CONSORZIO DEL TICINO

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

2

DETERMINAZIONE DELLE PORTATE CHE LA REGOLAZIONE DEI DEFLUSSI DAL LAGO MAGGIORE RENDERÀ DISPONIBILI PER LE UTILIZZAZIONI

a cura del Prof. GIULIO DE MARCHI

CONSORZIO DEL TICINO

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

2

DETERMINAZIONE DELLE PORTATE CHE LA REGOLAZIONE DEI DEFLUSSI DAL LAGO MAGGIORE RENDERÀ DISPONIBILI PER LE UTILIZZAZIONI

a cura del Prof. GIULIO DE MARCHI

PRESENTAZIONE

Non appena venne iniziata la costruzione della diga alla Miorina, per la regolazione dei deflussi dal Lago Maggiore, il Consorzio del Ticino pensò a porre su basi sicure e definite il problema dell'impiego delle maggiori portate che la regolazione avrebbe reso disponibili per le utilizzazioni in atto e per quelle divisate.

Come primo passo verso la soluzione ragionevole ed equa di tale problema occorreva procedere ad una fondata valutazione di tali portate. Questa fu affidata nel 1940 al Prof. Giulio De Marchi; con l'aiuto dei suoi collaboratori, venne intrapreso lo studio del problema, che per le utenze alimentate dal lago Maggiore assume qualche caratteristica particolare, redigendo i calcoli relativi, che furono riferiti al venticinquennnio 1914-38, assumendo come limite superiore della trattenuta attiva l'altezza + 1,00 sullo zero di Sesto, e furono portati a ultimazione entro il 1942.

Del lavoro compiuto il Prof. De Marchi rese conto in una relazione presentata nella primavera del 1943, e della quale il Consorzio intraprese subito la stampa.

Senonchè i rovinosi bombardamenti aerei dell'estate 1943, che danneggiarono la tipografia presso la quale il lavoro trovavasi già interamente composto, e gli avvenimenti politici dei due anni seguenti hanno finora impedito che la pubblicazione vedesse la luce.

Nel frattempo la diga della Miorina veniva portata a termine, e la regolazione, avviata già parzialmente nell'inverno 1942-43, veniva poi sistematicamente attuata negli inverni successivi. Il lago, d'altro canto, andava soggetto a una serie di magre non comuni, ripercussione della grande scarsezza di acque meteoriche, onde furono caratterizzati gli anni ultimi, e lo stesso 1945 ancora in corso.

Il Consorzio ritenne quindi opportuno che l'esame, arrestatosi al 1938, venisse esteso agli anni susseguenti, particolarmente a quelli più vicini a noi, per riconoscere se, con le loro vicende decisamente sfavorevoli, essi eventualmente rendessero necessaria od opportuna qualche modificazione nelle conclusioni della relazione presentata.

I risultati del nuovo esame hanno formato oggetto di una Relazione supplementare, che è stata redatta dal Prof. De Marchi nella primavera dell'anno corrente.

Le due relazioni vengono ora pubblicate insieme nel presente fascicolo.

Mi è gradito rivolgere al Prof. De Marchi un vivo ringraziamento per questo nuovo suo importante contributo ai problemi della regolazione del Lago Maggiore.

Milano, estate 1945.

ANSELMO RAMPONI

PRESIDENTE f.f. DEL CONSORZIO DEL TICINO

DETERMINAZIONE DELLE PORTATE CHE LA REGOLAZIONE DEI DEFLUSSI DAL LAGO MAGGIORE RENDERÀ DISPONIBILI PER LE UTILIZZAZIONI

Condotta con riferimento ai dati del venticinquennio 1914-1938

Relazione ultimata nella primavera 1943

INDICE

Prefazione . . . . . Pag. 3

Determinazione delle portate che la regolazione dei deflussi dal Lago Maggiore renderà disponibili per le utilizzazioni.

PREMESSA . . . . . „ 7

PARTE I - *Termini del problema.*

I. *Termini idrologici* - II. *Termini idraulici* - III. *Termini inerenti alle utilizzazioni nella loro prevedibile situazione futura* - IV. *Disponibilità delle utilizzazioni in atto nel regime naturale* „ 13

PARTE II - *Possibili piani di regolazione dei deflussi dal lago.*

I. *Basi e concetto informatore del procedimento risolutivo* - II. *Procedimento risolutivo:* a) *stagione irrigua estiva;* b) *autunno e inverno, fino all'inizio delle irrigazioni primaverili;* c) *primavera, dall'11 aprile alla ricostruzione dell'invaso* . „ 29

CONCLUSIONI . . . . . „ 49

TABELLE . . . . . „ 53

APPENDICI: . . . . . .

I. *Brevi richiami sulla idrologia del Lago Maggiore - Caratteri idrologici del venticinquennio* 1914-38 . . . . . „ 75

II. *Determinazione degli afflussi al Lago Maggiore nel periodo* 1 *Gennaio* 1914-31 *Dicembre* 1938 (Dr. Ing. Giuseppe Merla) „ 93

Relazione supplementare - Estensione del calcolo ai sei anni dal 1939 al 1944.

I. *Premesse* - II. *Esame idrologico del periodo di magra iniziatosi col* 1938; III. *Applicazione dei vari schemi di regolazione al sessennio* 1939-1944 . . . . . „ 103

PREMESSA

Fino a tre anni or sono le portate effluenti dal Lago Maggiore nel Ticino attraverso l' «edificio naturale di presa » costituito dalla stretta e dalla soglia detta della Miorina, circa 3 km a valle di Sesto Calende, erano determinate unicamente dal livello del lago; dall'inizio dei lavori per la costruzione della traversa di regolazione, lo sbocco lacuale viene attraversando una fase di transizione, destinata a dar luogo alla nuova situazione che caratterizzerà lo *sbocco regolato*. Questa differirà dalla precedente per l'incremento della capacità di deflusso dello sbocco lacuale, a traversa abbattuta, e perchè la manovra della traversa consentirà di erogare dal lago delle portate comunque *inferiori* a quelle che l'alveo sistemato sarà in grado di smaltire.

Il piano della regolazione del lago, tracciato dal compianto senatore Fantoli e approvato dalle competenti autorità Governative, si impernia sui due seguenti caposaldi:

a) sistemazione dello sbocco in modo di porlo in grado di smaltire almeno 200 m^3/sec anche nelle condizioni di massimo svaso;

b) facoltà di disciplinare i deflussi dell'emissario, per adattarli ai bisogni delle utenze a valle, entro i cosidetti « limiti della *trattenuta attiva* », cioè per livelli lacuali non superiori a +1,00 m e non inferiori a — 0,50 m, sullo zero dell'idrometro di Sesto Calende (1).

---

(1) Poichè tali limiti della trattenuta attiva debbono essere di continuo citati nella relazione, spesso accadrà che per ovvie ragioni di brevità ne vengano riportati unicamente i valori numerici — 0,50 e + 1,00, omettendo di aggiungere che trattasi di metri sopra lo zero di Sesto.

Riportati al consueto piano convenzionale situato a 193,016 m sotto lo zero dell'idrometro, i livelli stessi risultano rispettivamente di metri 192,50 e metri 194 in cifra tonda.

Sia per gli stati lacuali superiori al più alto dei limiti anzidetti, sia per quelli inferiori al più basso, la traversa dovrà essere totalmente abbattuta, e nel fiume s'immetterà tutta la portata di cui sarà capace l'incile sistemato. Poichè l'area dello specchio lacuale fra le altezze — 0,50 e +1,00 sullo zero di Sesto è in media di 210 km^2 (v. Appendice 1ª) il volume liquido compreso fra i limiti di trattenuta attiva risulta di 315 milioni di metri cubi: a tanto ammonta, quindi, la *massa liquida di manovra* che la costruzione della diga mobile renderà disponibile per la regolazione.

L'impiego di questa massa di manovra consentirà di ottenere un doppio ordine di benefici:

a) incremento delle portate a disposizione delle utilizzazioni in atto, irrigue e per forza motrice, fino a coprirne nel modo il più possibile completo, ed eventualmente ad ampliarne, le competenze rispettive;

b) alimentazione di utilizzazioni irrigue nuove e aumento della produzione di energia, per la parte ricavabile dal salto non ancora utilizzato di Porto della Torre.

La misura di questi benefici è però subordinata alle modalità, che possono essere assai diverse, con le quali si procederà alla regolazione dei deflussi dal lago.

Nel presente studio ci siamo proposti di definire le erogazioni dal lago che saranno compatibili, sia con le caratteristiche idrologiche del bacino che lo alimenta, sia con i caposaldi del piano di regolazione.

Il problema che ci siamo trovati a risolvere non è nuovo. Circa dieci anni or sono io stesso ebbi occasione di trattare, insieme col mio collaboratore ing. Gaio Marcello, un problema analogo per il lago di Como: ma la mia indagine fu allora circoscritta alla utilizzazione irrigua delle acque dell'Adda sublacuale e ai benefici per essa ritraibili dalla regolazione del lago. Il procedimento risolutivo

che fu allora studiato e applicato si trova esposto nella apposita pubblicazione (1) alla quale sarà fatto in seguito qualche richiamo.

Successivamente il metodo stesso, senza varianti sostanziali, venne applicato dal compianto ing. A. Rampazzi per un computo da lui condotto per il Lago Maggiore e per il Ticino.

Questo metodo differiva da quello che in precedenza veniva adottato, diremmo tradizionalmente, nei casi consimili, per il fatto che le portate destinate alle irrigazioni non vennero ammesse costanti per l'intero corso della stagione irrigua (2): bensì vennero fatte variare in modo conforme ai fabbisogni medi delle coltivazioni. Con ciò, il diagramma delle erogazioni da attuare per sopperire ai bisogni irrigui risultò alquanto più conforme a quelli delle portate che la regolazione, comunque essa possa essere ragionevolmente attuata, consentirebbe di ricavare dal lago e immettere nel fiume: risultò così possibile elevare le portate utili e aumentare conseguentemente la estensione delle zone irrigate.

Con lo stesso concetto informatore è stato intrapreso lo studio della regolazione del lago Maggiore: ma si è presto riconosciuto che, nei riguardi di questo lago, occorreva modificare il procedimento risolutivo, in vista di talune differenze fra le due situazioni.

I termini del problema della regolazione possono, in linea generale, raccogliersi nei tre gruppi seguenti:

a) *idrologici*: cioè situazione del bacino afferente al lago, e particolarmente *portate di afflusso*, che al lago spetterà di regolare: intendiamo naturalmente parlare di afflusso *efficace*, costituito dall'insieme dei contributi che il lago riceve dai corsi d'acqua immissari, dalle gronde, e dalle precipitazioni dirette sullo specchio liquido, depurati della evaporazione dallo specchio medesimo;

b) *idraulici*: rappresentati dalla capacità di deflusso dello sbocco lacuale, sia nelle condizioni antecedenti all'inizio dei lavori, sia in quelle che si raggiungeranno a sistemazione completamente ultimata;

---

(1) *Valutazione delle portate che la regolazione del lago di Como renderà disponibili per le irrigazioni* - Brescia, 1933.

(2) Per brevità di esposizione denomineremo *stagione irrigua* il periodo dall'aprile al settembre, nel quale le irrigazioni trovano applicazione più o meno generale sull'intero territorio servito. Negli altri mesi dell'anno esse possono effettuarsi soltanto nelle zone relativamente ristrette, ove il terreno è sistemato per riceverle (marcite).

c) inerenti alla utilizzazione delle acque del Ticino sublacuale. Le utenze in atto, che hanno diritti legalmente riconosciuti, dovranno ricavare dalla regolazione del lago, alla quale hanno dato decisivo concorso, il beneficio di soddisfare le rispettive competenze nella massima misura compatibile con le acque disponibili. Le utenze nuove, che la regolazione renderà possibili in destra e in sinistra del fiume — e alla stessa stregua gli eventuali incrementi di competenza delle utenze in atto — dovranno essere commisurate in modo da ottenere una conveniente messa in valore delle ulteriori disponibilità.

È appunto questo terzo gruppo di fattori che conferisce particolari caratteristiche al problema della regolazione del lago Maggiore.

L'indagine ha dato luogo a riconoscere che le soluzioni compatibili con i caposaldi del piano della regolazione e ammissibili nei rapporti tecnico-idraulici possono riuscire assai differenti fra loro per i valori delle portate utili, che si prevede di erogare dal lago nelle varie epoche dell'anno, e per l'entità e il numero delle deficienze da mettere in conto rispetto ai valori stessi.

Nella presente relazione ci siamo limitati a tracciare il quadro di tali soluzioni. La scelta di quella che potrà convenire di adottare, nel campo delle molte riconosciute possibili, costituisce un problema a sè, nel quale, oltre ai fattori tecnico-idraulici, ne intervengono altri, di diversa natura. La trattazione di questo problema esce decisamente dall'ambito dell'indagine che mi è stata affidata, ma dovrà necessariamente prender le mosse dai risultati di questa.

Il campo delle soluzioni ammissibili subirebbe un ulteriore ampliamento se il limite superiore della trattenuta attiva venisse elevato al di sopra della quota fissata nel piano della regolazione, diminuendo il franco opportunamente lasciato alla diga mobile. Non vogliamo certamente escludere la necessità che una simile eventualità venga considerata in un prossimo avvenire; ma ci sembra prematuro esaminarla nel momento presente (1).

---

(1) Queste parole venivano scritte fra il 1940 e il 1941, quando la diga mobile era ancora in costruzione, e ancora viva era l'eco delle discussioni alle quali aveva dato luogo il problema della regolazione dal lago. Esse sono superate ora (1945), dopo che la diga è entrata in funzione da qualche anno e il limite + 1,00 è stato senza inconvenienti oltrepassato.

La relazione è divisa in due parti: la prima è destinata all'esame dei termini del problema; la seconda alla esposizione del procedimento risolutivo adottato e a una breve illustrazione dei risultati ottenuti.

In due separate appendici sono riassunti e illustrati gli elementi idrologici che hanno servito per la redazione della relazione, o ai quali essa fa richiamo.

I dati idrologici di base per lo svolgimento della presente indagine sono stati forniti dalla Sezione Staccata di Milano dell'Ufficio Idrografico del Po.

I calcoli e le elaborazioni ai quali l'indagine si appoggia sono dovuti invece al prof. ing. Duilio Citrini, il quale prese anche parte attiva a tutto il lavoro compiuto fino all'estate 1942, a partire dalla quale fu richiamato in servizio militare. Gli subentrò allora il prof. ing. Bruno Gentilini, che ha collaborato particolarmente allo studio idrologico che forma oggetto della Appendice I.

PARTE PRIMA

TERMINI DEL PROBLEMA

I. *Termini idrologici.* — La osservazione dei livelli del lago è condotta sistematicamente oramai da oltre sette decenni: dal 1869 si possiedono attendibili valori delle portate giornaliere di deflusso dal lago e ne possono essere dedotti quelli delle portate di afflusso efficace al lago dal bacino.

Abbiamo ritenuto conveniente di riferire i computi ad un periodo di tempo più breve, e più vicino a noi, per ovvie ragioni di semplicità e anche perchè negli ultimi decenni il regime del lago ha subito una progressiva, non trascurabile modificazione, che riteniamo di dover attribuire indubbiamente alla costruzione di un rilevante numero di laghi artificiali nei bacini dei corsi d'acqua immissari, per una capacità complessiva attuale (1942) di circa 195 milioni di metri cubi.

Dallo studio idrologico allegato come appendice alla presente (appendice 1ª) appare chiaro che nel corso degli ultimi decenni si è verificato un certo incremento nelle minime magre annuali del lago, che cadono di regola alla fine dell'inverno. Esso è valutato nella media degli ultimi anni (fino al 1938) fra i 12 e i 14 cm (a Sesto Calende), e gli corrisponde un aumento di circa 10 m^3/sec.

Il periodo prescelto per il computo è pertanto il venticinquennio 1914-1938, nel corso del quale è stata costruita la grande maggioranza dei laghi esistenti: esso, inoltre, comprende le due magre eccezionali del 1921 e del 1938.

Per questo venticinquennio la Sezione Idrografica di Milano ha provveduto a determinare la serie delle portate giornaliere di afflusso efficace al lago, con le modalità che sono esposte ed illustrate dal suo direttore cav. ing. Giuseppe Merla, nella nota apposita che forma oggetto dell'appendice 2ª.

Il citato studio idrologico ha portato a riconoscere che la media generale nel venticinquennio (327 m^3/sec) delle portate a Sesto differisce di 7 m^3/sec dalla media del settantennio (320 m^3/sec).

La differenza del 2 % soltanto sarebbe abbastanza tranquillante, nei rapporti alla attitudine del venticinquennio a definire il regime normale del lago. Senonchè, considerato il venticinquennio precedente, dal 1889 al 1913, si è trovato che la media relativa era di 307 m^3/sec, inferiore del 6 % a quella del 1914-38 (1):

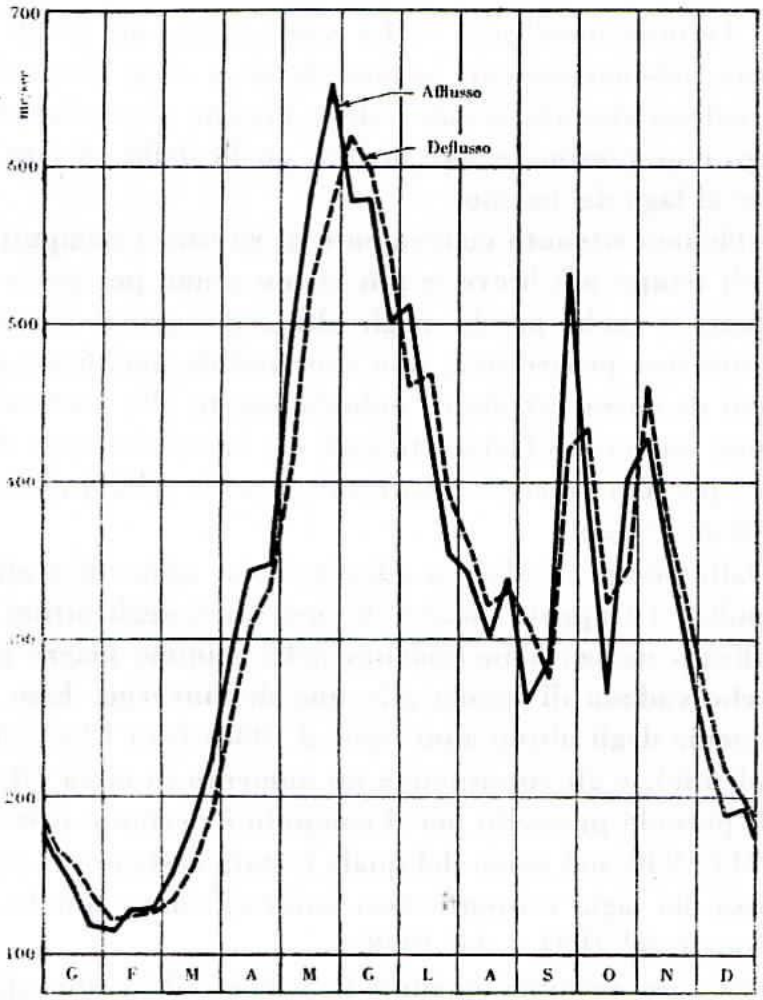


Fig. 1 — Medie decadiche delle portate di afflusso e di deflusso a Sesto Calende nel venticinquennio 1914-1938.

(1) Come detto nell'Appendice 1ª (pag. 83), esiste pure un venticinquennio (1891-1915) per il quale la differenza in meno sale all'8%.

questa non trascurabile differenza starebbe a dimostrare che il venticinquennio 1914-38 ebbe nel suo insieme copia d'acque un poco superiore alla normale. La questione forma oggetto di speciale e approfondito esame nella citata Appendice 1ª; qui ci basti affermare la necessità di accettare con criterio restrittivo i risultati dei computi condotti con riferimento al periodo 1914-38, per stabilire le portate utilizzabili.

Nella fig. 1 si vede tracciato il diagramma delle 36 portate medie di afflusso e delle 36 portate medie di deflusso, per ogni decade dell'anno (diciamo più avanti come fu fatta la divisione in decadi), le medie essendo prese per l'intero venticinquennio.

Merita rilevare, per quanto trattisi di fatto molto noto, che la prevalenza del massimo estivo su quello autunnale non deriva da una inferiorità dei livelli e delle portate di piena nell'autunno in confronto di quelle estive. Essa va attribuita unicamente alla costanza delle piene estive di afflusso, che si ripetono ogni anno, con colmo ad epoca pressochè fissa, come effetto dell'azione combinata delle piogge primaverili e dello scioglimento delle nevi, mentre quelle autunnali, dovute alle sole piogge, sono meno costanti e in qualche anno mancano del tutto.

Le vicende delle portate di deflusso ripetono attenuate e ritardate quelle delle portate di afflusso. Il loro regime appare tipicamente favorevole alla utilizzazione irrigua delle acque, e può dar ragione delle storiche derivazioni irrigue lombarde.

Compito primo della regolazione, in queste condizioni, sarà evidentemente quello di prolungare l'ondata estiva di deflusso, così da mantenere alla portata estiva dei valori sufficientemente elevati per tutto il periodo nel quale l'acqua è necessaria alle coltivazioni: ciò, naturalmente, a spese delle copiose disponibilità di Giugno e Luglio, che attualmente defluiscono inutilizzate e che occorrerà trattenere nei limiti del possibile, e convenientemente modulare.

Compito analogo avrà la regolazione nei rapporti della stagione invernale, nel corso della quale dovrà farsi defluire parte degli afflussi del precedente autunno.

I nostri computi sono stati rivolti appunto a stabilire le possibili modalità delle trattenute e delle successive erogazioni. Essi

sono stati condotti con riferimento al venticinquennio 1914-38, ammettendo, come è consueto per le valutazioni del genere, che l'andamento dei fenomeni del recente passato possa costituire una fondata base di previsione per quelli del prossimo futuro.

Ai fini della loro impostazione riveste notevole importanza la constatazione che il livello del lago a Sesto si è elevato in ogni anno del venticinquennio, all'inizio della stagione estiva, fino a superare l'altezza +1,00 sullo zero di Sesto, che segna il limite superiore della trattenuta attiva. Ogni anno, quindi, dopo lo svaso conseguente alla magra invernale, si è completamente ricostituita la massa liquida di manovra: ma vedremo pure che tale ricostituzione si sarebbe verificata anche con tutti gli schemi di regolazione, che furono successivamente sottoposti a esame nel corso dell'indagine.

Nel regime regolato il raggiungimento dell'altezza +1,00 a Sesto comporterà l'abbattimento completo della diga mobile, segnando il temporaneo passaggio dalla condizione di efflusso disciplinato a quella di efflusso libero, attraverso l'alveo sistemato: condizione destinata a perdurare fino a che il livello del lago non sia ridisceso alla altezza +1,00 a Sesto.

Ogni ricostituzione della massa di manovra sarà, quindi, contrassegnata da un periodo con efflusso libero, interposto fra i due con efflusso regolato, antecedente e susseguente, periodo che verrà a rendere questi indipendenti l'uno dall'altro e, ai fini della regolazione, consentirà di studiarli isolatamente, come a sè stanti.

Lo studio idrologico della regolazione deve portare alla determinazione di opportune successioni di erogazioni dal lago, le quali soddisfacciano ai requisiti che specificheremo più avanti: a seguito della constatazione ora esposta, anzichè per l'intero venticinquennio, considerato nel suo insieme, tale determinazione potè essere condotta separatamente per i vari periodi, di dodici mesi in media, intercorrenti fra le successive ricostituzioni dell'invaso. Questi periodi poterono, poi, essere ulteriormente suddivisi in due parti, per tutti gli anni, che sono poi la maggioranza, nei quali l'invaso si è ricostituito anche nella stagione invernale.

Queste circostanze hanno portato una notevole semplificazione nello svolgimento del calcolo del quale ci proponiamo di esporre i risultati.

II. *Termini idraulici.* — Le capacità di deflusso, passata e futura, dello sbocco lacuale trovano la loro definizione numerica nelle corrispondenti scale delle portate all'idrometro di Sesto.

Per le preesistenti condizioni dell'incile una scala era stata stabilita fin dal 1887 dal Cipolletti, e fu poi rettificata dieci anni più tardi dal Fantoli. Numerose misure sono state eseguite dalla Sezione Idrografica Lombarda negli ultimi lustri, e scale e misure sono analizzate e poste a confronto nella relazione dell'ing. Merla (Appendice 2ª). L'esame non porta però a constatare variazioni di notevole rilievo della scala delle portate, nel campo dei livelli normali, fino a +2,00 m sullo zero di Sesto, durante il settantennio antecedente all'inizio dei lavori per la regolazione del lago.

Per la situazione che si stabilirà a sbocco sistemato occorre distinguere gli stati lacuali superiori al limite della trattenuta attiva da quelli inferiori.

Per i primi, la traversa non potrà che essere totalmente abbattuta e nel fiume defluirà tutta la portata della quale sarà stato reso capace l'alveo fluviale. Il valore di tale portata sarà fornito, per ogni livello, dalla scala dell'alveo sistemato.

Per gli stati idrometrici inferiori, la scala delle portate dell'alveo sistemato perderà ogni interesse pratico, in quanto per essi il deflusso sarà disciplinato, dovendo con tali livelli venire di regola erogate unicamente le portate destinate alle utilizzazioni. Solo al pronunciarsi delle piene potrà accadere che la diga mobile venga abbattuta parzialmente o totalmente prima che il lago abbia raggiunto il livello +1,00.

Qualora, poi, il livello scendesse sotto l'altezza —0,50, la diga dovrebbe essere totalmente abbattuta: ma tale eventualità esce dal campo dei fatti da considerare nel computo, perchè la regolazione dovrà essere esercitata in modo che la riserva lacuale non abbia ad essere totalmente esaurita se non in occasioni rare, e per brevi intervalli di tempo, al termine di fasi di svaso. Non dovrebbero quindi raggiungersi mai dei livelli inferiori a — 0,50.

Quanto alla capacità di deflusso dell'alveo sistemato, a norma del primo caposaldo del piano della regolazione essa dovrà essere portata a 200 m^3/sec a lago completamente svasato, con l'altezza —0,50 a Sesto.

Le note prove su modello, compiute nel Laboratorio di Idrau-

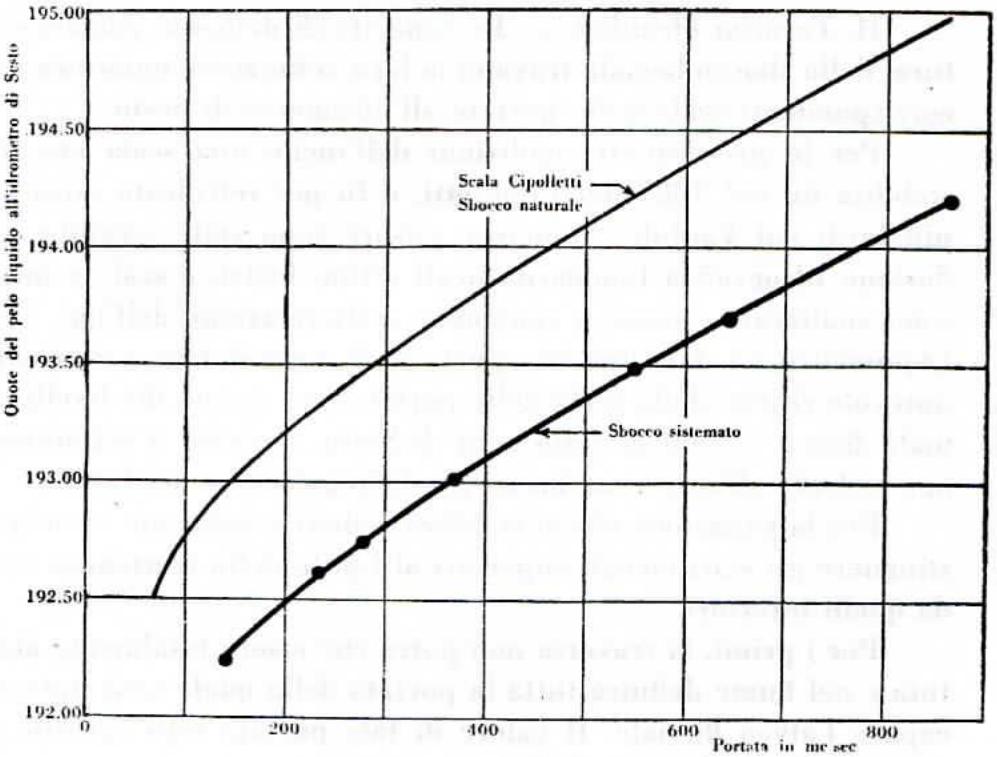


Fig. 2 – **Scale di portata dello sbocco lacuale nelle condizioni naturali e a sistemazione completamente attuata.**

lica del Politecnico tre anni addietro, hanno permesso di stabilire la entità degli sbancamenti e dei ritocchi da eseguire tra Sesto e la Miorina per ottenere un risultato siffatto. Esse hanno anche dato luogo a determinare la scala che spetterà allo sbocco lacuale così sistemato, e che riproduciamo (fig. 2) dalla pubblicazione « Sistemazione dello sbocco del lago Maggiore » effettuata a cura del Consorzio del Ticino (1). Ne risulta che, entro i limiti della trattenuta attiva, dal livello —0,50 a quello +1,00 a Sesto, la futura capacità di deflusso aumenterà da 200 a poco meno di 800 m^3/sec.

Poichè quella dello sbocco lacuale nelle preesistenti condizioni naturali variava, fra gli stessi limiti, da circa 60 a poco meno di 500 m^3/sec, gli sbancamenti e le sistemazioni previsti e in parte attuati risultano destinati ad aumentare la capacità di deflusso dello sbocco lacuale in una misura crescente da 140 a 300 m^3/sec, per livelli crescenti da —0.50 a +1,00 m sullo zero di Sesto.

---

(1) Tip. Bertieri - Milano, 1940.

III. *Termini inerenti alle utilizzazioni, nella loro prevedibile situazione futura.* — Sono evidentemente da prendere in considerazione soltanto le derivazioni che utilizzano, o utilizzeranno, le acque del fiume per la prima volta dopo il loro efflusso dal lago: non occorre occuparsi di quelle alimentate da utenze superiori e che, come accade per le cosidette « vecchie utenze » riceventi le acque scaricate dall'impianto di Vizzola, restano automaticamente soddisfatte quando lo sono queste ultime.

Delle utilizzazioni in atto occorre quindi mettere in conto soltanto l'impianto di Vizzola e il canale Villoresi.

Le utilizzazioni future sono tuttora alquanto indeterminate: oltre all'impianto di Porto della Torre, che interessa considerare soltanto in quanto la portata assorbita da esso superasse quella complessiva dell'impianto di Vizzola e del Villoresi, esse dovrebbero in ogni caso comprendere le nuove irrigazioni che il sen. Fantoli, nella relazione al progetto delle tre provincie ha specificate come segue: « nuova irrigazione dell'Alto Milanese; nuova irrigazione dell'Alto Novarese; integrazione irrigua a favore della Lomellina e del Basso Novarese ». Alle due ultime dovrà provvedere, come noto, il canale Regina Elena, del quale è stata di recente iniziata la costruzione. Le zone dell'Alto Milanese alle quali alludeva il sen. Fantoli ricadono ora in parte nella Provincia di Varese.

Solo l'irrigazione dell'Alto Novarese è definita territorialmente, nel senso che ne è stato in linea di massima delimitato il comprensorio. Per le altre irrigazioni nuove ci si trova di fronte a progetti non ancora approvati.

Entità e modalità delle integrazioni a favore di territori della Lomellina e del Basso Novarese, che sono già ora serviti dalla rete dei Canali Cavour, dovranno e potranno essere precisate soltanto in base alla concreta conoscenza delle portate rese disponibili dalla regolazione del lago. Considerati nei riflessi irrigui, questi territori presentano caratteristiche ed esigenze particolari, per la grande estensione e la preminente importanza delle colture a riso, con il tipico elevato fabbisogno di acque primaverili, nelle prime decadi della stagione irrigua. A tale fabbisogno i Canali Cavour, alimentati da corsi a regime prettamente alpino, come il Po e la Dora Baltea, con magra invernale pronunciatissima, sopperiscono insuf-

ficientemente e con deficienze frequenti e talora gravi. Si chiede appunto al canale Regina Elena di attenuare nei limiti del possibile le deficienze primaverili, nonchè quelle ricorrenti nel colmo della stagione estiva.

È precisamente per questo suo aspetto che il problema della regolazione del lago Maggiore si differenzia da quello della regolazione del lago di Como.

Il comprensorio complessivamente irrigabile con le acque dell'Adda, in sinistra e in destra del fiume, presenta caratteristiche relativamente uniformi: le dotazioni, per secondo e per ettaro, non variano in misura molto apprezzabile da zona a zona, e ad esse si sopperisce unicamente con le acque del fiume. La successione delle portate da derivare nei diversi mesi per coprire il fabbisogno irriguo potè, perciò, nello studio della regolazione del lago di Como, essere stabilita con riferimento ad un diagramma unico di dotazioni, per l'intero comprensorio e per tutta la stagione irrigua. Stabilita, col procedimento illustrato nella pubblicazione ricordata, la erogazione effettuabile in un periodo qualunque della stagione, ad es. in quello di massima richiesta, restava *ipso facto* individuata l'area che il fiume regolato sarebbe stato in grado di servire in conformità di quel diagramma, e restavano pure individuate le erogazioni da effettuare in tutti gli altri periodi.

Per il comprensorio del lago Maggiore si può parlare di diagramma di somministrazioni d'acqua per ettaro e per secondo unicamente nei rapporti delle zone che sono o saranno alimentate soltanto con acque del Ticino. Ma le portate erogate dal lago nei periodi di trattenuta attiva non sono destinate soltanto a queste zone, la cui estensione è in parte da determinare, bensì dovranno servire anche per le integrazioni a favore della Lomellina e del Basso Novarese, le quali potranno essere più o meno estese e intensificate, a seconda delle disponibilità. Di conseguenza il campo delle erogazioni utili, compatibili con i caposaldi del piano della regolazione, risulta più vasto, e maggiore il divario fra le soluzioni possibili. A questa particolare situazione dovette pertanto essere adattato il procedimento risolutivo applicato nella Parte II.

Qui ci limiteremo a delineare esigenze e fabbisogni delle varie categorie di utilizzazioni.

a) *Forze motrici.* — Semplici sono a definire le esigenze delle forze motrici: trattasi infatti di impianti ad acqua fluente, ai quali, nel quadro generale del sistema idroelettrico alpino, spetta il compito di coprire la base dei diagrammi di richiesta giornalieri e stagionali. Nella stagione estiva le eventuali deficienze possono essere senza difficoltà compensate da impianti più alti, che in Lombardia esistono in gran numero, e che d'estate dispongono in generale di acque in gran copia. Il concorso degli impianti più alti diventa invece aleatorio alla fine della stagione invernale, quando i corsi alpini sono in magra e in generale le loro deficienze non possono essere integrate che parzialmente dai serbatoi, già in condizioni di svaso avanzato.

Importanza assai diversa assumeranno di conseguenza le integrazioni che saranno consentite dalla regolazione del lago rispettivamente nella tarda estate e nell'inverno: giacchè la prima cadrà in epoca di disponibilità generalmente esuberante, mentre la seconda si tradurrà in maggior produzione di energia altamente pregiata.

b) *Irrigazioni.* — Quanto alle irrigazioni, i comprensori che sono serviti unicamente con acque di Ticino, o sono destinati ad esserlo in avvenire, cadono tutti nella piana subalpina, in sinistra e in destra del fiume, e hanno terreni più o meno assorbenti, e percentuali molto basse di colture a risaia. Riteniamo che a titolo di preliminare orientamento possa essere adottato per tutti uno stesso diagramma delle somministrazioni d'acqua irrigua estiva, in litri per secondo e per ettaro, ed è fuori di dubbio che tale diagramma deve presentare un colmo nel pieno della stagione estiva, dal giugno a fine agosto, ordinate minori nei mesi rimanenti.

Per il proprio comprensorio, il Direttore del Canale Villoresi ha segnalato che potevano assumersi le percentuali seguenti: da aprile a metà giugno 80; da metà giugno a tutto agosto 100; settembre 80.

L'Amministrazione Generale dei Canali Demaniali ha segnalato per il Canale Regina Elena il seguente diagramma di richiesta comprensivo delle integrazioni: seconda e terza decade Aprile 100; Maggio 80; Giugno 68; Luglio 80; Agosto 76; Settembre zero. Il massimo di Aprile e l'alto valore di Maggio corrispondono all'ele-

vato fabbisogno delle colture a riso, le quali nei mesi rimanenti della stagione irrigua saranno servite in misura prevalente dalla rete dei Canali Cavour.

Se consideriamo le due segnalazioni nel loro insieme, possiamo concludere, che ogni ammissibile diagramma delle erogazioni estive dal Ticino a scopo irriguo dovrà presentare due massimi, l'uno in aprile, l'altro fra luglio e agosto, tali massimi essendo da ritenere fra loro indipedenti, e potendo entro certi limiti essere stabiliti separatamente l'uno dall'altro. Infatti il periodo estivo della stagione irrigua è sempre separato da quello primaverile precedente da una fase di completa ricostituzione dell'invaso, durante la quale la traversa rimane completamente abbattuta: aumentare il massimo estivo significa poter estendere le zone irrigate unicamente con acque di Ticino, ed aumentare il massimo primaverile significa invece poter intensificare l'integrazione delle irrigazioni in sponda destra, a favore delle colture a riso.

Delle utenze irrigue in atto occorre anche tener presenti i diritti d'acqua per le stagioni autunnale e invernale. Si nota a questo proposito, che le richieste d'acqua da parte delle dette utenze sono sostanzialmente circoscritte ai quattro mesi da novembre a febbraio, nullo essendo stato dichiarato il fabbisogno di ottobre, da parte sia del Villoresi in sinistra, sia delle future utenze in destra, e verificandosi in marzo la tradizionale « asciutta » dei canali.

Nell'insieme, il quadro dei bisogni cui le acque regolate del Ticino dovranno sopperire si formula sinteticamente come segue:

— forza motrice: fabbisogno praticamente costante per l'intero corso dell'anno. Importanza prevalente della produzione invernale, per il maggior pregio dell'energia e per la possibilità di supplire le eventuali deficienze estive con energia di altra provenienza;

— irrigazioni: netta separazione fra la stagione irrigua (dall'11 aprile a tutto settembre per la sponda sinistra; dall'11 aprile a tutto agosto per la sponda destra) e la rimanente parte dell'anno, nella quale i fabbisogni propriamente irrigui sono certamente di limitata entità. Nel corso della stagione irrigua, diagramma complessivo di fabbisogno con un massimo nel periodo che va dal giugno all'agosto, e un altro massimo, indipendente dal primo, in

aprile, dovuto alla richiesta delle colture a riso in sponda destra. Nel corso della stagione invernale, fabbisogno praticamente costante, circoscritto al quadrimestre novembre-febbraio.

IV. *Disponibilità delle utilizzazioni in atto nel regime naturale.* — Per valutare il beneficio che le utilizzazioni in atto potranno ritrarre dalla regolazione occorre conoscere le disponibilità sulle quali esse potevano far conto nel regime preesistente del lago e del fiume.

Il calcolo di queste disponibilità è stato condotto con riferimento alla serie delle medie, decade per decade, delle portate giornaliere del venticinquennio 1914-38. Le decadi sono state assunte convenzionalmente in numero di tre per ogni mese, indipendentemente dal numero dei giorni del mese. Alla terza ed ultima decade di ogni mese furono quindi assegnati dieci, o undici, o otto giorni a seconda che il mese ne contava trenta, o trentuno, o ventotto.

La successione delle portate medie decadiche è riportata nella Tab. la) (pagg. 54-55): vi sono stampati in corsivo i valori che non raggiungono le competenze complessive delle utenze in atto, cioè 190 m^3/sec nella stagione irrigua (120 m^3/sec per le cosidette « vecchie utenze » (1), più 70 per il Can. Villoresi) e 150 nel periodo rimanente dell'anno (tenuto conto della competenza invernale di 30 m^3/sec per il Can. Villoresi).

I valori della Tab. 1a) trovano una sintetica rappresentazione nelle figure da 3 a 6. Ogni figura contiene una successione di *diagrammi di durata*, per un gruppo di decadi successive, con le origini susseguentisi a distanze costanti lungo la retta obliqua, in modo che l'insieme viene a costituire una sorta di rappresentazione assonometrica di una superficie particolare, di chiaro significato.

Precisiamo prima, per il lettore al quale le rappresentazioni del genere non fossero familiari, che i singoli diagrammi di durata sono stati tracciati ordinando per grandezze decrescenti le venticinque medie relative ad una stessa decade del venticinquennio. Ci

---

(1) La competenza regolarmente riconosciuta all'impianto di Vizzola è di 110 m^3/sec dei quali 8 da consegnare a utenze superiori; altri 10 m^3/sec sono concessi a titolo precario. Il computo è stato riferito al totale di 120, che *attualmente* va tutto consegnato a « vecchie utenze » superiori o inferiori.

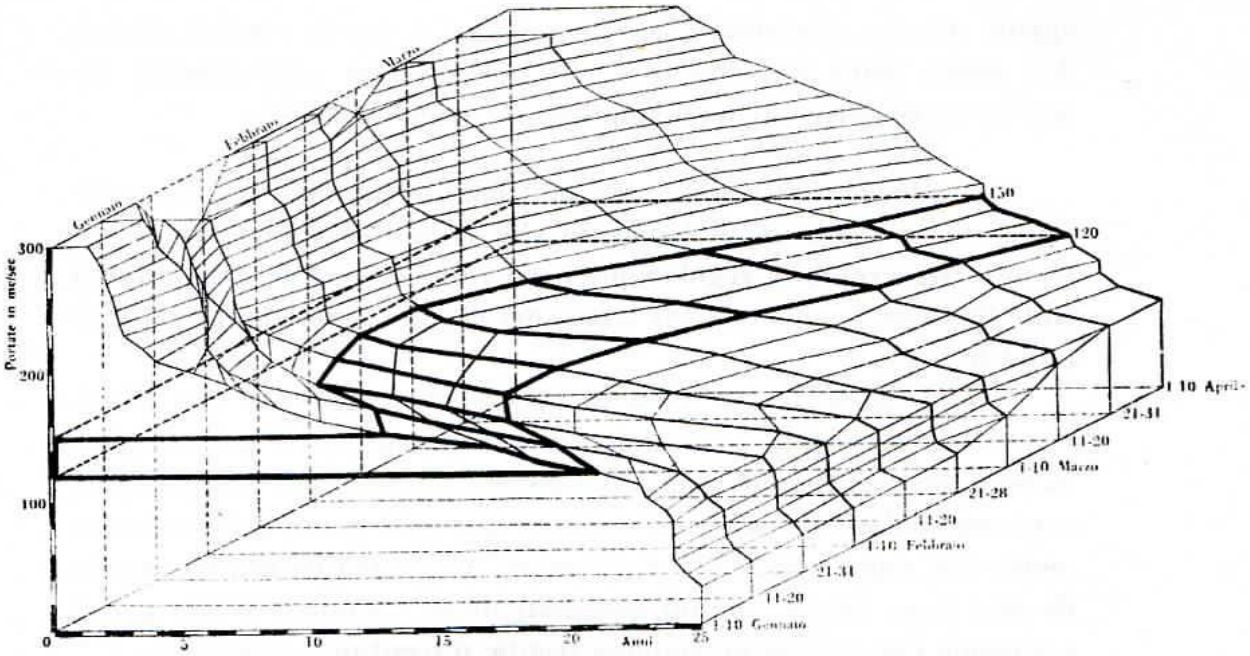


Fig. 3. - Superficie di durata per il periodo I (1 Gennaio - 10 Aprile).

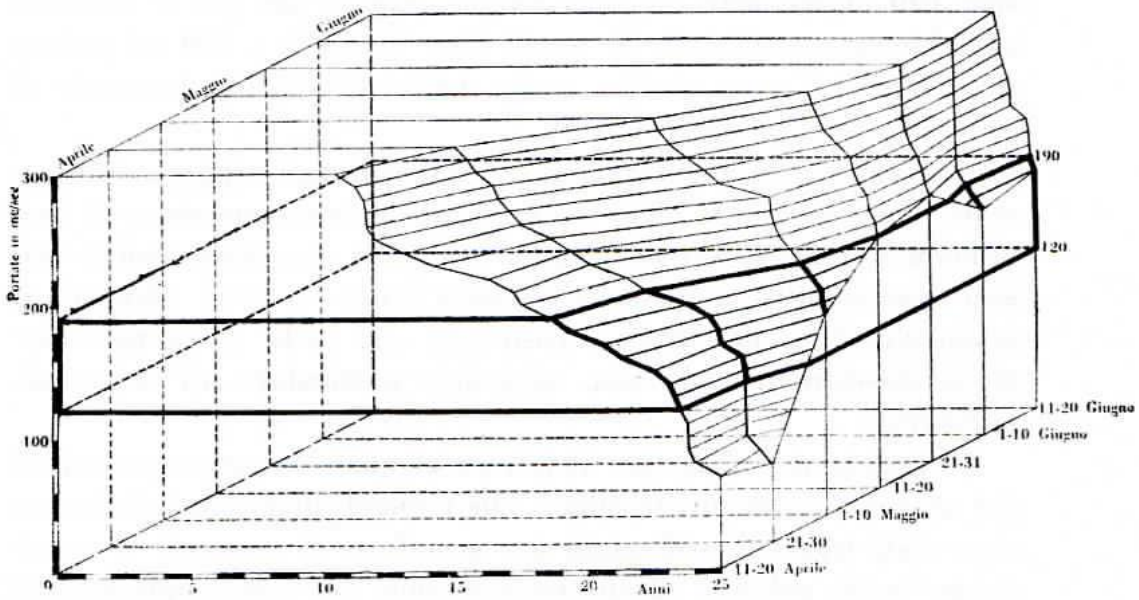


Fig. 4. - Superficie di durata per il periodo II (11 Aprile - 20 Giugno).

Portate del Ticino a Sesto nel venticinquennio 1914-1938.

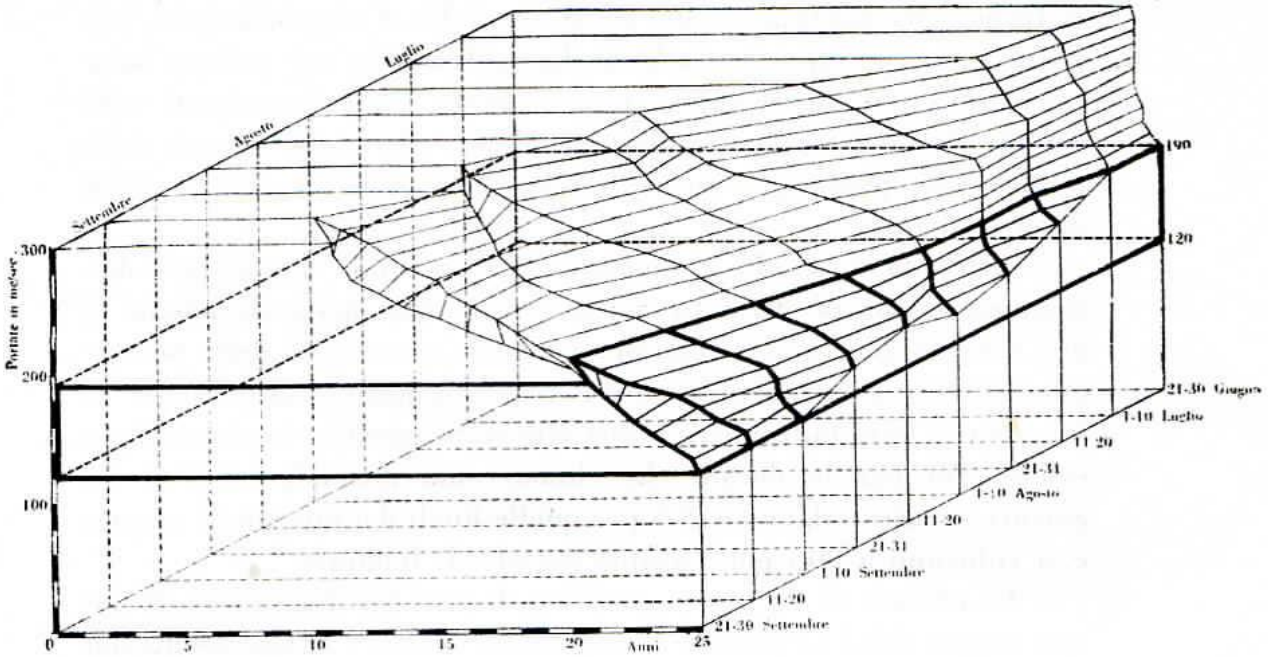


Fig. 5. - Superficie di durata delle portate - periodo III (21 Giugno - 30 Settembre).

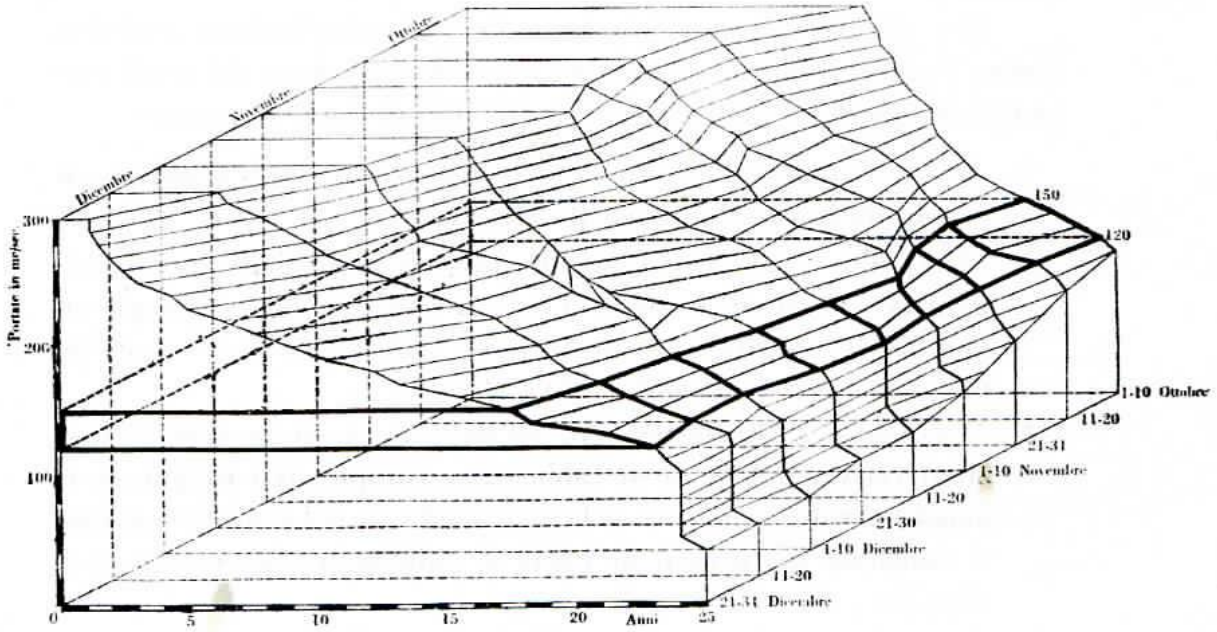


Fig. 6. - Superficie di durata delle portate - periodo IV (1 Ottobre - 31 Dicembre).

Portate del Ticino a Sesto nel venticinquennio 1914-38.

si fermò alla portata di 300 m^3/sec, perchè si riconobbe che tale portata, molto superiore alla media utilizzabile nel regime naturale, difficilmente sarebbe stata superata dalle erogazioni utili complessive del regime regolato (vogliamo dire dalla somma delle portate che potranno essere derivate *contemporaneamente* dalle diverse utenze).

Attesa la lentezza e la regolarità delle vicende lacuali, ogni diagramma di durata, formato con le venticinque medie decadiche di una data decade, si identifica praticamente con quello delle portate giornaliere per la stessa decade. Per questo motivo, sulle ascisse in luogo degli anni potrebbero essere riportati i giorni, che dovrebbero essere 250 per le decadi che chiameremo normali (cioè di 10 giorni), mentre salgono a 275 per quelle finali dei mesi di 31 giorni, e si riducono a 206 per l'ultima decade di febbraio.

L'ordinata di un punto generico di uno dei diagrammi di durata rappresenta la portata che, nelle 25 decadi corrispondenti del venticinquennio, fu superata o al massimo uguagliata per il numero delle decadi (o dei giorni) rappresentato dalla ascissa del punto.

Per dare maggior chiarezza alle rappresentazioni grafiche, l'anno è stato suddiviso in quattro periodi, ad ognuno dei quali corrisponde una delle figure. Essi sono delimitati come appresso:

I: dal 1° Gennaio al 10 Aprile (10 decadi): periodo occupato di regola dalla magra invernale (fig. 3);

II: 11 Aprile — 20 Giugno (7 decadi): periodo delle irrigazioni primaverili, al cui termine il lago si trova pressochè sempre in condizione di rilevante invaso, con livello superiore a quello della massima trattenuta attiva (fig. 4);

III: 21 Giugno — 30 Settembre (10 decadi): periodo delle irrigazioni estive, nel quale il fabbisogno complessivo raggiunge il massimo valore, mentre il lago si vuota (e nel regime regolato si consuma in tutto o in parte il volume invasato all'inizio) (fig. 5);

IV: 1° Ottobre — 31 Dicembre (9 decadi): periodo nel quale l'invaso si ricostituisce, nella maggior parte dei casi ad opera degli afflussi autunnali (fig. 6).

A tutti i diagrammi di durata è stata assegnata la stessa lun-

ghezza (cioè, pari ascissa massima), astraendo dalle differenze fra i numeri di giorni delle diverse decadi (differenze che furono invece considerate nel calcolo dei volumi di deflusso).

In ogni figura l'insieme dei diagrammi definisce la *superficie di durata delle portate* fino a 300 m^3/sec per il corrispondente periodo: essa delimita superiormente un volume corrispondente a quello defluito durante l'intero venticinquennio in quel periodo dell'anno. È questo anche il massimo volume che, nel regime naturale, avrebbe potuto essere assorbito da un sistema di utenze, atte a derivare complessivamente, e contemporaneamente, fino a 300 m^3/sec, e non oltre.

Una sezione orizzontale più bassa, per una portata inferiore a 300 m^3/sec, definisce in modo analogo il volume che, pure nel regime naturale, poteva al massimo essere assorbito da derivazioni capaci di quella portata e non oltre.

Nelle figure si vedono indicate le successive sezioni orizzontali, per portate progressivamente decrescenti di 10 in 10 m^3/sec, a partire dai 300. Con linee più grosse sono distinte le sezioni relative alla portata di 120 m^3/sec, competenza attuale delle « vecchie utenze » e a quelle di 190 e 150 m^3/sec rispettivamente per i due periodi della stagione irrigua (periodi II e III, figg. 4 e 5) e per i due rimanenti dell'autunno e dell'inverno (periodi IV e I, figg. 6 e 3).

Per il periodo I (1° Gennaio — 10 Aprile) presentano particolare interesse le durate delle portate di 120 e 150 m^3/sec. La fig. 3 dimostra che nella seconda e nella terza decade di Febbraio la durata dei 120 m^3/sec si ridusse a soli 11,5 anni su 25; cioè al 46 % soltanto. Il che sta a dire che nelle due decadi stesse è venuta a mancare ogni disponibilità di acqua oltre i 120 m^3/sec con la frequenza di 54 anni in un secolo. Nel corso del periodo, la durata dei 120 m^3/sec si mantenne poi sempre inferiore a 25 arrivando al massimo a 21,5 anni (su 25): sicchè nemmeno la competenza delle vecchie utenze è stata coperta totalmente e per l'intero venticinquennio in alcuna decade del periodo.

Sempre nel periodo I, la durata della portata di 150 m^3/sec non superò i 18 anni (72 %) nella prima decade di Aprile e si ridusse a quattro soltanto (16 %) nelle prime due decadi di Febbraio.

Sicchè per tali due decadi la competenza invernale del Villoresi, se ritenuta di 30 m³/sec oltre i 120 (1), nel regime naturale del lago avrebbe la probabilità di essere interamente coperta solo 16 anni in un secolo.

Nel periodo II (11 aprile - 20 giugno) sono da notare le deficienze gravi d'Aprile rispetto alla portata di 190 m³/sec. Nel periodo estivo, dal 21 Giugno al 30 Settembre, le deficienze ricorrono sopratutto in agosto.

Dalle figure è facile ritrarre anche la rappresentazione volumetrica delle deficienze dei deflussi naturali in confronto di qualunque portata superiore alla minima del periodo. Si fissi, ad es. per il periodo invernale, l'attenzione sulla portata di 150 m³/sec: la erogazione costante e continua di questa portata avrebbe assorbito il volume corrispondente a quello del parallelepipedo dell'altezza corrispondente. La deficienza del deflusso naturale rispetto ai 150 m³/sec è rappresentata, ovviamente, dal volume che resta quando dal parallelepipedo si sottrae la porzione in esso contenuta del solido di durata.

Indicativi risultano i valori delle portate medie che furono effettivamente disponibili in ognuno dei periodi considerati, rispettivamente fino a 120 m³/sec (vecchie utenze), e fra 121 e 150, oppure fra 121 e 190, a seconda del periodo:

PORTATE MEDIE DISPONIBILI

nel venticinquennio 1914-1938

Portate in m³/sec \ Periodo	I (1-I — 10-IV)	II (11-IV — 20-VI)	III (21-VI — 30-IX)	IV (1-X — 31-XII)
fino a 120	110,5	119,2	120,0	117,9
fra 121 e 150	15,0	—	—	26,5
fra 121 e 190	—	67,3	67,6	—

(1) Nella realtà, la spettanza normale del Villoresi dovrebbe essere inserita a partire dai 110 m³/sec: le deficienze risulterebbero quindi leggermente inferiori.

PARTE SECONDA

POSSIBILI PIANI DI REGOLAZIONE DEI DEFLUSSI DAL LAGO

I. *Basi e concetto informatore del procedimento risolutivo.*

L'esame svolto nella Parte I ci ha portato a fissare i punti seguenti, che assumono importanza capitale per la risoluzione del problema della regolazione:

a) il limite superiore della trattenuta attiva è stato superato ogni anno in passato, nel regime naturale, e sarà superato ogni anno nel futuro regime regolato, durante il mese di giugno: esso sarà spesso raggiunto anche nella stagione autunnale, come fu spesso raggiunto in passato.

La diga mobile è destinata, quindi, a restare totalmente abbattuta almeno una volta, e spesso due volte all'anno. per intervalli di tempo di varia lunghezza;

b) nei detti intervalli, con stati lacuali superiori al limite superiore predetto (altezza + 1,00 sullo zero di Sesto), il regime dei deflussi sarà libero e, delle portate erogate, potrà al massimo essere utilizzata una frazione equivalente alla capacità complessiva delle varie derivazioni. I *superi* defluiranno inutilizzati a valle;

c) per gli stati lacuali compresi entro i limiti della trattenuta attiva il regime dei deflussi verrà opportunamente regolato, in modo da immettere nel Ticino soltanto le portate occorrenti a coprire le richieste delle utenze. Le portate erogate troveranno quindi completa utilizzazione;

d) ai fini dello studio della regolazione ogni periodo di deflusso regolato, compreso fra due successivi periodi di deflusso li-

bero, può essere trattato come a sè stante, i valori delle portate erogabili potendosi ritenere indipendenti dalle vicende dei due periodi antecedente e susseguente;

e) il fabbisogno idrico delle utenze, in atto e previste lungo il Ticino sublacuale, varia nel corso dell'anno secondo un diagramma che presenta due massimi, l'uno estivo, da giugno ad agosto, l'altro primaverile, nelle ultime due decadi di aprile. Aumentare il primo massimo significa poter estendere a più vaste zone il beneficio dell'irrigazione. L'aumento del secondo si traduce particolarmente nella possibilità di intensificare le integrazioni irrigue in sponda destra, a favore delle colture a riso del Basso Novarese e della Lomellina.

Il problema di definire un piano di regolazione dei deflussi trovasi quindi riportato a quello di stabilire, per ogni periodo compreso fra due successive intumescenze del lago, una successione di erogazioni disciplinate (*schema di regolazione*), la quale risponda nel modo migliore ai bisogni delle utenze nel corso del periodo.

Nella concreta determinazione di questi schemi di regolazione deve essere tenuto presente che, in linea di massima, le erogazioni utili alle utenze in atto dovrebbero, nel regime regolato, risultare in ogni tempo non inferiori a quelle che sarebbero state verificate nello stesso tempo nel regime attuale, e che l'esercizio della regolazione dovrebbe essere inteso a soddisfare le competenze delle utenze in atto, come definite dalle rispettive concessioni.

È ovvio, tuttavia, che a queste condizioni non può essere subordinata quella fondamentale di ottenere la migliore utilizzazione delle acque globalmente disponibili, mentre è fuori di discussione l'opportunità di condurre le determinazioni sulla base della intera serie dei dati del venticinquennio al quale i calcoli sono stati riferiti, senza astrarre dai periodi interessati da eventi critici, come furono indubbiamente le due magre pronunciatissime dell'autunno-inverno 1921-22 e della primavera 1938: eventi che è ben lecito trattare ambedue come eccezionali, in quanto non contano precedenti di equivalente gravità nel precedente quarantennio. Però le direttive di massima, alle quali informare l'esercizio della regolazione, debbono essere riportate all'andamento medio, diremmo

normale, delle vicende lacuali, come è definito dai valori più frequenti dei livelli del lago e delle portate del Ticino.

In periodi di magra eccezionalmente forte e prolungata la riserva lacuale, per quanto impiegata con la più intelligente cautela, non consentirebbe se non un parziale e insufficiente rimedio alle disastrose situazioni idrologiche. Escludere in via assoluta ogni deficienza, anche nelle rare eventualità consimili, comporterebbe limitazioni eccessivamente onerose; in vista di un danno ricorrente raramente e a lunghi intervalli di tempo, non è il caso di rinunciare ai benefici notevoli, e pressochè permanenti, ottenibili dalla utilizzazione di portate alquanto più elevate.

Entità e frequenza delle deficienze aumentano assai rapidamente con l'elevarsi delle portate utilizzate. I computi eseguiti sui dati del consueto venticinquennio ci porteranno a riconoscere che la erogazione utile di 280 m^3/sec sarebbesi potuta mantenere in 24 anni su 25, per il periodo di 56 giorni consecutivi che va dal 21 giugno al 15 agosto, nel quale è normalmente massimo il fabbisogno irriguo, e che soltanto in un anno l'erogazione sarebbe scesa per una decade a 240 m^3/sec, e per altre due a 150. In tale anno si sarebbe quindi verificata una deficienza massima di 130 m^3/sec, cioè del 46 %, per 20 giorni consecutivi (sopra un totale di $25 \times 56 = 1400$ giorni).

Invece la erogazione utile di 320 m^3/sec si sarebbe potuta mantenere nello stesso periodo soltanto per 20 anni su 25; il numero delle decadi con deficienze, distribuite fra i 5 anni rimanenti, sarebbe salito a 11, e la deficienza massima sarebbe salita a 150 m^3/sec, cioè al 53 %.

È chiaro che, a un certo punto, entità e frequenza delle deficienze non risulterebbero più compatibili con il regolare esercizio delle utenze.

Quali siano le deficienze tollerabili, non sembra facile affermare a priori e in linea generale; e potrebbe anche essere materia opinabile.

Nello studio condotto per il lago di Como abbiamo fatto caso soltanto alla frequenza delle deficienze, ritenendo ammissibili quelle ricorrenti non più di due volte in dieci anni. In effetto occorrerebbe considerarne anche l'entità e le singole durate: non avrebbe,

infatti, ripercussioni praticamente apprezzabili la riduzione delle somministrazioni, poniamo del 50 %, se nel corso di una stagione irrigua fosse limitata a una decade soltanto: gravi ne potrebbero essere invece le conseguenze, se essa dovesse protrarsi per un mese e oltre.

Nella presente indagine abbiamo ripetuto i computi per parecchi schemi differenti l'uno dall'altro per l'andamento del diagramma di base e per la entità della massima erogazione utile, e abbiamo determinato le deficienze risultanti per ogni schema esaminato. Non abbiam fissato limiti di tolleranza perchè nostro proposito non era di scegliere una soluzione particolare, bensì di delineare il quadro delle soluzioni plausibili.

Le modalità dei calcoli svolti saranno esposte nel numero seguente insieme con i risultati ottenuti per i pochi schemi che a nostro giudizio si possono considerare come tipici, in quanto ad essi sono riconducibili tutte le soluzioni che potrebbero essere diversamente escogitate. Gli schemi effettivamente esaminati furono in numero assai maggiore; perchè numerosi tentativi dovettero esser compiuti, prima d'arrivare a definire un metodo che sicuramente rispondesse alle esigenze del problema, e perchè gli schemi tipici non vennero individuati immediatamente, ma per tappe successive, attraverso un lavoro di selezione del quale non meriterebbe certo riportare le singole fasi.

Diremo tuttavia che per il periodo autunno-invernale, dalla chiusura dell'irrigazione estiva (30 settembre) alla ripresa di essa (prima metà di aprile), lo studio della regolazione era stato inizialmente informato all'intendimento di assicurare la permanenza di una riserva liquida finale, ritenuta necessaria a garantire il regolare svolgimento delle irrigazioni primaverili. Successivamente si è riconosciuto che tale cautela sarebbe riuscita superflua: i computi dimostrarono infatti che, anche indipendentemente da essa, nella quasi totalità delle venticinque annate esaminate la stagione irrigua si sarebbe iniziata con un rilevante invaso del lago, prodotto dalle piogge frequenti e spesso abbondanti del marzo. Per contro, negli anni eccezionali, come fu ad es. il 1938, nessuna cautela sarebbe valsa a portare apprezzabile rimedio alla sfavorevolissima situazione idrologica.

Gli schemi tipici anzidetti furono quindi applicati senza porre alcuna condizione nei riguardi del livello lacuale all'inizio della stagione irrigua.

II. *Procedimento risolutivo.*

Lo esporremo separatamente per la stagione irrigua estiva dall'ultima decade di giugno a fine di settembre, per la stagione autunnale e invernale, dall'ottobre alla prima decade di aprile, e infine per la stagione irrigua primaverile, giacchè ognuno di questi periodi è stato trattato con concetti propri, diversi dall'uno all'altro.

Base comune dei computi per tutti i periodi è stata la serie dei diagrammi degli afflussi efficaci al lago (precisiamo che il termine «afflusso» è qui usato nel significato, adottato dal Servizio Idrografico, di integrale della portata di afflusso rispetto al tempo). I detti diagrammi sono stati tracciati periodo per periodo, riportando come ordinate le somme progressive delle portate giornaliere d'afflusso efficace al lago, a partire dall'inizio del periodo, ascisse essendo i giorni contati dallo stesso inizio. Il valore di una ordinata generica, moltiplicato per 86400, fornisce il volume in metri cubi affluito al lago dall'inizio del periodo, fino al giorno rappresentato dall'ascissa.

a) *Stagione irrigua estiva.*

Questa stagione è identificata col periodo III della Parte I (§ IV) che comprende i 102 giorni dal 21 Giugno al 30 Settembre: essa riveste importanza capitale ai fini del nostro studio. Poichè in giugno il lago si porta sempre oltre il limite superiore della trattenuta attiva, la stagione si inizia ogni anno con il lago completamente invasato.

Sono stati considerati diversi diagrammi tipo dell'erogazione utile, espressa in percentuale della massima, e corrispondenti a differenti possibili andamenti delle richieste per parte delle utenze. Tali diagrammi furono però caratterizzati tutti da grande semplicità di andamento, con un solo valore costante per l'intera stagione, oppure con una successione di non più di tre valori diversi, di grandezze decrescenti dal giugno al settembre.

Così, in un primo tempo, l'esame fu riferito ai due diagrammi tipo seguenti:

tipo 1): *portata utile costante per l'intero periodo dal 21 Giugno al 30 Settembre.* Il valore di questa portata verrà genericamente indicato col simbolo *q*. Questo tipo risponde al criterio tradizionale di riconoscere alle derivazioni irrigue una competenza costante per l'intera stagione, indipendente dagli effettivi fabbisogni delle coltivazioni;

tipo 2): *portata utile variabile nel corso del periodo predetto in conformità dei presunti bisogni delle utenze*: e comprendente quindi una parte costante (che è stata assunta in 120 m^3/sec) per le vecchie utenze e una parte variabile, per le derivazioni irrigue superiori (Can. Villoresi, e divisate derivazioni in destra Ticino).

Nei riguardi di queste ultime si ritenne che, almeno in primo tempo, potesse costituire una attendibile base di orientamento il diagramma stabilito per il canale Muzza (1); massimo consumo, dal

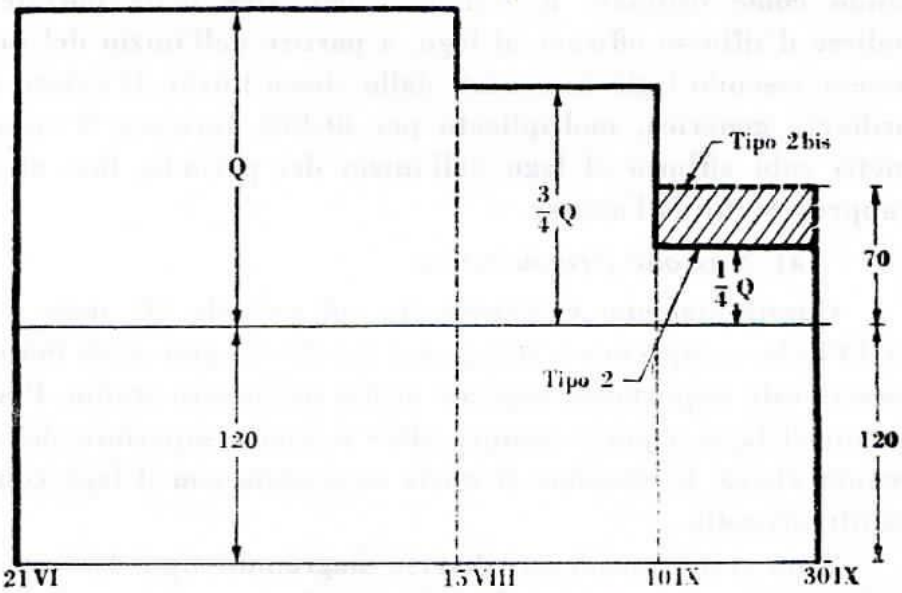


Fig. 7. - Diagramma tipo di erogazione - Stagione estiva.

20 Giugno al 15 Agosto, con dotazione 100; dal 16 Agosto all'8 Settembre dotazione 75; dal 9 al 30 Settembre dotazione 25. Atteso il raggruppamento dei dati di portata per decadi, abbiamo spostato il secondo limite dall'8 al 10 Settembre sicchè la seconda parte del

(1) V. in pubblicazione citata a pag. 6: V. ALPE: *Notizie sulla irrigazione del piano irriguo della Muzza.*

periodo, dal 16 Agosto al 10 Settembre, risultò di 26 giorni, e di 20 la terza, dall'11 al 30 Settembre.

Indicata genericamente col simbolo Q la massima portata destinabile anno per anno alle irrigazioni, in aggiunta alla competenza costante delle vecchie utenze, assunta sempre in 120 m^3/sec (1), la successione delle erogazioni del diagramma tipo 2 risultò definita come appresso (fig. 7):

dal 21 Giugno	al 15 Agosto	$(120 + Q)$	m^3/sec
» 16 Agosto	» 10 Settem.	$(120 + 0{,}75\ Q)$	»
» 11 Settem.	» 30 Settem.	$(120 + 0{,}25\ Q)$	»

In secondo tempo, il diagramma tipo 2 venne in parte modificato, come diciamo più avanti.

Per ognuno dei due tipi 1 e 2 furono stabilite, in base alle curve degli afflussi, le erogazioni attuabili dal lago nei periodi 21 Giugno-30 Settembre dei singoli anni del venticinquennio, fissa la condizione che il lago fosse completamente invasato all'inizio di ogni periodo, con altezza non inferiore al limite superiore + 1,00 della trattenuta attiva, e scendesse poi almeno una volta fino al limite inferiore — 0,50.

Per determinare i valori di q (diagramma tipo 1), non si fece che tracciare col metodo grafico consueto (metodo Conti) la spezzata di minimo sviluppo, atta a determinare almeno una volta l'esaurimento dell'invaso. La portata corrispondente al lato di minima inclinazione della spezzata rappresentava anno per anno il valore della massima portata *q costante per tutti i 102 giorni*, che in quell'anno sarebbesi potuta erogare dal fiume, in relazione alle vicende degli afflussi al lago.

L'applicazione dei diagrammi del tipo 2 avvenne attraverso un procedimento grafico per tentativi, analogo a quello adottato per l'Adda ed esposto nella pubblicazione citata. Nel caso presente, le erogazioni utili delle tre parti nelle quali è stato suddiviso il periodo 21.VI—30.IX non si succedono secondo rapporti costanti per tutti gli anni, come si era ammesso per il lago di Como, bensì secondo rapporti variabili al variare del valore della portata Q, che risultò in generale diversa da un anno all'altro. Tuttavia bastarono in generale due o tre tentativi per arrivare al risultato.

---

(1) Vedere però al riguardo la nota di pag. 23.

Si ottennero così venticinque terne di erogazioni, una terna per anno: i rapporti fra le erogazioni successive di una stessa terna dipendono unicamente dal valore di Q [ad esempio, per i due periodi del 21 Giugno al 15 Agosto e dal 16 Agosto al 10 Settembre il rapporto è espresso da: $(120 + Q) : (120 + 0{,}75\, Q)$].

I risultati numerici ottenuti trovano una sintetica rappresentazione nei due diagrammi della figura 8. Trattasi dei diagrammi di durata dei valori stabiliti rispettivamente per q (linea inferiore) e per $120 + Q$ (linea superiore).

Il primo è stato tracciato ordinando per grandezze decrescenti i venticinque valori delle massime erogazioni utili — continue e costanti per i 102 giorni — riconosciute realizzabili anno per anno del venticinquennio.

Nel secondo sono ordinate in modo analogo le venticinque erogazioni utili $(120 + Q)$, massime per ognuna delle terne individuate anno per anno del venticinquennio, e relative ai 56 giorni dal 21 Giugno al 15 Agosto.

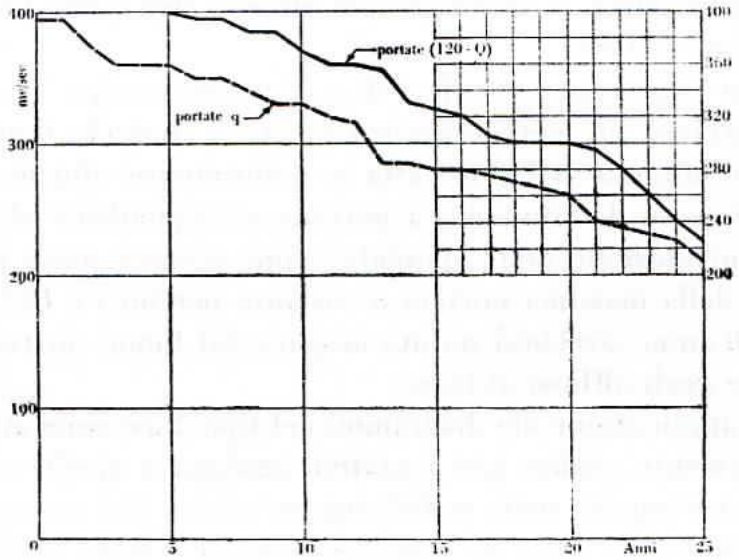


Fig. 8 — Diagrammi di durata delle portate q di erogazione continua costante dal 21 Giugno al 30 Settembre (diagramma tipo 1) e delle portate $(120 + Q)$ di erogazione continua costante dal 21 Giugno al 15 Agosto (diagramma tipo 2).

Il diagramma delle $(120 + Q)$ è tutto superiore a quello delle q: il distacco è limitato a pochi metri cubi per secondo per le durate di 25 e 24 anni su 25, ma aumenta notevolmente per le durate

minori. In particolare, la portata $(120 + Q)$ continua per i 56 giorni, della quale sarebbe stata assicurata l'erogazione in 21 anni del venticinquennio, è risultata di 295 m^3/sec, mentre ammonta a soli 240 m^3/sec quella q costante per 102 giorni, la cui erogazione sarebbe potuta avvenire con pari frequenza nel venticinquennio.

Merita soffermarsi un momento sul significato di queste constatazioni. Poter assicurare l'erogabilità di una certa portata per 21 anni su 25, significa escludere che le deficienze abbiano a ricorrere con frequenza superiore a quella di 4 anni su venticinque, cioè superiore al 16 %. Ammesso, in via d'ipotesi, che tale sia il limite delle frequenze tollerabili, i numeri precedenti verrebbero a dirci che:

se la utilizzazione dovesse avvenire con diagramma costante per l'intero periodo estivo, essa potrebbe al massimo venir commisurata alla portata continua di 240 m^3/sec: si ritrova all'incirca la portata che a suo tempo era stata indicata dal sen. Fantoli;

se, invece, si ammettesse un diagramma del tipo 2, con portata variabile nel corso del periodo nei rapporti $(120 + Q)$: $(120 + {}^3/_4\, Q)$: $(120 + {}^1/_4\, Q)$, l'utilizzazione dovrebbe essere commisurata per i 56 giorni di massimo fabbisogno, dal 21 Giugno al 15 Agosto, alla portata di 295 m^3/sec, salvo a ridursi successivamente a 251 m^3/sec fino al 10 Settembre, e a 164 m^3/sec dall'11 al 30 Settem. La media generale del periodo risulterebbe di 258 m^3/sec, superiore di 18 m^3/sec al valore della portata continua di pari frequenza.

Assunta, a titolo di semplice riferimento, la dotazione di 2 litri per secondo e per ettaro, nel primo caso le acque del Ticino sublacuale basterebbero al massimo per la irrigazione di 120 mila ettari: nel secondo esse potrebbero trovare impiego — *con identica dotazione unitaria* — sopra 147,50 mila ettari. Il beneficio della regolazione sarebbe, cioè, esteso a ben 27,5 mila ettari in più.

Questi numeri dànno rilievo ai vantaggi dello schema con derivazione decrescente nel corso della stagione irrigua, in confronto di quello tradizionale, con derivazione costante per tutta la stagione.

È quasi superfluo dire che, a seguito della precedente constatazione, l'esame ulteriore è stato riferito unicamente a diagrammi

di erogazione utile decrescente da giugno a settembre, pari o analoghi a quello del tipo 2.

L'andamento della curva di durata di fig. 8 (linea continua) denota la esistenza di un gomito assai marcato intorno alla erogazione di 300 m^3/sec, in corrispondenza della quale la frequenza delle deficienze aumenta rapidamente dal 20 % al 40 %, mentre la portata aumenta di pochi centesimi.

La erogazione di 300 m^3/sec costanti dal 21 Giugno al 15 Agosto segna pertanto un limite che difficilmente converrebbe oltrepassare, anche nella ipotesi di utilizzazione molto spinta delle risorse rese disponibili dalla regolazione: per contro, sono di limitato rilievo le riduzioni conseguibili nel numero delle deficienze mediante l'abbassamento della erogazione massima al di sotto di 280 ÷ 300 m^3/sec.

Pertanto, nei rapporti della erogazione costante e continua dal 21 Giugno al 15 Agosto, le soluzioni ammissibili restano circoscritte intorno ai 300 m^3/sec. Abbiamo ritenuto che a darne il quadro completo potesse bastare di procedere a individuarle compiutamente per i tre valori di 280, 300 e 320 m^3/sec (Q rispettivamente uguale a 160, 180 e 200 m^3/sec) ai quali nel venticinquennio spettano rispettivamente tre, cinque e nove anni con deficienze (frequenze delle deficienze 12 %, 20 % e 36 %).

Le determinazioni sono state condotte con riferimento ad un diagramma di erogazioni utili leggermente modificato rispetto al tipo 2, secondo il criterio seguente.

I calcoli grafici, attraverso i quali si era pervenuti a stabilire i valori riportati in fig. 8 (linea continua), avevano dato luogo a constatare che nel corso delle diverse stagioni estive del venticinquennio le deficienze ricorrevano o verso la metà di agosto, al termine della erogazione utile $120 + Q$, o nei susseguenti ventisei giorni, con erogazione $120 + {}^3/_4\, Q$: non mai nelle ultime due decadi di Settembre, nelle quali la erogazione utile veniva ridotta a $120 + {}^1/_4\, Q$, cioè a 160, 165 e 170 m^3/sec rispettivamente per i valori 280, 300 e 320 del colmo estivo. Gli afflussi al lago nelle decadi stesse risultavano pertanto esuberanti nei confronti delle contemporanee erogazioni, andando impiegati a determinare un incremento non necessario dell'invaso.

Si procedette perciò a riconoscere la possibilità di elevare la

erogazione delle ultime due decadi di settembre a 190 m^3/sec, così da poter soddisfare per tutto settembre la competenza del Canale Villoresi, oltre quella delle vecchie utenze (i futuri utenti di destra, ricordasi, hanno segnalato fabbisogno nullo per settembre).

A seguito dell'esito favorevole dei primi riconoscimenti, venne definitivamente adottato il nuovo diagramma seguente (diagramma tipo 3):

dal 21-VI	al 15-VIII	$120 + Q$	m^3/sec
» 16-VIII	» 10-IX	$120 + {}^3/_4\, Q$	»
» 11-IX	» 30-IX	190	»

che per ognuno dei tre valori considerati della erogazione del colmo estivo fornisce (v. fig. 9):

Schema	I	II	III	
dal 21-VI al 15-VIII	280	300	320	m^3/sec
» 16-VIII » 10-IX	240	255	270	»
» 11-IX » 30-IX	190	190	190	»
medie dell'intero periodo	252,1	267,4	281,8	»

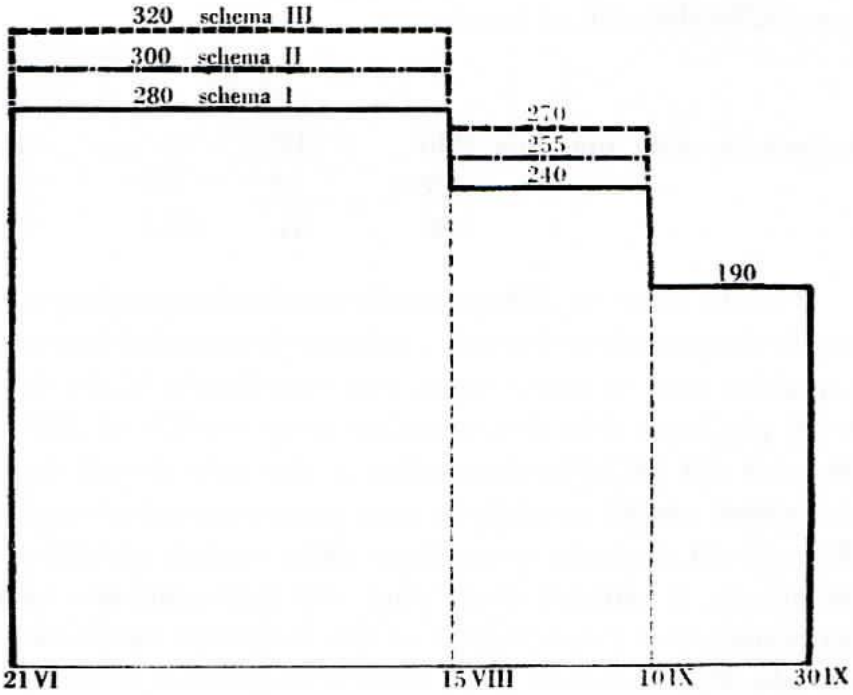


Fig. 9 — Diagrammi di erogazione esaminati (tipo 3).

Ognuno degli schemi così definiti è stato inserito graficamente, anno per anno, col metodo consueto, nel diagramma degli afflussi al lago, deducendone le portate di erogazione utile che corrispondentemente risultavano disponibili, decade per decade.

Queste portate si vedono indicate nelle Tabelle II, III e IV (pagg. 59-61). Con i numeri in corsivo sono poste in evidenza le portate deficienti, rispetto alla erogazione utile corrispondente secondo lo schema assunto (ad es. nella tabella II, relativa allo schema I, sono considerate deficienti le erogazioni che non raggiungono i 280 m^3/sec fra il 21 Giugno e il 15 Agosto, i 240 dal 16 Agosto al 10 Settembre, i 190 nelle ultime due decadi).

Le deficienze trovano una sintesi espressiva nel prospetto della pagina di contro. Decade per decade, vi sono riportati il numero delle decadi deficienti nell'intero venticinquennio e il volume complessivamente mancante, rispetto a quello occorrente per coprire il diagramma (volume espresso in metri cubi al secondo continui per una decade: i corrispondenti valori in metri cubi si ricavano quindi moltiplicando i numeri riportati per i secondi di una decade, cioè per 10×86400):

Se, poi, si fa caso alle 25 stagioni estive considerate nel loro insieme (250 decadi), si trova:

	decadi deficienti			
	numero totale	%	ripartite in anni numero	%
erogazione utile massima 280	10	4	4	16
» » » 300	18	7.2	7	28
» » » 320	31	12.4	9	36

Fissata ad es. in 280 m^3/sec la massima erogazione utile estiva, sarebbe da prevedere di dover razionare le somministrazioni d'acqua in quattro anni su venticinque, con una durata media di due a tre decadi per anno e la deficienza massima sarebbe di 130 m^3/sec su 280, cioè del 46,5 %, circoscritta a due sole decadi (nella realtà le riduzioni sarebbero state in gran parte concentrate nel solo anno 1921). Se la massima erogazione utile venisse elevata a 300 o a 320 m^3/sec, il numero degli anni con razionamento salirebbe rispettivamente a 7 o a 9 anni su 25, le durate medie rispettive risultando di $2 \div 3$, o di poco oltre le 3 decadi e le deficienze massime risulterebbero di 150 m^3/sec su 300 (50 %), e 150 su 320.

Decadi	1-10 VII	11-20 VII	21-31 VII	1-10 VIII	11-15 VIII	16-20 VIII	21-31 VIII	1-10 IX	11-20 IX	21-30 IX	Totali del venticinq.io
Erogazione normale	280 m^3/sec					240 m^3/sec			190 m^3/sec		
numero delle decadi con deficienze . . .	—	1	1	1	—	—	3	2	2	—	10
volumi deficienti nel venticinquennio (0,864 milioni di m^3) . . .	—	40	130	130	—		160	140	80	—	680
deficienze massime m^3/sec	—	40	130	130	—	—	90	90	40	—	
Erogazione normale	300 m^3/sec					255 m^3/sec			190 m^3/sec		
numero delle decadi con deficienze . . .	—	1	1	1	—	3	3	2	5	2	18
volumi deficienti nel venticinquennio (0,864 milioni di m^3) . . .	—	120	150	150	—	127,5	255	200	170	65	1237
deficienze massime m^3/sec	—	120	150	150	—	115	115	115	50	40	
Erogazione normale	320 m^3/sec					270 m^3/sec			190 m^3/sec		
numero delle decadi con deficienze . . .	1	1	1	1	4	5	5	6	5	2	31
volumi deficienti nel venticinquennio (0,864 milioni di m^3) . . .	135	135	135	135	245	212	415	525	180	65	2182
deficienze massime m^3/sec	135	135	135	135	150	130	130	130	50	40	

Ai fini della esatta interpretazione del significato pratico dei numeri precedenti, occorre però aver presente che le deficienze si sarebbero verificate nelle annate più asciutte, nelle quali sarebbe stato più sentito il bisogno dell'irrigazione, e meno gradito sarebbe riuscito il razionamento dell'acqua. Saranno indicativi a tale riguardo, i valori delle massime deficienze che si sarebbero avute decade per decade: essi, infatti, per tutti gli schemi, vanno oltre il 40 % delle corrispondenti erogazioni utili. Su riduzioni di tale entità occorre quindi far conto per annate molto povere di deflussi, paragonabili al 1921-22.

Osserviamo da ultimo che la stagione irrigua estiva non può essere considerata come interamente a sè stante, perchè la entità delle erogazioni estive determina, entro certi limiti, lo stato dell'invaso al 1° ottobre, all'inizio della stagione autunnale; ne possono dipendere quindi le erogazioni utili attuabili nelle prime settimane di questa stagione.

Stabiliti i livelli del lago, espressi in centimetri d'acqua invasata al di sopra del limite inferiore della trattenuta attiva, che si sarebbero verificati al 30 Settembre di ogni anno per ognuno dei tre schemi considerati, sono stati ottenuti i valori dei tre prospetti della Tabella V (pag. 62).

Essa dimostra che, con qualunque schema, il livello del lago alla fine di Settembre sarebbe stato superiore al limite superiore della trattenuta attiva (invaso 150 cm) in 14 anni su 25; in altri quattro l'invaso finale sarebbe stato non inferiore ai 9/10 del massimo. Nei soli sette anni rimanenti, su 25, l'invaso finale si sarebbe ridotto a valori più bassi, ma in due o tre soltanto sarebbe sceso al di sotto di 30 cm, cioè a meno della quinta parte del massimo. Nell'insieme lo stato finale appare influenzato, più che dal tipo di erogazione adottato per la stagione estiva, dalla entità delle piogge di settembre, le quali nella maggior parte degli anni bastano a determinare una ricostituzione più o meno completa dell'invaso.

Le differenze fra uno schema e l'altro risultano di scarso rilievo; soltanto negli anni nei quali, anche nel regime naturale, il lago sarebbesi trovato in magra più o meno marcata, alle maggiori erogazioni estive corrisponde un peggioramento nella situazione dell'invaso alla fine della stagione, che però si mantiene sempre di limitata importanza.

Di fronte a questa constatazione abbiamo ritenuto di poter riportare l'esame del periodo susseguente, con inizio dal 1° Ottobre, soltanto alle condizioni di invaso al 30 Settembre individuate per lo schema 1 di erogazione utile (massimo 280 m^3/sec), avendo la certezza che il riferimento alle condizioni pertinenti agli altri due schemi non avrebbe apportato modificazioni di pratico rilievo nei valori dei risultati.

b) *Autunno e inverno, dal 1° Ottobre all'inizio delle irrigazioni primaverili.*

I calcoli relativi al periodo sono stati condotti con riferimento a diversi schemi, assunti con l'intendimento di considerare le diverse possibili esigenze delle utilizzazioni alimentate dal fiume.

Si cominciò da due schemi definiti con riguardo soprattutto ai bisogni delle forze motrici, alle quali interessa di attenuare nei limiti del possibile la magra invernale, che nel regime naturale comporta di regola i minimi livelli lacuali tra febbraio e marzo, senza per altro raggiungere il completo esaurimento della riserva lacuale se non in eventualità affatto eccezionali.

Si è prevista perciò per ambedue gli schemi una progressiva diminuzione delle erogazioni col deprimersi dei livelli del lago nei limiti della trattenuta attiva, i due schemi differendo tra loro unicamente per il valore della portata da derivare dal lago nelle condizioni di completo invaso (livello a quota 194). Tale portata è stata fissata per il primo (schema A) in 150 m^3/sec — sufficienti a soddisfare la competenza delle vecchie utenze e quella invernale del Can. Villoresi — per il secondo (schema B) in 180 m^3/sec — sufficienti a soddisfare la capacità dell'impianto di Vizzola e la competenza invernale del Villoresi.

Le erogazioni rispettive, nei limiti della trattenuta attiva, sono state definite come segue:

Schema A:

livelli a Sesto compresi fra 1,00 e 0.50: 150 m^3/sec
» » » » » 0,50 e 0.00: 120 »
» » » inferiori a 0,00: massima portata compatibile con la condizione di non abbassare il livello lacuale sotto il limite — 0.50, ma comunque non superiore a 120 m^3/sec.

Schema B:

livelli a Sesto compresi fra 1,00 e 0,70: 180 m^3/sec
» » » » » 0,70 e 0,40: 150 »
» » » » » 0,40 e 0,00: 120 »
» » » inferiori a 0,00: massima portata compatibile con la condizione detta sopra, ma comunque non superiore a 120 m^3/sec.

Le erogazioni da attuare per i livelli inferiori allo zero dell'idrometro di Sesto (sotto i quali si scende in generale verso la fine della stagione invernale, tra febbraio e marzo) sono state definite anno per anno con il metodo della spezzata di minimo sviluppo (metodo Conti), limitando però l'erogazione a 120 m^3/sec in quei casi nei quali il metodo stesso desse luogo a portate superiori.

Le tabelle VI e VII (pagg. 63-66) contengono i valori ottenuti per i due schemi: come deficienti sono distinti, stampandoli in corsivo, tutti i valori inferiori a 150 m^3/sec, tanto per l'uno che per l'altro schema. Sono inoltre sottolineati quelli che non raggiungono nemmeno i 120 m^3/sec.

Si notano delle deficienze rispetto a questa portata in quattro inverni su ventiquattro, secondo lo schema A, e in cinque anni su ventiquattro secondo lo schema B; esse hanno entità pressochè equivalenti per i due schemi, ma sono lievemente più numerose per il secondo (34 decadi complessivamente invece di 28, sopra un totale di 456 nell'intero venticinquennio).

Occorre però notare che, se si facesse riguardo unicamente alle esigenze idroelettriche, sarebbero da considerare degli schemi di erogazione i quali concentrassero lo svaso nel periodo dalla metà di Gennaio alla metà di Aprile nel quale è massimo il fabbisogno, riducendo invece le erogazioni dei mesi precedenti, nei quali la minor produzione degli impianti alimentati dal Ticino potrebbe essere facilmente compensata con energia di diversa provenienza.

Con riguardo soprattutto al fabbisogno delle utilizzazioni irrigue, che, abbiamo detto, è circoscritto sostanzialmente ai quattro mesi da Novembre a Febbraio, sono stati esaminati due schemi prospettati rispettivamente dal Direttore del Consorzio Villoresi ingegner Bertè e dall'Amministrazione dei Canali Demaniali.

Secondo lo schema dell'ing. Bertè (lo chiamiamo *schema C*) all'erogazione dei detti quattro mesi viene mantenuto più a lungo che sia possibile il valore di 150 m^3/sec: mentre quella di Ottobre viene ridotta sotto i 150, ma non oltre i 120, negli anni in cui la erogazione di 150 non sia compensata dagli afflussi al lago, e quelle di marzo e della prima decade di aprile vengono adeguate alle disponibilità. Le erogazioni sono, poi, elevate a 180 m^3/sec in ogni epoca in cui si presenti la possibilità di farlo.

Lo schema D è definito con lo stesso criterio: soltanto la erogazione del quadrimestre Novembre-Febbraio è assunta in 160, anzichè in 150 m^3/sec.

I risultati sono esposti nelle Tabelle VIII e IX (pagg. 66-69). Come era facile prevedere, l'elevamento della erogazione invernale si traduce, rispetto ai due schemi precedenti A e B, in un aumento della frequenza e della entità delle deficienze da Febbraio in avanti. Nei ventiquattro periodi dal 1° Marzo al 10 Aprile, ambedue gli schemi comportano 13 decadi (su un totale di 96), ripartite fra quatro anni, nelle quali la erogazione scende sotto ai 120 m^3/sec. Nel mese di Febbraio le decadi con portata inferiore ai 120 m^3/sec risultano in numero di 10 su 72 con lo schema C, e salgono a 16 con lo schema D.

Queste deficienze richiamano l'attenzione oltre che per il loro numero, per la loro entità: giacchè esse comportano la riduzione delle erogazioni a valori inferiori a quegli stessi che furono raggiunti durante le stesse epoche nel regime naturale. Ad esempio, nel 1929 e nel 1932 si sarebbe scesi rispettivamente a 63 e 59 m^3/sec, mentre nella realtà la portata del Ticino a Sesto non scese sotto i 72 m^3/sec nel 1929 e sotto i 71 m^3/sec nel 1932.

Nell'insieme, accentuare le erogazioni del periodo da Novembre a Gennaio, significa attenuare il beneficio della regolazione nei due mesi successivi fino a creare per i mesi stessi in talune annate critiche delle situazioni più sfavorevoli di quelle verificabili a parità di circostanze col lago non regolato.

Per completare il quadro delle possibili utilizzazioni invernali interessa pure conoscere le condizioni dell'invaso che ognuno degli schemi precedenti comporterebbe al 10 Aprile, all'inizio della stagione irrigua. Tali condizioni sono riassunte negli specchi della

Tab. X (pag. 71) e non risultano sostanzialmente diverse da uno schema all'altro. Per tutti si contano infatti 2 anni (su 24), e sono il 1929 e il 1938, nei quali le erogazioni primaverili si sarebbero dovute avviare senza alcun invaso iniziale, e un anno nel quale l'invaso iniziale sarebbe stato di soli 37 centimetri (74 milioni di metri cubi). In tutti gli altri, l'invaso sarebbe risultato più elevato.

c) *Primavera, dall'inizio della stagione irrigua alla ricostituzione dell'invaso.*

Definite (v. Tab. X) le situazioni iniziali dell'invaso all'11 Aprile, il computo si riduceva a stabilire le erogazioni effettuabili nel periodo, compatibilmente con le condizioni consuete.

Bastarono pochi tentativi per riconoscere che nel periodo poteva essere mantenuta, con un numero sempre tollerabile di deficienze, la erogazione costante di 280 m^3/sec; su tale erogazione credemmo pertanto di poterci fermare, non ritenendo che ora, e nemmeno in avvenire, possano trovare impiego nella zona servita delle portate più rilevanti. L'esame di portate inferiori perdeva ogni interesse, una volta che quella di 280 era risultata accettabile.

I computi sono stati ripetuti per le tre condizioni iniziali d'invaso, conseguenti ai tre schemi A, B, C. Le differenze sono risultate di minimo momento, sicchè la tab. XI, stabilita per lo schema C, vale praticamente anche per gli altri. Essa dimostra che nel corso dell'intero venticinquennio, e su un numero complessivo di 175 decadi, la portata di 280 m^3/sec sarebbesi potuta mantenere per almeno 161 decadi, le deficienze interessando soltanto 14 decadi (che si ridurrebbero a 11 per lo schema A). Solo in sei decadi, quattro delle quali ricadenti nel 1938, contrassegnato da una magra primaverile indubbiamente non comune, la erogazione utile sarebbe dovuta ridursi sotto i 200 m^3/sec: importa tuttavia notare che nello stesso 1938 la portata regolata sarebbe scesa per una decade a soli 67 m^3/sec, cioè a meno di un quarto del valore di 280 m^3/sec, assunto come normale per la stagione.

Di fronte, però, alle constatazioni offerte dall'insieme del venticinquennio, riteniamo di poter concludere che, per la stagione primaverile dall'11 Aprile al 20 Giugno, il piano della regolazione possa essere con tutta tranquillità commisurato alla erogazione costante di 280 m^3/sec, e non vorremmo escludere la possibilità

di erogazioni leggermente maggiori, qualora se ne dimostrasse possibile un utile impiego.

Il calcolo non è stato ripetuto per le condizioni d'invaso all'11 Aprile conseguenti all'applicazione dello schema D, perchè esse differivano minimamente da quelle ottenute per lo schema C.

Definito il quadro delle possibilità offerte dalla regolazione del Lago Maggiore, un confronto fra i vari schemi d'utilizzazione esaminati richiederebbe la valutazione comparata dei pregi e degli inconvenienti rispettivi, in rapporto all'impiego che le acque regolate potessero trovare da parte delle utenze, attuali e future. Come notato nelle premesse, una valutazione siffatta costituisce un problema a sè, che esce dal campo della presente indagine, diretta semplicemente a fornire il quadro delle portate disponibili nel Ticino regolato.

Prima di finire noteremo tuttavia che il volume liquido, che può restare annualmente a disposizione delle utenze con ognuno dei vari schemi esaminati, risulta tanto più grande quanto maggiore è la massima portata utile della quale lo schema prevede la erogazione (intendiamo la portata del colmo estivo, per la stagione propriamente irrigua, e quella dalla quale viene avviata la derivazione, per la stagione autunno-invernale). A valori più elevati del volume stesso corrispondono pure maggiori quantitativi dell'energia producibile globalmente da parte delle utenze industriali.

Ma questi valori più elevati dell'acqua globalmente utilizzabile e dell'energia globalmente producibile non significano affatto che gli schemi comportanti delle erogazioni massime più elevate presentino carattere di maggior convenienza, e debbano avere perciò la preferenza. Occorre infatti considerare, come già notato, che agli schemi medesimi corrispondono inevitabilmente deficienze più gravi per entità e per durata, e che, inoltre, acqua ed energia presentano valori assai diversi nel corso dell'anno, e anche di una medesima stagione.

L'acqua irrigua di settembre, e anche quella di maggio, valgono assai meno di quella di luglio, e di quella di aprile per le zone a risaia; l'energia di febbraio e marzo è ben più pregiata di quella di agosto e di ottobre.

Il confronto non può quindi essere riportato ai soli valori globali dell'acqua utilizzata e dell'energia prodotta, ma richiede analisi più minute, che sole possono valere a conferirgli la necessaria attendibilità.

Non vogliamo inoltre mancare di rilevare i pericoli che può comportare l'assunzione di valori troppo elevati per le erogazioni poste a base dell'esercizio della regolazione, sopratutto per la stagione irrigua estiva. Aumentare le erogazioni estive significa, infatti, poter estendere a maggior superficie il beneficio della irrigazione con acque del Ticino, e quindi consentire che venga intrapresa la trasformazione irrigua di più vaste zone, attualmente asciutte o insufficientemente irrigate. Grave verrebbe ad essere la situazione di queste zone, e di tutti i territori irrigati con acque del Ticino, se la trasformazione irrigua, sempre molto costosa, avesse all'atto pratico a risultare attuata sopra una estensione sproporzionata alle effettive disponibilità idriche, e si rendessero quindi necessarie delle riduzioni del territorio servito, o delle limitazioni nelle quantità d'acqua somministrate.

Che se, invece, all'atto pratico dovesse apparire possibile qualche aumento delle portate utili rispetto ai valori inizialmente assunti, questo aumento potrà sempre essere effettuato a momento opportuno, senza difficoltà di sorta e con assoluta certezza dell'esito.

CONCLUSIONI

Le conclusioni della presente indagine si possono riassumere come segue:

1. — Le erogazioni da effettuare dal lago nel regime regolato possono essere stabilite in modi pressocchè indipendenti per la stagione irrigua dall'11 Aprile al 30 Settembre, e per la parte rimanente dell'anno, dal 1° Ottobre al 10 Aprile.

La stagione irrigua si suddivide a sua volta in due parti, rese fra loro indipendenti dalla completa ricostituzione dell'invaso, che si ripete ogni anno nel mese di Giugno, sia nel regime naturale, sia in qualunque ammissibile regime regolato;

2. — Per la stagione estiva, dal 21 Giugno al 30 Settembre, è certamente preferibile che le erogazioni utili vengano regolate secondo diagrammi decrescenti col tempo, in relazione all'andamento del fabbisogno delle irrigazioni.

I computi svolti sono stati riportati a diagrammi di erogazioni molto semplici, ritenendo che essi bastassero a individuare le caratteristiche salienti delle soluzioni possibili; all'esperienza di un primo periodo di esercizio spetterà di fornire indicazioni fondate circa l'eventuale convenienza di più minute suddivisioni. Meritano particolare attenzione i risultati stabiliti per gli schemi di erogazione, definiti come appresso:

21.VI	—	15.VIII	$120 + Q$	m³/sec
16.VIII	—	10.IX	$120 + 0{,}75\,Q$	»
11.IX	—	30.IX	190	»

i valori ammissibili per Q essendo da ritenersi compresi fra 160 e 200 m³/sec, e quindi le erogazioni utili $(120 + Q)$ del periodo 21.VI—15.VIII comprese fra 280 e 320 m³/sec.

Sono stati partitamente considerati per $(120+Q)$ i valori di 280, di 300 e di 320 m^3/sec: le erogazioni utili ricavabili corrispondentemente decade per decade del venticinquennio 1914-38 sono esposte nelle Tabelle II, III e IV.

Tutti gli schemi comportano delle deficienze: le quali però sono tutte contenute entro limiti che in linea di massima potrebbero ritenersi tecnicamente ammissibili. Occorre tuttavia considerare che:

a) gli schemi esaminati comportano delle deficienze tanto più marcate ed estese, quanto più sono elevate le erogazioni;

b) il venticinquennio 1914-38 fu indubbiamente un periodo di acque relativamente abbondanti: la media generale superò infatti di 20 m^3/sec quella del venticinquennio immediatamente precedente, e di 7 m^3/sec quella del settantennio 1870-38. Se i computi fossero stati riferiti ad altro periodo, gli stessi schemi avrebbero dato luogo con ogni probabilità alla utilizzazione di volumi minori, comportando deficienze più numerose e più intense;

c) sembra in massima consigliabile dare la preferenza, almeno in partenza, a soluzioni restrittive, che comportino deficienze poco numerose e di più limitata entità, assoluta e relativa. Assunto in partenza uno schema commisurato ad una erogazione di base relativamente bassa, sarà sempre possibile e relativamente facile passare in progresso di tempo ad uno più ampio, riferito ad erogazioni maggiori, qualora l'esperienza ne avesse a dimostrare la convenienza. Difficili e incresciose riuscirebbero invece le restrizioni, se dovessero avvenire a trasformazione irrigua attuata, e perchè questa fosse risultata sproporzionata alle acque effettivamente disponibili.

3. — Nel periodo dal 1° Ottobre al 10 Aprile la utilizzazione può essere avviata sulla base di una erogazione utile massima compresa fra i 150 e i 180 m^3/sec.

Se questa erogazione viene fatta progressivamente decrescere col deprimersi degli stati lacuali, si può far conto ancora in Febbraio e in Marzo su portate utili di regola non inferiori ai 120 m^3/sec, e inferiori a 100 solo in pochissimi casi, corrispondenti ad eventi che è lecito ritenere catastrofici.

Se, invece, la erogazione viene stabilita in 120 m^3/sec per il mese di Ottobre e quindi, per i quattro mesi successivi, da Novembre a Febbraio, viene mantenuta costante più a lungo che sia possibile sul valore di 150 m^3/sec, o su quello 160 m^3/sec, si arriva in quattro anni su venticinque all'esaurimento completo della riserva lacuale prima della fine del periodo, nel mese di Febbraio o in quello di Marzo. Le erogazioni utili si ridurrebbero allora in qualche anno e per qualche decade a valori inferiori a quelli verificati nel regime naturale del lago.

4. — Nella stagione irrigua primaverile, dall'11 Aprile al 20 Giugno, può essere facilmente assicurata la erogazione utile costante di 280 m^3/sec. Le deficienze risultano in numero limitato, ed assumono importanza grave soltanto in annate eccezionali per assoluta scarsezza d'acqua meteorica, alla quale la regolazione del lago non potrebbe comunque porre rimedio.

Le varie constatazioni che abbiamo rapidamente riassunte individuano le possibilità offerte dalla regolazione dei deflussi del Lago Maggiore, allorchè saranno stati eseguiti tutti i lavori previsti per la sistemazione dello sbocco lacuale e compatibilmente con i limiti attualmente stabiliti per la trattenuta attiva. Esse, però, giova aggiungere, non valgono *da sole* a fornire alcun criterio di preferenza per l'una o per l'altra delle soluzioni esaminate, e tanto meno una base per la scelta della soluzione da adottare.

Milano, primavera 1943.

TABELLE

I*a*), I*b*) - Portate di deflusso del Ticino a Sesto e d'afflusso efficace al Lago Maggiore. Medie decadiche per il venticinquennio 1914-38.

II - Erogazioni utili dal lago, attuabili nella stagione estiva dal 21 Giugno al 30 Settembre secondo lo SCHEMA I: massimo estivo 280 m^3/sec (medie decadiche).

III - Erogazioni utili dal lago, attuabili nella stagione estiva dal 21 Giugno al 30 Settembre secondo lo SCHEMA II: massimo estivo 300 m^3/sec.

IV - Erogazioni utili dal lago, attuabili nella stagione estiva dal 21 Giugno al 30 Settembre secondo lo SCHEMA III: massimo estivo 320 m^3/sec.

V - Condizioni d'invaso del lago al 30 Settembre secondo i tre schemi I, II, III.

VI - Erogazioni utili dal lago, attuabili nella stagione invernale (1° Ottobre-10 Aprile) secondo lo SCHEMA A.

VII - Erogazioni utili dal lago, attuabili nella stagione invernale (1° Ottobre-10 Aprile) secondo lo SCHEMA B.

VIII - Erogazioni utili dal lago, attuabili nella stagione invernale (1° Ottobre-10 Aprile) secondo lo SCHEMA C.

IX - Erogazioni utili dal lago, attuabili nella stagione invernale (1° Ottobre-10 Aprile) secondo lo SCHEMA D.

X - Condizioni di invaso al 10 Aprile (secondo i tre schemi A, B, C).

XI - Erogazioni utili dal lago attuabili nella stagione primaverile (11 Aprile-20 Giugno) secondo lo SCHEMA C.

Medie decadiche delle portate del Ticino a Sesto nel venticinquennio 1914-38 (M^3/sec)

Anno	Gennaio			Febbraio			Marzo			Aprile			Maggio			Giugno			Luglio			Agosto			Settembre			Ottobre			Novembre			Dicembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1914	*121*	*107*	*102*	*82*	*78*	152	192	244	239	221	234	233	306	517	627	631	491	611	584	580	750	488	399	390	383	300	211	156	*147*	256	893	496	276	206	246	232
1915	200	168	*147*	*128*	152	150	*138*	162	208	251	227	265	380	647	783	718	625	523	455	437	473	428	290	208	197	*182*	215	401	276	200	169	*144*	*117*	*107*	*134*	157
1916	*143*	*129*	*104*	*105*	*94*	*115*	183	318	450	692	546	425	587	682	751	788	831	827	804	645	433	344	317	318	389	267	249	327	221	218	412	415	362	318	363	296
1917	286	250	193	150	*130*	*122*	*123*	*147*	158	302	336	313	414	816	1201	1279	892	663	529	454	366	763	600	476	493	331	239	182	223	266	297	217	165	*137*	*119*	*107*
1918	*91*	*79*	*95*	*97*	*90*	*79*	*136*	157	174	236	433	472	524	675	694	481	907	992	523	782	475	472	335	245	199	215	611	506	446	616	456	411	261	190	156	*125*
1919	208	332	230	167	*138*	*134*	*135*	*141*	*149*	264	367	307	248	296	319	322	377	342	359	366	261	215	192	*176*	*172*	*141*	252	782	397	225	193	200	169	184	159	*134*
1920	185	269	219	164	*133*	*122*	*141*	263	323	375	598	696	571	643	772	556	487	463	583	639	466	394	304	327	228	214	1422	995	626	375	347	304	231	223	194	166
1921	152	*139*	*125*	*139*	*131*	*122*	*113*	*106*	*102*	*138*	203	*186*	192	232	368	414	304	208	205	*180*	*161*	*148*	320	646	369	246	*182*	*140*	*114*	*90*	*73*	*59*	*54*	*48*	*45*	*42*
1922	*38*	*38*	*40*	*39*	*37*	*38*	*45*	*138*	232	197	*189*	205	266	369	491	423	449	314	270	416	345	236	223	207	641	602	495	503	371	295	270	215	172	*140*	*117*	191
1923	212	174	*142*	*137*	*132*	*120*	*109*	*100*	*98*	*107*	*148*	323	393	443	489	883	500	333	300	307	277	226	*186*	*163*	378	287	395	282	293	672	751	559	394	457	306	216
1924	168	*149*	*130*	*113*	*117*	*112*	*104*	*96*	*124*	229	241	255	434	586	625	548	461	405	375	315	273	269	696	616	347	285	848	945	568	383	304	228	184	305	260	193
1925	155	*129*	*113*	*101*	264	311	265	213	190	247	294	352	333	463	768	745	614	409	445	473	389	303	251	485	354	218	784	490	266	294	267	234	199	154	*127*	*125*
1926	*121*	*110*	*100*	*136*	244	227	201	175	165	217	226	323	433	914	954	701	643	541	568	592	423	296	244	209	*173*	*161*	*141*	*126*	*122*	*132*	1109	1065	1444	681	366	221
1927	189	175	176	*147*	*128*	*124*	163	199	235	263	366	328	505	479	382	572	632	573	817	702	427	371	425	372	306	282	683	531	278	231	214	415	474	405	331	231
1928	195	165	*144*	*130*	*118*	*117*	*112*	*125*	*149*	474	660	579	754	507	523	651	921	572	469	364	295	247	237	251	313	224	*188*	*146*	*132*	1030	1614	694	364	246	200	160
1929	*142*	*125*	*108*	*96*	*84*	*78*	*72*	*73*	*79*	*81*	*185*	260	516	578	482	462	469	383	331	284	245	246	328	256	199	*162*	*137*	170	267	407	282	198	176	211	222	174
1930	*148*	156	152	170	151	*132*	*119*	*125*	154	209	328	374	592	587	483	588	599	757	734	460	656	491	354	259	211	389	376	451	292	216	183	163	206	517	277	187
1931	*146*	*123*	*106*	*94*	*88*	*126*	*133*	*135*	163	171	*189*	*185*	281	422	673	579	488	439	402	451	344	417	369	354	192	176	549	844	555	502	214	194	166	235	236	203
1932	*121*	*113*	*94*	*92*	*86*	*77*	*71*	*71*	*71*	*110*	*152*	*143*	416	530	619	586	429	822	623	651	380	445	322	242	355	329	225	169	*138*	199	264	408	317	238	190	*148*
1933	163	*137*	*122*	*110*	*111*	*101*	*101*	*108*	*120*	*123*	*146*	*178*	244	310	229	*184*	217	929	477	360	272	206	*170*	*163*	*128*	*134*	385	444	382	310	332	348	531	337	238	189
1934	167	*145*	*134*	*117*	*110*	*110*	*145*	202	266	292	366	726	771	747	667	538	418	369	350	290	281	614	416	318	418	297	237	213	187	150	173	513	484	313	318	289
1935	208	162	*137*	*121*	*108*	*116*	*133*	*125*	*126*	*136*	*174*	196	210	334	506	744	704	552	472	339	284	219	282	605	653	331	258	874	892	610	438	1121	852	445	287	283
1936	406	324	277	253	199	191	230	258	335	499	553	464	483	569	617	833	665	665	841	950	729	593	380	285	230	267	419	264	185	*138*	*120*	*132*	*125*	*119*	*140*	*132*
1937	*115*	*98*	*91*	*70*	*94*	*92*	*129*	*182*	388	372	484	393	337	572	912	780	648	465	398	355	338	271	227	193	*170*	409	739	493	457	699	973	518	280	209	206	158
1938	*128*	*110*	*100*	*91*	*85*	*84*	*81*	*80*	*78*	*78*	*71*	*69*	*86*	*136*	286	507	691	475	621	412	304	241	*176*	239	230	427	268	413	283	202	183	152	163	236	229	191
Medie compless.	168	156	135	122	124	126	135	154	191	252	309	330	411	522	572	621	599	545	502	468	394	358	322	331	309	275	420	434	322	345	461	376	325	263	219	200

N. B. Sono stati stampati in corsivo i valori inferiori a 150 m^3/sec per il periodo dal 1° ottobre al 10 Aprile e quelli inferiori a 190 m^3/sec per il periodo dall'11 Aprile al 30 Settembre.

Medie decadiche delle portate di afflusso efficace al Lago nel venticinquennio 1914-38 (M^3/sec)

Anno	Gennaio			Febbraio			Marzo			Aprile			Maggio			Giugno			Luglio			Agosto			Settembre			Ottobre			Novembre			Dicembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1914	91	97	78	70	83	298	206	273	222	233	241	233	234	428	846	466	486	499	722	452	808	474	353	440	281	244	145	114	198	603	876	300	189	189	305	188
1915	183	137	130	138	162	137	148	199	245	264	193	338	499	844	745	686	542	539	375	445	537	309	220	169	197	155	378	377	206	151	147	123	86	117	173	150
1916	134	110	93	110	75	188	246	449	550	626	437	429	789	610	822	790	896	754	828	494	366	283	376	369	275	213	348	237	160	265	629	328	325	345	365	238
1917	308	203	161	119	115	116	145	174	162	414	385	269	597	1110	1431	973	768	556	438	356	400	965	415	590	314	258	178	133	303	339	239	159	128	116	106	892
1918	72	74	115	92	78	73	218	167	188	365	525	455	613	739	623	386	1604	508	460	833	335	525	221	201	211	181	956	314	555	612	449	287	183	129	136	118
1919	393	306	157	124	121	148	135	146	164	422	360	256	233	364	302	341	406	276	468	266	215	183	180	192	123	144	412	813	224	148	210	176	169	187	127	109
1920	324	273	161	123	109	111	226	360	323	389	850	557	591	735	766	420	518	412	787	479	442	309	285	300	170	423	1796	798	453	264	383	236	209	201	170	141
1921	140	127	112	156	121	113	104	96	125	182	245	152	214	298	470	380	202	169	200	159	149	131	495	741	211	174	136	109	85	66	56	45	39	39	40	36
1922	31	52	36	37	33	44	96	243	296	146	228	193	320	483	521	372	443	270	239	588	199	204	219	298	743	598	633	309	332	267	236	174	133	116	87	295
1923	182	141	116	146	118	99	95	98	98	119	213	452	451	399	875	616	359	281	296	320	221	194	160	145	504	348	373	194	349	1109	447	496	402	393	213	159
1924	144	127	105	106	122	102	94	93	184	312	219	318	711	453	702	431	420	383	384	247	293	237	1046	435	241	258	1278	884	323	353	231	170	179	399	194	146
1925	131	105	98	89	511	219	234	164	248	272	314	376	374	555	914	680	526	280	608	369	356	235	246	677	213	150	1202	267	171	351	228	207	163	113	108	127
1926	116	93	96	214	305	197	174	155	178	271	204	478	451	1591	612	613	655	473	674	473	324	243	212	178	151	144	129	119	105	221	1726	1091	1254	440	232	188
1927	150	195	154	113	115	136	209	217	299	327	347	353	569	396	358	684	668	583	998	513	321	451	352	356	272	277	1016	256	173	215	375	359	562	371	238	193
1928	159	148	127	111	118	106	120	127	206	693	719	635	695	390	584	821	832	477	409	298	262	208	239	348	221	190	154	115	190	1739	1397	495	238	190	161	131
1929	128	108	91	86	67	78	63	75	92	69	341	374	676	520	480	420	474	310	329	221	232	284	333	212	153	145	105	321	349	363	182	145	178	264	185	139
1930	131	166	163	168	129	114	112	150	172	282	364	439	755	478	490	637	587	966	527	416	716	394	256	215	183	520	497	336	210	165	178	136	560	352	161	138
1931	116	106	91	74	115	150	140	137	194	174	208	173	414	609	691	481	481	371	460	449	246	516	306	332	396	270	154	132	109	311	349	410	239	192	141	117
1932	102	108	89	80	78	66	66	73	68	193	157	145	739	484	674	545	457	912	574	729	456	399	242	200	166	154	1137	605	414	207	168	179	142	298	233	167
1933	129	125	100	105	106	86	110	125	127	130	211	165	395	244	185	164	280	1221	273	348	215	150	151	145	109	137	740	342	300	341	293	540	456	232	195	164
1934	140	130	118	105	103	110	164	274	313	318	446	901	767	761	592	476	361	364	303	249	268	862	219	391	372	236	190	223	139	121	269	763	343	230	376	219
1935	157	126	119	108	93	156	124	118	140	131	235	203	229	482	588	863	614	496	397	271	248	178	350	1018	305	239	204	1426	647	558	468	1471	536	297	215	393
1936	441	315	253	197	174	191	291	248	446	589	538	413	527	613	677	855	607	663	997	889	735	382	305	229	194	445	351	171	134	103	122	136	107	116	168	115
1937	96	83	87	107	87	101	168	303	456	384	557	303	340	747	1025	732	534	418	354	450	289	230	205	162	161	863	559	510	315	1026	873	322	180	202	166	121
1938	96	98	89	79	80	75	84	72	81	74	66	67	127	277	372	612	752	356	723	271	214	198	153	287	339	403	229	452	176	177	154	123	214	263	210	149
Medie compless.	164	142	118	114	129	128	151	182	223	295	344	347	493	584	654	578	579	502	513	419	354	342	301	339	260	287	532	382	265	403	427	355	289	232	188	193

TABELLA II

Erogazioni utili dal Lago attuabili nella stagione estiva
Periodo 21 Giugno-30 Settembre
SCHEMA I: massimo estivo 280 m³/sec

Anni	21-30 giu.	1-10 lug.	11-20 lug.	21-31 lug.	1-10 ago.	11-15 ago.	16-20 ago.	21-31 ago.	1-10 set.	11-20 set.	21-30 set.
1914	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1915	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1916	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1917	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1918	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1919	280	280	280	280	280	280	240	*190*	*190*	*150*	190
1920	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1921	280	280	*240*	*150*	*150*	280	240	240	240	190	190
1922	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1923	280	280	280	280	280	280	240	*220*	240	190	190
1924	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1925	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1926	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1927	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1928	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1929	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1930	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1931	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1932	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1933	280	280	280	280	280	280	240	*150*	*150*	*150*	190
1934	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1935	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1936	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1937	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1938	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190

N. B. Sono stampati in corsivo i valori *deficienti* rispetto allo schema considerato: cioè inferiori a 280 m³/sec fino al 15 Agosto, a 240 dal 16 Agosto al 10 Settembre, a 190 fino al 30 Settembre.

Erogazioni utili dal Lago attuabili nella stagione estiva
Periodo 21 Giugno-30 Settembre
SCHEMA II: massimo estivo 300 m³/sec

Anni	21-30 giu.	1-10 lug.	11-20 lug.	21-31 lug.	1-10 ago.	11-15 ago.	16-20 ago.	21-31 ago.	1-10 set.	11-20 set.	21-30 set.
1914	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1915	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1916	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1917	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1918	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1919	300	300	300	300	300	300	*170*	*170*	*170*	*150*	190
1920	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1921	300	300	*180*	*150*	*150*	300	255	255	255	190	190
1922	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1923	300	300	300	300	300	300	*200*	*200*	255	190	190
1924	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1925	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1926	300	300	300	300	300	300	255	255	255	*150*	*150*
1927	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1928	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1929	300	300	300	300	300	300	255	255	255	*165*	*165*
1930	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1931	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1932	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1933	300	300	300	300	300	300	*140*	*140*	*140*	*140*	190
1934	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1935	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1936	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1937	300	300	300	300	300	300	255	255	255	*165*	190
1938	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190

(1) N. B. Sono stampati in corsivo i valori *deficienti*, cioè inferiori a 300 m³/sec fino al 15 Agosto, a 255 m³/sec dal 16 Agosto a 10 Settembre, a 190 m³/sec dall'11 al 30 Settembre.

Erogazioni utili dal Lago attuabili nella stagione estiva

Periodo 21 Giugno-30 Settembre

SCHEMA III: massimo estivo 320 m³/sec

Anni	21-30 giu.	1-10 lug.	11-20 lug.	21-31 lug.	1-10 ago.	11-15 ago.	16-20 ago.	21-31 ago.	1-10 set.	11-20 set.	21-30 set.
1914	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1915	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1916	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1917	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1918	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1919	320	320	320	320	320	*200*	*170*	*170*	*170*	*150*	190
1920	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1921	320	*185*	*185*	*185*	*185*	320	270	270	270	190	190
1922	320	320	320	320	320	320	*215*	*215*	270	190	190
1923	320	320	320	320	320	*170*	*170*	*170*	270	190	190
1924	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1925	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1926	320	320	320	320	320	320	270	270	*200*	*150*	*150*
1927	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1928	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1929	320	320	320	320	320	320	270	270	*165*	*165*	*165*
1930	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1931	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1932	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1933	320	320	320	320	320	*190*	*140*	*140*	*140*	*140*	190
1934	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1935	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1936	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1937	320	320	320	320	320	320	270	270	*180*	*165*	190
1938	320	320	320	320	320	*230*	*230*	*240*	*240*	190	190

N. B. Sono stampati in corsivo i valori *deficienti*, cioè inferiori a 320 m³/sec fino al 15 Agosto, a 270 m³/sec dal 16 Agosto al 10 Settembre, a 190 m³/sec dall'11 al 30 Settembre.

Condizioni di invaso al 30 Settembre in centimetri sopra il limite inferiore della trattenuta estiva

SCHEMA I: Erogazione massima 280 m³/sec

Anno	Invaso	Anno	Invaso	Anno	Invaso	Anno	Invaso	Anno	Invaso	Anno	Invaso
1914	*132*	1918	150	1922	150	1926	*6*	1930	150	1934	*146*
1915	*140*	1919	*91*	1923	150	1927	150	1931	*135*	1935	*143*
1916	150	1920	150	1924	150	1928	*120*	1932	150	1936	150
1917	150	1921	*110*	1925	150	1929	*30*	1933	150	1937	150
										1938	150

SCHEMA II: Erogazione massima 300 m³/sec

1914	*132*	1918	150	1922	150	1926	*0*	1930	150	1934	*146*
1915	*120*	1919	*91*	1923	150	1927	150	1931	*135*	1935	*143*
1916	150	1920	150	1924	150	1928	*87*	1932	150	1936	150
1917	*144*	1921	*104*	1925	150	1929	*0*	1933	150	1937	150
										1938	150

SCHEMA III: Erogazione massima 320 m³/sec

1914	*132*	1918	150	1922	150	1926	*0*	1930	150	1934	*146*
1915	*95*	1919	*91*	1923	150	1927	150	1931	*135*	1935	*143*
1916	150	1920	150	1924	150	1928	*48*	1932	150	1936	150
1917	*144*	1921	*99*	1925	150	1929	*0*	1933	150	1937	150
										1938	150

N. B. Sono stampati in corsivo i valori inferiori a 150 cm.

TABELLA VI

Erogazioni utili dal Lago, attuabili nella stagione invernale in m^3/sec

SCHEMA A

Anni	1-10 ott.	11-20 ott.	21-31 ott.	1-10 nov.	11-20 nov.	21-30 nov.	1-10 dic.	11-20 dic.	21-31 dic.	1-10 genn.	11-20 genn.	21-31 genn.	1-10 feb.	11-20 feb.	21-28 feb.	1-10 mar.	11-20 mar.	21-31 mar.	1-10 apr.
14–15	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
15–16	150	150	150	150	150	150	*120*	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*	150	150	150	150
16–17	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
17–18	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	150
18–19	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
19–20	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
20–21	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*
21–22	150	*120*	*120*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*120*	*120*	150
22–23	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*
23–24	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	150
24–25	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	150	150	150	150	150
25–26	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	150	150	150	150	150	150
26–27	*120*	*120*	*120*	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
27–28	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	150
28–29	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*
29–30	*120*	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*150*	150
30–31	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	150
31–32	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*95*	*95*	*95*	*95*	*59*
32–33	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*
33–34	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	150	150	150
34–35	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*	150
35–36	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
36–37	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	150	150
37–38	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*

N. B. Sono stampati in corsivo i valori inferiori a 150 m^3/sec; sono sottolineati quelli inferiori a 120 m^3/sec.

Erogazioni utili dal Lago, attuabili nella stagione invernale in m^3/sec

SCHEMA B

Anni	1-10 ott.	11-20 ott.	21-31 ott.	1-10 nov.	11-20 nov.	21-30 nov.	1-10 dic.	11-20 dic.	21-31 dic.	1-10 genn.	11-20 genn.	21-31 genn.	1-10 feb.	11-20 feb.	21-28 feb.	1-10 mar.	10-20 mar.	21-31 mar.	1-10 apr.
14–15	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	180	180
15–16	180	180	180	180	180	150	*120*	*120*	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	180	180	180
16–17	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	*120*	150	150	150
17–18	180	180	180	180	180	180	150	150	*120*	*120*	*120*	*113*	*113*	*113*	*113*	*120*	*120*	*120*	150
18–19	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	180	180	180	150	150	150	150	150	150
19–20	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	180	180	180	150	150	150	180	180	180
20–21	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*
21–22	150	*120*	*120*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*120*	*120*	180
22–23	180	180	180	180	180	180	180	150	150	180	180	180	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*
23–24	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	150
24–25	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	*120*	*120*	180	180	180	180	180
25–26	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	*120*	*120*	*120*	150	180	180	180	180	180
26–27	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	180	180
27–28	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	180
28–29	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	*120*	*120*	*120*	*98*	*98*	*98*	*98*	*98*
29–30	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	180	150	150	150	150	150	150
30–31	180	150	180	180	180	180	180	180	180	180	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	150
31–32	180	150	150	180	180	180	180	180	180	150	*120*	*120*	*120*	*95*	*95*	*95*	*95*	*95*	*95*
32–33	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*
33–34	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	*120*	*120*	*120*	*120*	150	180	180
34–35	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*	150	150
35–36	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
36–37	180	180	180	*120*	150	*120*	*120*	*120*	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	150	180
37–38	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	*120*	*120*	*120*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*

N. B. Sono stampati in corsivo i valori inferiori a 150 m^3/sec; sono sottolineati quelli inferiori a 120 m^3/sec.

TABELLA VIII

Erogazioni utili dal Lago, attuabili nella stagione invernale in m³/sec

SCHEMA C

Anni	1-10 ott.	11-20 ott.	21-31 ott.	1-10 nov.	11-20 nov.	21 30 nov.	1-10 dic.	11-20 dic.	21-31 dic.	1-10 genn.	11-20 genn.	21-31 genn.	1-10 feb.	11-20 feb.	21-28 feb.	1-10 mar.	11-20 mar.	21-31 mar.	1-10 apr.
14–15	150	150	150	180	180	180	150	180	180	180	150	150	150	150	150	150	150	180	180
15–16	180	180	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	180	180
16–17	180	150	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	150	180
17–18	150	180	180	180	150	150	150	150	150	150	150	150	*92*	*77*	*73*	150	150	150	150
18–19	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	180	150	150	150	150	150	150	150	150
19–20	180	180	150	150	150	150	150	150	150	150	180	150	150	150	150	150	150	180	180
20–21	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	150
21–22	*120*	*120*	*120*	150	150	*39*	*39*	*40*	*36*	*31*	*52*	*35*	*37*	*33*	*44*	*59*	150	150	150
22–23	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*
23–24	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	150	150
24–25	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	180	180	180	180	180
25–26	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	180	180	180	180
26–27	*120*	*120*	*120*	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	150	150	150	180
27–28	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	180
28–29	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	150	150	*63*	*75*	*92*	*68*
29–30	*120*	150	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
30–31	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
31–32	150	150	150	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	150	*59*	*66*	*73*	*68*	*100*
32–33	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*
33–34	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	180
34–35	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	150
35–36	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
36–37	150	*120*	*120*	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*107*	*87*	*91*	150	150	150	180
37–38	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	150	*74*	*84*	*72*	*80*	*73*

N. B. Sono stampati in corsivo i valori inferiori a 150 m³/sec; sono sottolineati quelli inferiori a 120 m³/sec.

TABELLA IX

Erogazioni utili dal Lago, attuabili nella stagione invernale in m³/sec

SCHEMA D

Anni	1-10 ott.	11-20 ott.	21-31 ott.	1-10 nov.	11-20 nov.	21-30 nov.	1-10 dic.	11-20 dic.	21-31 dic.	1-10 genn.	11-20 genn.	21-31 genn.	1-10 feb.	11-20 feb.	21-28 feb.	1-10 mar.	11-20 mar.	21-31 mar.	1-10 apr.
14–15	160	160	160	180	180	180	160	180	180	180	160	160	160	160	160	160	160	160	160
15–16	180	180	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	*78*	*100*	160	160	180	180
16–17	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	160	160	160	160	160	160	160	180
17–18	160	180	180	180	160	160	160	160	160	160	160	*120*	*92*	*77*	*73*	160	160	160	160
18–19	180	180	180	180	180	180	160	160	160	160	180	160	160	160	160	160	160	160	160
19–20	180	180	160	160	160	160	160	160	160	160	180	160	160	160	160	160	160	160	160
20–21	180	180	180	180	180	180	180	180	160	160	160	160	160	160	160	*120*	*120*	*120*	*120*
21–22	*120*	*120*	*120*	160	*40*	*39*	*39*	*40*	*36*	*31*	*52*	*35*	*37*	*33*	*44*	*59*	160	160	160
22–23	180	180	180	180	180	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	*120*	*120*	*120*	*120*
23–24	180	180	180	180	180	180	180	180	160	160	160	160	160	160	160	*120*	*120*	160	160
24–25	180	180	180	180	180	180	180	180	160	160	160	160	160	160	180	180	180	180	180
25–26	180	180	180	180	180	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
26–27	*120*	*120*	*120*	180	180	180	180	180	180	160	160	160	160	160	160	160	160	160	180
27–28	180	180	180	180	180	180	180	180	180	160	160	160	160	160	160	*120*	*120*	*120*	160
28–29	180	180	180	180	180	180	180	160	160	160	160	160	160	160	*75*	*63*	*75*	*92*	*68*
29–30	*120*	160	180	180	180	180	180	180	160	160	160	160	160	160	160	*120*	*120*	160	160
30–31	180	180	180	180	180	180	180	180	160	160	160	160	160	160	160	*120*	*120*	160	160
31–32	160	160	160	180	180	180	180	160	160	160	160	160	160	*80*	*59*	*66*	*73*	*68*	*100*
32–33	180	180	180	180	180	180	180	180	160	160	160	160	160	160	160	*120*	*120*	*120*	*120*
33–34	180	180	180	180	180	180	180	180	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
34–35	180	180	180	180	180	180	180	180	180	160	160	160	160	160	160	*120*	*120*	*120*	*120*
35–36	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
36–37	*120*	*120*	*120*	160	160	160	160	160	160	160	160	*85*	*107*	*87*	*91*	160	160	160	180
37–38	180	180	180	180	180	180	180	160	160	160	160	160	160	*75*	*74*	*84*	*72*	*80*	*73*

N. B. Sono stampati in corsivo i valori inferiori a 150 m³/sec; sono sottolineati quelli inferiori a 120 m³/sec.

TABELLA X

Condizioni di invaso al 10 Aprile in centimetri sopra il limite inferiore della trattenuta

SCHEMA A

Anno	Invaso	Anno	Invaso	Anno	Invaso	Anno	Invaso	Anno	Invaso	Anno	Invaso
1915	150	1919	150	1923	*68*	1927	150	1931	*132*	1935	*99*
1916	150	1920	150	1924	150	1928	150	1932	*37*	1936	150
1917	150	1921	*109*	1925	150	1929	*0*	1933	*75*	1937	150
1918	150	1922	*140*	1926	150	1930	150	1934	150	1938	*0*

SCHEMA B

1915	150	1919	150	1923	*50*	1927	150	1931	*116*	1935	*78*
1916	150	1920	150	1924	*146*	1928	150	1932	*37*	1936	150
1917	150	1921	*87*	1925	150	1929	*0*	1933	*60*	1937	150
1918	150	1922	*128*	1926	150	1930	*143*	1934	150	1938	*0*

SCHEMA C

1915	150	1919	150	1923	*68*	1927	150	1931	*60*	1935	*95*
1916	150	1920	150	1924	*128*	1928	150	1932	*37*	1936	150
1917	150	1921	*90*	1925	150	1929	*0*	1933	*54*	1937	150
1918	150	1922	*116*	1926	150	1930	150	1934	150	1938	*0*

N. B. Sono stampati in corsivo i valori inferiori a 150 cm.

TABELLA XI

Erogazioni utili dal Lago, attuabili nella stagione primaverile

11 Aprile-20 Giugno

Anni	11-20 apr.	21-30 apr.	1-10 mag.	11-20 mag.	21-31 mag.	1-10 giu.	11-20 giu.
1914	280	280	280	280	280	280	280
1915	280	280	280	280	280	280	280
1916	280	280	280	280	280	280	280
1917	280	280	280	280	280	280	280
1918	280	280	280	280	280	280	280
1919	280	280	280	280	280	280	280
1920	280	280	280	280	280	280	280
1921	280	280	*240*	*200*	280	280	280
1922	280	280	280	280	280	280	280
1923	280	280	280	280	280	280	280
1924	280	280	280	280	280	280	280
1925	280	280	280	280	280	280	280
1926	280	280	280	280	280	280	280
1927	280	280	280	280	280	280	280
1928	280	280	280	280	280	280	280
1929	*150*	280	280	280	280	280	280
1930	280	280	280	280	280	280	280
1931	280	*200*	*240*	280	280	280	280
1932	*200*	*180*	280	280	280	280	280
1933	280	*200*	*240*	280	280	*200*	*200*
1934	280	280	280	280	280	280	280
1935	280	280	*240*	280	280	280	280
1936	280	280	280	280	280	280	280
1937	280	280	280	280	280	280	280
1938	*86*	*67*	*127*	*154*	280	280	280

N. B. Sono stampati in corsivo i valori inferiori a 280 m³/sec; sono sottolineati quelli inferiori a 120 m³/sec.

A P P E N D I C E

I. BREVI RICHIAMI SULLA IDROLOGIA DEL LAGO MAGGIORE
CARATTERI IDROLOGICI DEL VENTICINQUENNIO 1914-1938

II. DETERMINAZIONE DEGLI AFFLUSSI AL LAGO MAGGIORE
NEL PERIODO 1 GENNAIO 1914-31 DICEMBRE 1938.

APPENDICE 1ª

BREVI RICHIAMI SULLA IDROLOGIA DEL LAGO MAGGIORE CARATTERI IDROLOGICI DEL VENTICINQUENNIO 1914 - 38.

1. — *Superficie del bacino imbrifero del lago.* — La superficie del bacino imbrifero sotteso dalla sezione di Sesto misura 6598,5 km². Concorrono a formarla, oltre allo specchio del lago, i bacini dei vari immissari, parte in territorio svizzero e parte in territorio italiano, come appare dal seguente prospetto riassuntivo (dati forniti dal Servizio Idrografico):

BACINO IMBRIFERO DEL TICINO A SESTO

Ticino fino al Lago	km²	1616.21
Verzasca	»	236,80
Maggia	»	926,10
Cannobino, S. Giovanni, S. Bernardino	»	301,97
Toce	»	1550,84
Strona e altri affluenti minori di destra del Lago	»	509,86
Acquanera, Bardello, Boesio	»	200,92
Tresa (col Lago di Lugano)	»	754,20
Giona e altri affluenti minori di sinistra	»	255,57
Superficie del Lago	»	210.00
Affluenti dall'uscita dal Lago all'idrometro di Sesto	»	36,12
Totale	km²	6598.49

Bacino ricadente in territorio italiano	km²	3229,24
Bacino ricadente in territorio svizzero	»	3369,25

La superficie dello specchio lacuale, indicata in 210 km², corrisponde all'area racchiusa dalla curva di livello 193,50 che sovrasta di 50 cm lo zero dell'idrometro di Sesto, come risulta dalla scala di espansione lacuale data dal Fantoli e che qui riportiamo:

SCALA DELLE SUPERFICIE LACUALI DEL VERBANO

Altezze del lago sullo zero di Sesto in m	Quote sul mare in metri	Superficie dello specchio lacuale in km²
0	193	208,00
1	194	212,00
2	195	216,97
3	196	221,82
4	197	229,17
5	198	234,35
6	199	240,61
7	200	246,32
8	201	253,82

2. — *Elementi del regime idrologico.* — Le sue caratteristiche più tipiche sono poste in evidenza dai due diagrammi riportati in fig. 1, delle portate medie mensili del Ticino nel periodo 1921-35 rispettivamente a Bellinzona e a Sesto. In ogni diagramma sono riportati per ogni mese i rapporti fra la media del mese per i quindici anni, e la rispettiva media generale annua.

Il diagramma relativo alla stazione di Bellinzona dimostra che il Ticino prelacuale ha carattere *alpino* o *glaciale*, con tendenza al regime prealpino, a motivo della prolungata magra invernale e dello stato di piena primaverile-estivo, nonchè dello stato di morbida che si mantiene nei mesi autunnali, particolarmente in Ottobre.

I caratteri propri del regime prealpino sono però manifestati decisamente dal diagramma relativo alla stazione di Sesto, riguardante l'intero bacino, comprensivo del lago. Qui, infatti, il colmo primaverile-estivo, dovuto in parte allo scioglimento delle preci-

pitazioni solide accumulatesi durante l'inverno sul bacino imbrifero superiore, è seguito da un colmo autunnale nettamente pronunciato, con massimo in Novembre, il quale trae origine dalle forti precipitazioni che in quella stagione ricorrono con grande frequenza e interessano l'intero bacino, facendosi però sentire maggiormente quelle sulla parte meridionale, afferente direttamente al lago, perchè sulla parte settentrionale più alta cominciano allora le prime nevi.

Nella fig. 2 *a* il diagramma degli afflussi meteorici medi mensili sul bacino chiuso a Sesto è posto a confronto col corrispondente diagramma degli afflussi efficaci al lago (espressi gli uni e gli

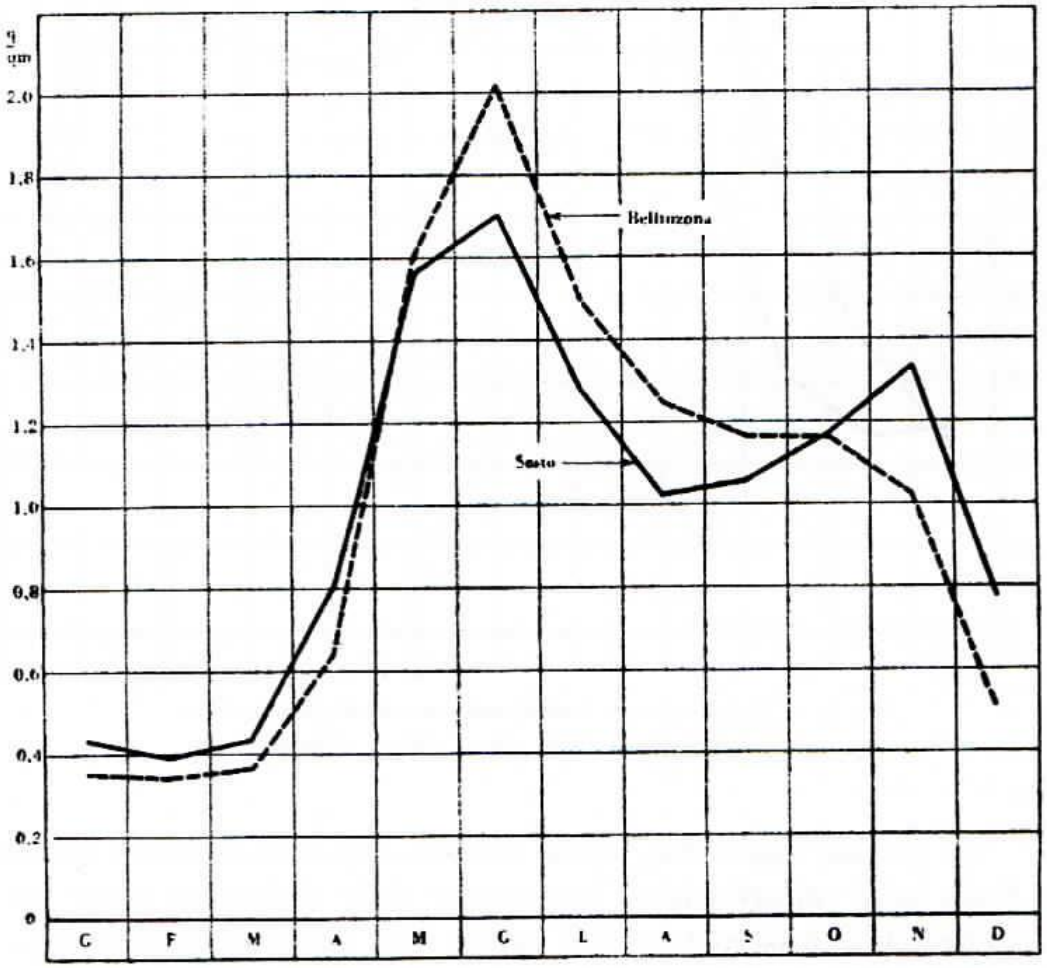


Fig. 1. - Portate medie mensili del Ticino a Sesto e a Bellinzona per il periodo 1921-1935 (espresse come percentuali delle rispettive medie annuali).

altri in millimetri); nella fig. 2 *b* il diagramma dei deflussi medi mensili a Bellinzona è posto a confronto con il corrispondente diagramma degli afflussi meteorici.

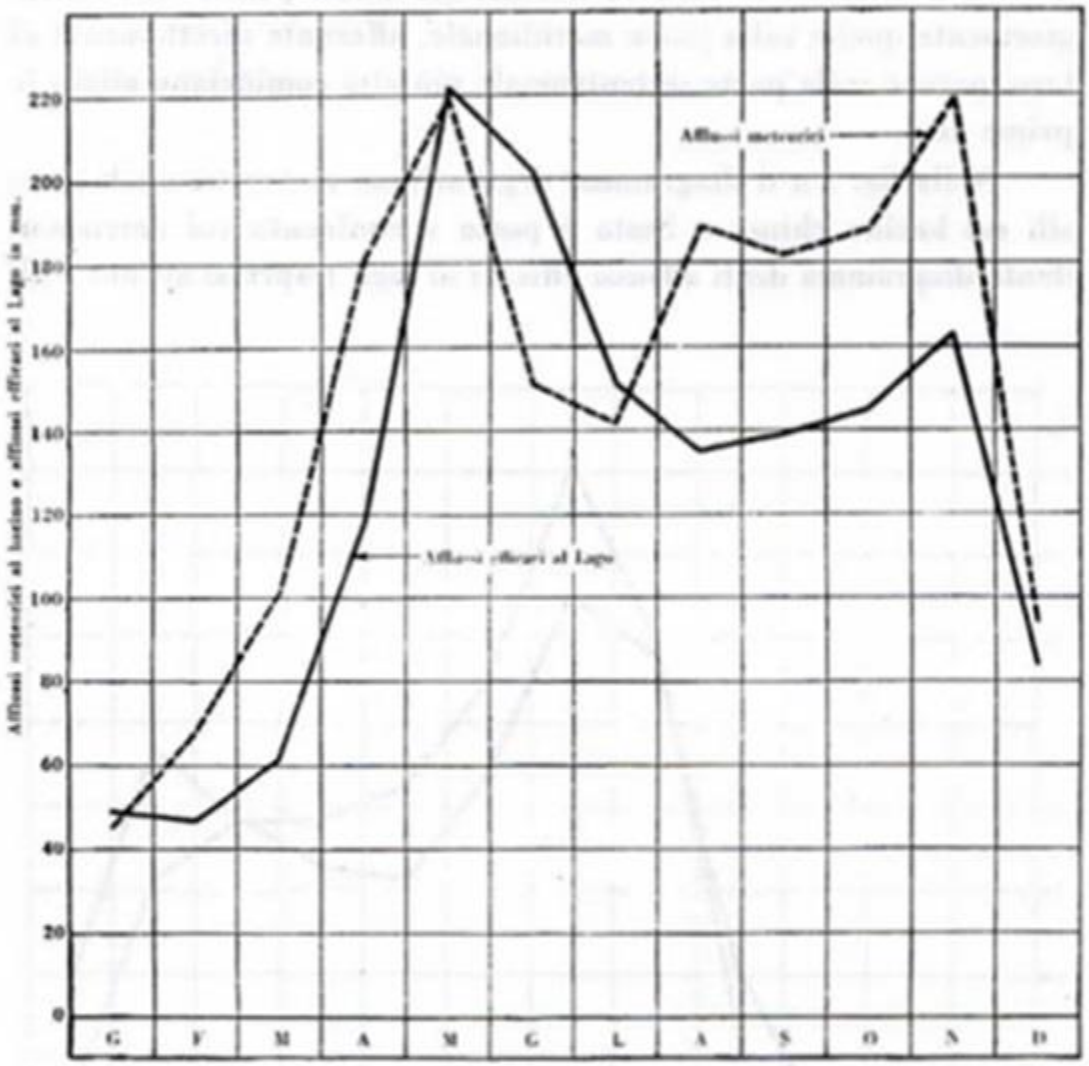


Fig. 2a — Ticino a Sesto - Valori medi mensili degli afflussi meteorici al bacino e degli afflussi efficaci al lago.

Le perdite apparenti, medie mensili, dell'intero bacino chiuso a Sesto sono rappresentate ovviamente dalle differenze mese per mese fra gli afflussi meteorici al bacino e gli afflussi efficaci al lago. L'apporto al lago che trae origine dallo scioglimento delle nevi accumulatesi durante l'inverno e dal contributo dei ghiacciai trova

riscontro nei valori negativi delle perdite apparenti per i mesi di maggio, giugno e luglio, durante i quali gli afflussi al lago superano gli afflussi meteorici al bacino. In particolare, nel mese di giugno l'afflusso medio utile al lago supera di 50 mm, cioè del 33 %, l'afflusso meteorico corrispondente.

Ad analoghe conclusioni conduce l'esame dei diagrammi relativi a Bellinzona (fig. 2 *b*). Anche qui i deflussi del trimestre maggio-luglio superano gli afflussi meteorici relativi. Nel mese di giu-

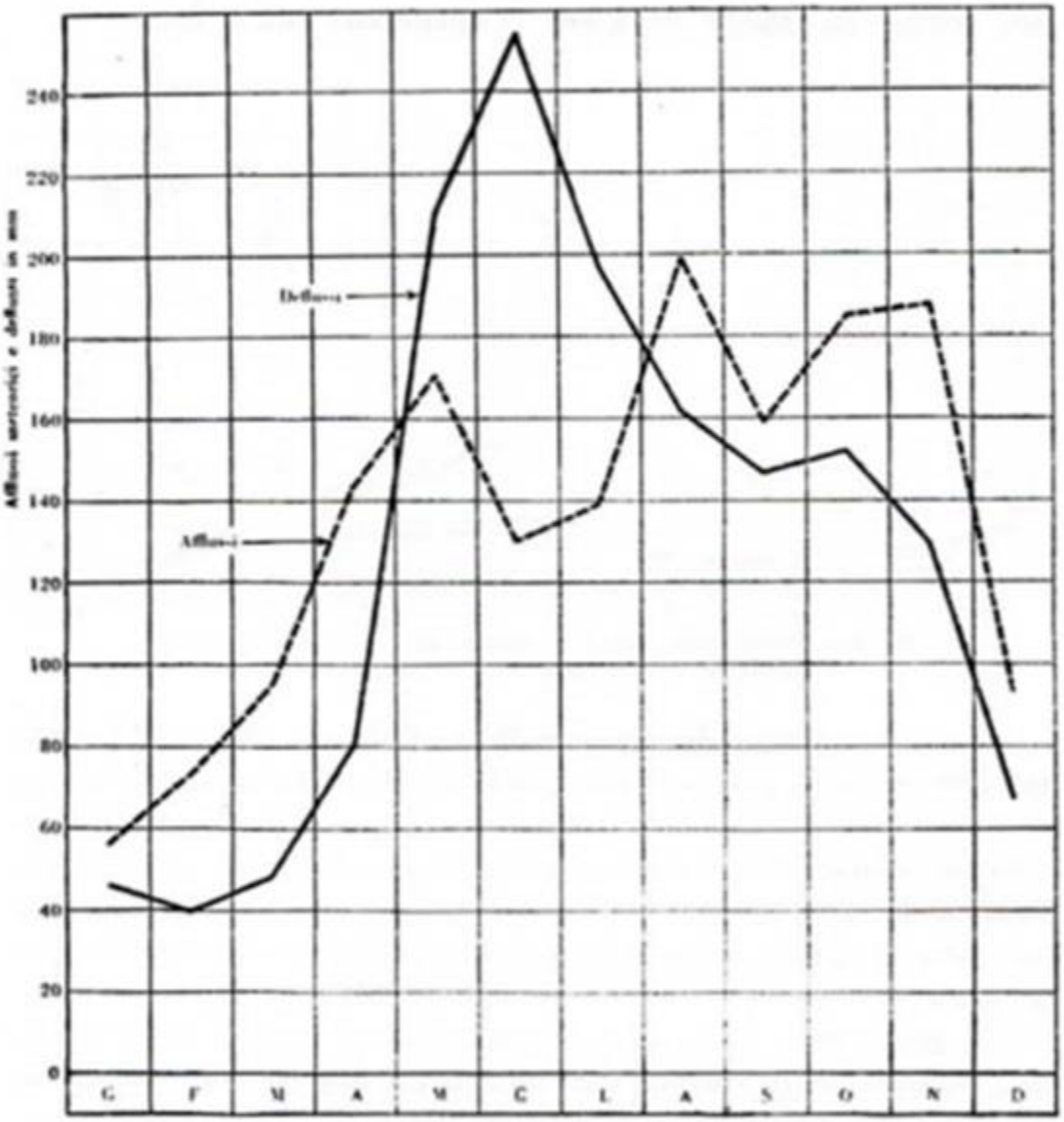


Fig. 2b — Ticino a Bellinzona - Valori medi mensili degli afflussi meteorici al bacino e dei deflussi del Ticino.

gno, in particolare, il deflusso medio supera di oltre 120 mm, cioè quasi del 100 %, il corrispondente afflusso meteorico.

La situazione delineata dai pochi dati su esposti si precisa attraverso l'esame dell'andamento cronologico delle portate medie mensili rilevate a Sesto durante il venticinquennio 1914-38, quale risulta dalla Tab. 1 *a*) della relazione (pagg. 54-55).

Si osserva che la lunga intumescenza primaverile-estiva, anche se non comprende sempre, cioè tutti gli anni, le massime punte annuali, forma però in ogni caso la più gran parte del deflusso annuo complessivo, grazie al suo prolungarsi nel tempo, con quasi assoluta regolarità, almeno dalla fine di aprile alla fine di luglio.

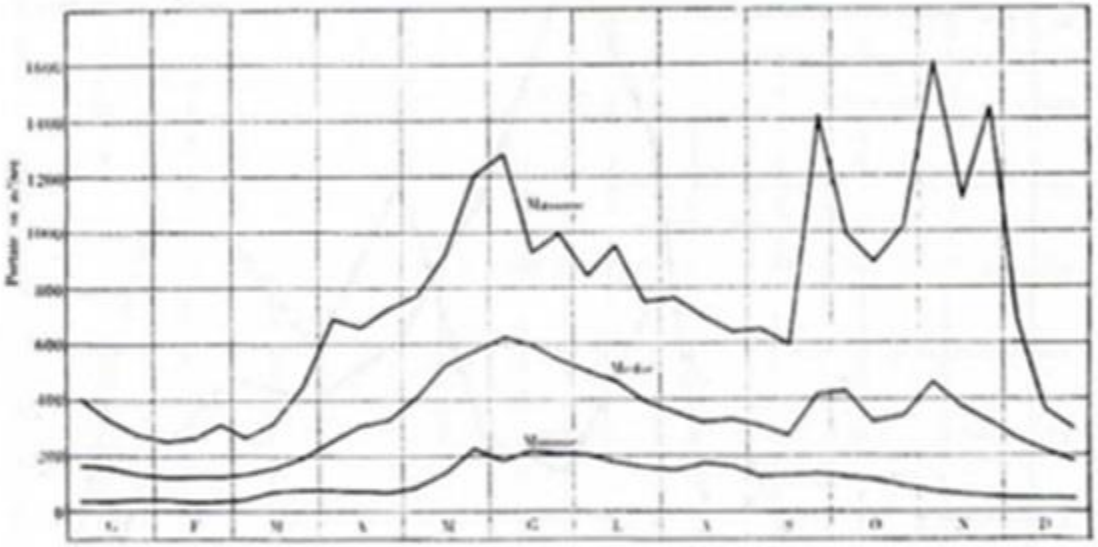


Fig. 3 — Valori medi, massimi e minimi delle portate medie decadiche del Ticino a Sesto, per il venticinquennio 1914-1933.

La piena autunnale che si verifica per buona parte degli anni, ma non in tutti, presenta pure talvolta notevole intensità, fino a determinare i massimi livelli annui, ma è però quasi sempre concentrata entro periodi di tempo relativamente brevi, essendo dovuta ad un fatto meteorico di natura essenzialmente passeggera, si presenta in epoche diverse da un anno all'altro e si smaltisce rapidamente.

Tutto questo trova chiara conferma nei grafici della fig. 3, dove sono riportati i valori massimo, medio e minimo delle portate del Ticino a Sesto Calende dedotti nella citata Tab. 1 *a*) delle portate medie per ogni decade del venticinquennio 1914-38.

L'accennata irregolarità delle piene d'autunno si traduce nel fatto che il diagramma delle portate minime non presenta alcun rilievo in questa stagione, nella quale il suo andamento può piuttosto rassomigliarsi a quello di una curva d'esaurimento delle portate estive. Per contro il diagramma delle portate massime presenta valori assai rilevanti per tutte le decadi dall'ultima di settembre all'ultima di novembre, ma trattasi di altrettanti massimi verificati in anni diversi del venticinquennio, dovuti a piene intense, ma in generale rapidamente esaurite. Del resto, il diagramma delle portate medie (s'intende medie dei 25 valori per ogni decade dell'anno) mostra chiaramente come i deflussi complessivi imputabili alle portate autunnali siano nettamente inferiori a quelli dovuti alle piene estive.

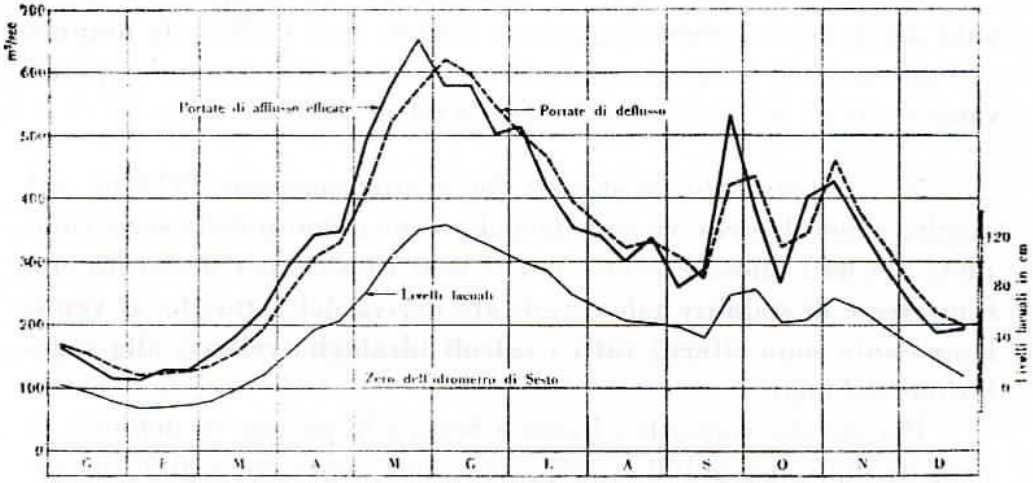


Fig. 4 — Medie decadiche delle portate di afflusso e di deflusso e dei livelli del lago nel venticinquennio 1914-1938.

È bene, inoltre, mettere in evidenza che i bassissimi valori delle portate invernali indicati dal diagramma delle minime si riferiscono tutti ad un medesimo inverno — quello del 1921-22 — che, come è noto, presentò carattere d'eccezionalità forse più che secolare, essendosi in esso raggiunti i minimi livelli idrometrici che siano mai stati registrati a Sesto. In modo analogo alla magra del 1938 spettano i bassi valori di aprile.

Nella fig. 4 sono tracciati i diagrammi delle portate medie di afflusso al lago e delle portate a Sesto per ogni decade dell'anno, le medie essendo prese per l'intero venticinquennio 1914-38.

In entrambi i diagrammi si notano le due caratteristiche onde di piena: la primaverile-estiva e quella autunnale.

Dal loro esame appare chiara l'azione del lago: le vicende delle portate di deflusso, infatti, ripetono attenuate e ritardate quelle delle portate di afflusso.

Nella stessa figura è tracciato il diagramma delle analoghe medie delle altezze idrometriche a Sesto. Esso, come è naturale, ha lo stesso andamento del diagramma delle portate del Ticino, con due massimi caratteristici in giugno e, questo meno accentuato, in settembre. Si osserva inoltre che lo specchio lacuale scende a quote inferiori a quella dello zero di Sesto soltanto per i mesi di gennaio, febbraio e parte del marzo, mentre dalla seconda decade di maggio a tutto giugno essa supera il metro allo stesso idrometro.

Giova pure notare che la massima altezza idrometrica osservata nel venticinquennio raggiunse 3,93 m (nel 1928) e la minima — 0,68 m (nel 1922); i massimi e i minimi storici sono rispettivamente 6,94 m (il 2.X.1868) e — 0,68 m (il 6.I.1922).

3. — *Significato idrologico del venticinquennio 1914-38*, nel quadro generale delle vicende lacuali, come definito dalla serie completa dei dati finora raccolti, per il lago stesso e per il suo bacino. L'interesse di stabilire tale significato deriva dal fatto che al venticinquennio sono riferiti tutti i calcoli idrologici relativi alla regolazione del lago.

Per ciò che riguarda i livelli a Sesto e le portate di deflusso, la serie dei dati disponibili si inizia col 1869, coprendo quindi un settantennio, fino al 1938. Una prima base di confronto è offerta dalle medie generali dei due periodi; esse sono risultate le seguenti:

media del venticinquennio 1914-38	327 m^3/sec
» generale del settantennio	320 m^3/sec

La differenza di 7 m^3/sec, pari al 2,1 %, sta a dimostrare che nel venticinquennio le disponibilità idriche medie furono certo superiori a quelle del settantennio, il quale, riteniamo, vale a fornire valori assai prossimi a quelli da ritenere come normali.

È noto, però, che le condizioni dell'incile lacuale e del primo tronco di fiume non si sono mantenute rigorosamente immutate per tutto il periodo. Lievi modificazioni sono state poste in rilievo dalle

misure eseguite negli anni più recenti dalla Sezione Idrografica di Milano, e variazioni di ben maggior rilievo si verificarono, come fu a suo tempo riscontrato dal Gallizia, durante la storica piena del 1868. La scala delle portate all'idrometro di Sesto può ritenersi nota con attendibilità completa solo da quando la Sezione Idrografica predetta ha intrapreso le sue misure in modo sistematico, cioè dagli anni posteriori al 1920. Per gli anni anteriori e fino al 1870 devesi tuttavia presumere che le condizioni dell'incile, certamente poco diverse dalle attuali, consentissero l'applicazione della scala Cipolletti-Fantoli che le misure della Sezione Idrografica hanno sostanzialmente confermato.

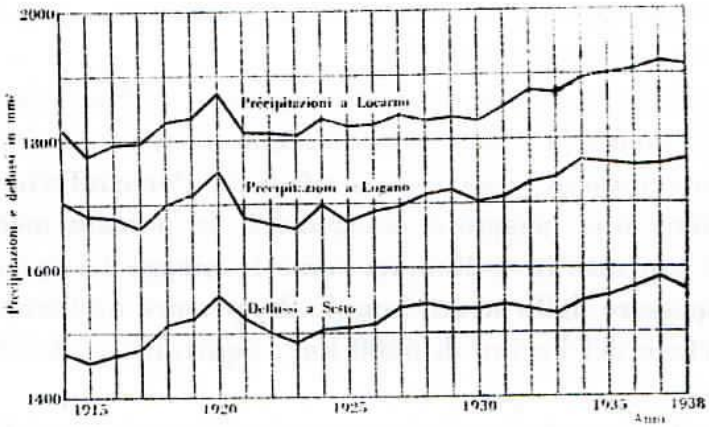


Fig. 5 — Confronto fra le precipitazioni a Locarno e a Lugano e i deflussi a Sesto. Medie perequate venticinquennali (per ogni anno è riportata la media del venticinquennio che si chiude con l'anno).

Potendo però sussistere il dubbio che la differenza fra la media del venticinquennio e quella del settantennio avesse a derivare da inesattezza della scala applicata per il calcolo delle portate in base alle altezze lette a Sesto, si è ritenuto opportuno procedere ad una ulteriore più minuta analisi, la quale portasse a riconoscere se effettivamente la differenza fosse da attribuire a maggior copia d'acque del primo e più breve dei due periodi.

A tal fine si è istituito un confronto fra la serie dei valori delle portate annue del Ticino a Sesto e quelle dei totali annui delle precipitazioni misurate in qualche stazione pluviometrica che per la sua posizione valesse a indicare almeno in via presuntiva la situa-

zione media del bacino. L'attenzione dovette naturalmente essere rivolta alle stazioni per le quali si possedevano delle serie abbastanza ampie di osservazioni, e senza lacune: si ritennero rispondenti allo scopo le due di Locarno e di Lugano, per le quali le osservazioni rimontano rispettivamente, e senza interruzioni, al 1886 e al 1889. Disponendosi così di un periodo di 49 anni, dal 1890 al 1938, per il quale si possedevano tanto i valori delle portate medie annue del Ticino a Sesto, quanto i totali annui di precipitazione nelle due stazioni predette, il confronto venne condotto fra le medie perequate venticinquennali. Furono, cioè, calcolate per le due serie dei 49 totali pluviometrici annui e per quella delle 49 portate medie annue, le medie venticinquennali, per tutti i periodi di venticinque anni consecutivi — venticinque in tutto — che è possibile formare con i quarantanove dati.

I tre diagrammi delle medie perequate si vedono tracciati nella fig. 5. Ogni media vi è riportata all'anno (ascissa) con cui termina il venticinquennio al quale essa si riferisce. Per conferire alla rappresentazione una maggiore omogeneità, le portate medie annue sono state espresse in millimetri come le piogge (si intende millimetri di spessore dello strato liquido di spessore uniforme sulla intera superficie del bacino di 6600 km^2, equivalente al deflusso medio annuo).

Gli andamenti dei tre diagrammi mostrano un accordo che non esitiamo a dire singolare, perchè, non solo cadono negli stessi anni i massimi, e anche i minimi più evidenti, ma sussiste una corrispondenza veramente soddisfacente fra le altre loro caratteristiche più manifeste.

Le grandi vicende dei deflussi dal lago, che sole restano evidenti nella serie dei risultati della perequazione venticinquennale, si presentano quindi come la diretta conseguenza delle vicende delle piogge sul bacino, e l'incremento progressivo che denotano le prime nel corso del periodo considerato si ritrova, all'incirca con la stessa entità, nelle seconde.

Questo, riteniamo, autorizza a concludere che le variazioni dell'incile fluviale furono certamente di scarsa importanza e, comunque, non arrivarono ad esercitare una apprezzabile influenza sulla scala delle portate a Sesto. Risulta, altresì, comprovato che in realtà

il venticinquennio 1914-38 fu caratterizzato da deflussi superiori a quelli sia del venticinquennio precedente, sia del settantennio 1869-1938.

Dalla fig. 5 si desume, inoltre, che lo scarto fra le varie medie venticinquennali dei deflussi a Sesto presenta il massimo valore fra quella del 1915 (cioè del venticinquennio 1891-1915) e quella del 1937, e questo valore ammonta a circa 130 mm, corrispondenti a 24 m^3/sec, cioè a poco più dell'8 % della portata media del venticinquennio 1914-38. Deve quindi aversi presente la eventualità che le media portata venticinquennale scenda a valori inferiori anche dell'8 % a quello del periodo posto a base dei computi.

4. — *Influenza dei laghi artificiali.* — Nel corso del venticinquennio 1914-38 le condizioni del bacino di alimentazione del lago sono venute progressivamente modificandosi, in dipendenza della costruzione di un notevole numero di laghi artificiali sui corsi immissari. È venuta così progressivamente aumentando la capacità d'invaso, fino a raggiungere nel 1938 un valore poco superiore ai 150 milioni di metri cubi, circa metà della massa di manovra che la regolazione fra le altezze — 0,50 e + 1,00 a Sesto renderà disponibile nel lago. Nella seguente tabella sono elencati i laghi artificiali in funzione nel 1938, con le rispettive capacità utili e le date di ultimazione.

CAPACITA' DEI SERBATOI

Nome del serbatoio		Capacità in milioni di m^3	Somme progressive della capacità	Anno di ultimazione
1	Ghirla	0,84	0,84	1896
2	Chironico	1,50	2,34	1907
3	Delio	2,90	5,24	1909
4	Codelago	16,50	21,74	1910
5	Utiliz. del lago d'Orta	15,00	36,74	1912
6	Avino	6,40	43,14	1920
7	Ritom	29,50	72,64	1920
8	Vannino	10,01	82,65	1920
9	Busin	4,70	87,35	1922
10	Obersee	1,21	88,56	1922
11	Tremorgio	8,50	97,06	1925

Nome del serbatoio		Capacità in milioni di m³	Somme progressive della capacità	Anno di ultimazione
12	Alpe Cavalli	8,66	105,72	1925
13	Antrona	5,62	111,34	1925
14	Castel	9,65	120,99	1928
15	Alpe Camplicciolì	8,94	129,93	1929
16	Camposecco	5,72	135,65	1930
17	Cingino	5,00	140,65	1930
18	Toggia	15,65	156,30	1933

L'entrata in funzione di questa grande capacità, se non poteva evidentemente influire sui valori dei volumi defluiti in periodi di parecchi anni e nemmeno poteva avere sensibili ripercussioni sul deflusso di una intera annata, deve invece aver esercitato una azione apprezzabile sulla distribuzione delle portate nel corso di uno stesso anno, deprimendo sia pure di poco i massimi, soprattutto estivi, ed elevando per contro in misura indubbiamente sensibile i minimi, soprattutto invernali. Nei rapporti della utilizzazione delle acque del Ticino rivestono particolarmente interesse le ripercussioni sulle magre del lago; di esse abbiamo tentato qualche determinazione.

La valutazione urtava contro la difficoltà di sceverare l'influenza dei serbatoi da quella delle variazioni che, come dianzi rilevato, sono intervenute nelle piogge e, quindi, negli afflussi al lago: onde, anche indipendentemente dai serbatoi, i livelli medi e presumibilmente anche quelli di magra nell'ultimo venticinquennio si sarebbero mantenuti, in media, più alti che nei periodi precedenti.

L'esame è stato riportato alla serie dei minimi valori raggiunti, anno per anno, nella stagione invernale, dalle medie decadiche delle altezze idrometriche a Sesto, nel periodo dal 1869 al 1938: di tale periodo i serbatoi interessano solo gli ultimi tre decenni. La Tabella precedente, nella quale sono segnati gli anni di entrata in funzione dei vari serbatoi esistenti al 1938 (1) mostra infatti che i primi serbatoi di qualche entità rimontano al 1910 e che la maggioranza di essi è stata costruita posteriormente al 1920.

Quindi il periodo anteriore al 1910 consente di definire quello che potremmo chiamare il regime *naturale* delle magre del lago, che

(1) Altri serbatoi sono entrati in funzione negli anni successivi: la capacità complessiva attuale (fine 1942) ammonta a 195,8 milioni di m³.

sussisteva nelle condizioni originarie del bacino, prima dell'entrata in funzione di alcun lago artificiale.

Sono stati considerati i valori delle minime medie decadiche delle varie stagioni invernali, intese in senso lato, cioè da dicembre ad aprile: non si è fatto riferimento ai minimi assoluti, perchè questi sono talora influenzati da fatti fortuiti (fra i quali poniamo, per tale riguardo, le sesse).

Il procedimento adottato è il seguente. Stabilita la media generale delle 70 minime decadiche anzidette (che è risultata di — 0,291 m) si è calcolata la serie degli scostamenti progressivi dei singoli valori annui da tale media; cioè, fatte le differenze fra i valori di ciascun inverno e la media generale, le differenze stesse sono state sommate algebricamente, così da far corrispondere ad ogni anno la somma progressiva delle differenze stabilite per l'anno e per tutti i precedenti.

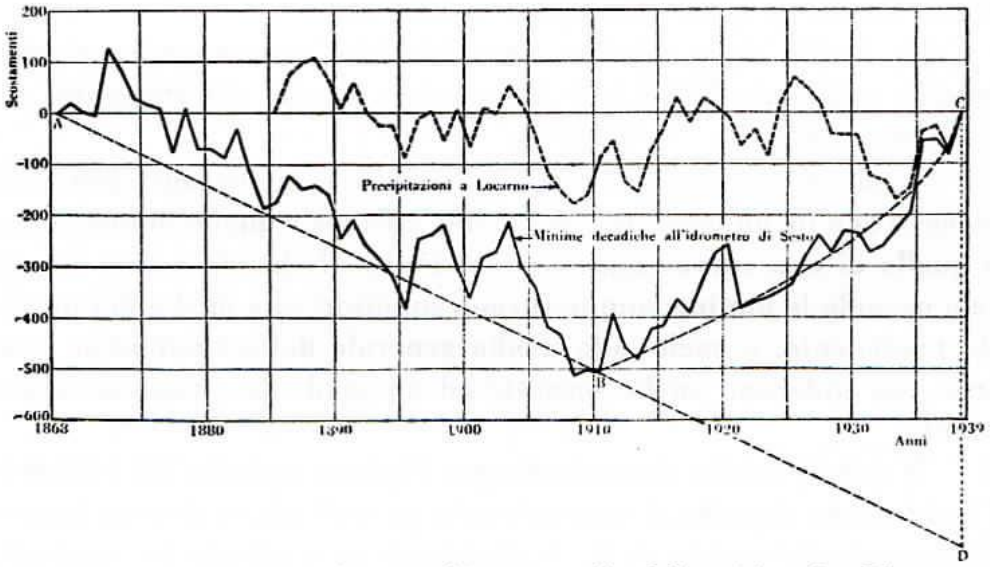


Fig. 6 — Scostamenti progressivi percentuali: delle minime decadiche invernali a Sesto dalla media generale del periodo di osservazione 1868-1939 (linea continua; intorno al 1910 cominciarono a entrare in esercizio i serbatoi nel bacino) e delle precipitazioni invernali a Locarno dalla media generale del periodo 1886-1938 (linea a tratti).

La fig. 6 riporta (linea continua) il diagramma dei valori così ottenuti: per agevolare i successivi confronti i singoli scostamenti progressivi dalla media generale delle settanta minime decadiche sono stati espressi e riportati come percentuali della stessa media

generale. Il diagramma, ovviamente, parte da zero per l'anno zero (come tale va ritenuto l'inverno 1868-69) e ritorna a zero per l'ultimo (1938-39). Se il fenomeno rappresentato non andasse soggetto a variazioni progressive, i vari punti del diagramma dovrebbero essere distribuiti in proporzioni pressochè equivalenti al di sopra e al di sotto della orizzontale di ordinata zero. Dalla figura appare invece evidente che, pur con oscillazioni secondarie, il diagramma discende progressivamente per i primi quarant'anni, dal 1868-69, al 1908-09, seguendo assai prossimamente la retta discendente AB, e ciò corrisponde al fatto che la media generale del detto quarantennio è inferiore a quella del settantennio. Dalla stessa figura si desume che al punto B compete l'ordinata — 500; lo scostamento medio percentuale per il quarantennio presenta quindi il valore di — 500/40 = — 12,5, e il valore effettivo di esso, dovendo corrispondere al 12,5 % della media del settantennio, che ammonta, come detto sopra, a— 0,291 m sotto lo zero di Sesto, risulta di 0,291 × 0,125 = 0,0361 m.

La media delle minime decadiche del quarantennio risulta quindi, come sarebbe facile riconoscere anche direttamente, di — 0,291 — 0,036 = — 0,327 m.

A partire dal 1910, il diagramma prende molto nettamente ad elevarsi con un andamento riportabile, anzichè a quello di una retta, a quello di una curva concava verso l'alto. Il che sta a dire che in tale periodo le minime annue furono superiori alla media del periodo precedente, e anche alla media generale del settantennio, non solo, ma andarono anche soggette ad un graduale, progressivo aumento.

Il valore medio percentuale per l'intero periodo 1911-38 dell'incremento rispetto al quarantennio precedente si desume immediatamente dal grafico di fig. 6, dividendo lo scostamento terminale CD fra la retta AB e la curva, scostamento che risulta pari a 850, per il numero degli anni dal periodo (27): esso ammonta, quindi, al 31 % di 0,291 m, cioè a 0,092 cm. La media delle minime decadiche del ventisettennio 1910-1938 sale quindi a —0,327 + 0,092 = — 0,235 m, cioè si eleva di 5,6 cm sopra quella generale del settantennio.

Ma alla fine del periodo l'incremento era certo maggiore del valore ora stabilito, attesa la manifesta concavità verso l'alto del dia-

gramma fra B e C: concavità che sta in evidente relazione col progressivo incremento del numero e della capacità dei serbatoi, che al termine del 1938 raggiungeva il valore di 156 milioni di metri cubi.

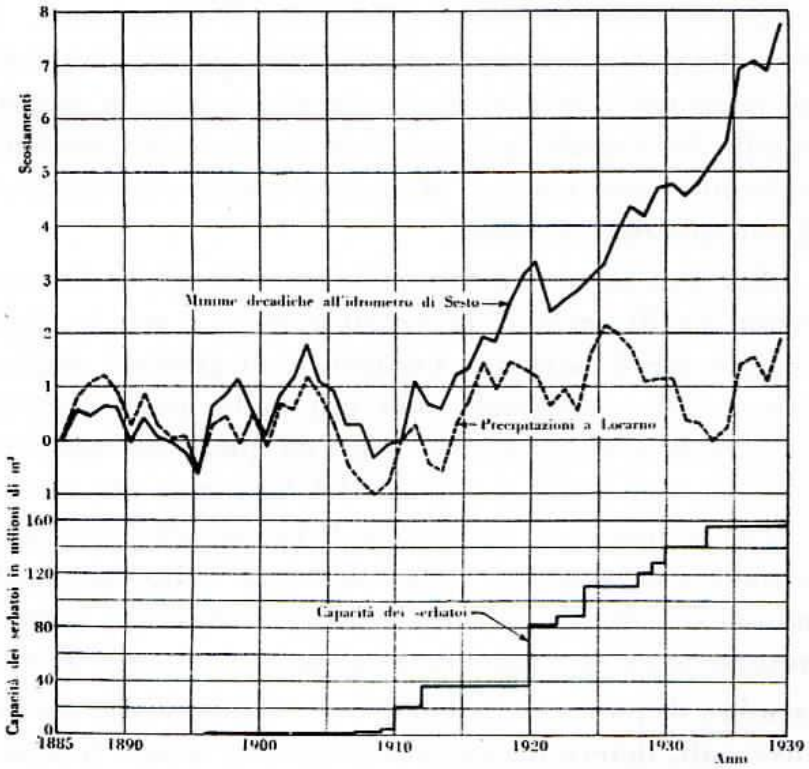


Fig. 7 — Scostamenti progressivi percentuali dalla media del venticinquennio 1886-1910 e capacità dei serbatoi.

Abbiamo procurato di valutare anche tale incremento finale: prima, però, abbiamo dovuto procedere a separare l'influenza delle maggiori precipitazioni che caratterizzarono il periodo posteriore al 1910 e che certamente contribuirono alla formazione dell'incremento medesimo.

Ci siamo riportati, a tal fine, alle piogge misurate a Locarno, considerando i totali misurati inverno per inverno nel trimestre da dicembre a febbraio; alle piogge di questi tre mesi deve infatti attribuirsi una influenza, se non unica, certo determinante, sul valore del minimo livello annuale del lago, che cade di regola tra febbraio e marzo.

Anche per questa serie di totali, dall'inizio delle osservazioni a Locarno (anno 1886) fino al 1939, abbiamo stabilito la media gene-

rale, che risultò di 221,6 mm. Il diagramma degli scostamenti progressivi percentuali da tale media si vede riportato nella citata fig. 6 (linea a tratti); al pari di quello delle minime decadiche invernali, esso è tracciato con riferimento ai valori percentuali (rapporti fra scostamenti e media generale). Il diagramma, con la lieve ascesa del periodo susseguente al 1910, denota che anche per le piogge invernali tale periodo fu caratterizzato da valori superiori a quelli della media generale; gli scostamenti risultano però senza confronto meno marcati di quelli analoghi stabiliti per le minime altezze invernali a Sesto.

La differenza trova rilievo numerico nella fig. 7, che contiene, per i minimi livelli decadici invernali a Sesto, e per le piogge del trimestre dicembre-febbraio a Locarno, i diagrammi degli scostamenti progressivi percentuali, non più dalle medie generali dei rispettivi periodi di osservazione, bensì da quelle del venticinquennio 1886-1910, nel quale il regime del lago non era ancora turbato da alcun serbatoio. A partire dal 1910 ambedue i diagrammi si staccano dalla fondamentale volgendo verso l'alto; ma quello dei livelli minimi si solleva in misura molto più rilevante, in modo che le sue ordinate finali risultano da tre a quattro volte più grandi.

Ci sembra di poterne concludere che l'incremento medio delle magre invernali, determinatosi nel corso dell'ultimo quarto di secolo, alla fine del 1938 fosse da ascrivere soltanto per una parte valutabile fra un terzo e un quarto alle più elevate precipitazioni, e per la parte rimanente alla azione dei serbatoi.

Poichè l'incremento medio in parola è stato valutato sopra in 9,2 cm, la parte di esso dovuta ai serbatoi deve ritenersi compresa fra i 6 e i 7 centimetri. Rappresentano questi 6 ÷ 7 centimetri una media fra l'incremento, certamente minimo, dei primi anni, quando erano in funzione solo capacità di qualche decina di milioni di metri cubi, e quello assai più rilevante degli anni posteriori al 1933, nei quali la capacità salì oltre i 150 milioni di metri cubi.

Non crediamo di andar molto lontani dal vero, ammettendo che alla fine del periodo, cioè intorno al '38, le minime magre invernali si fossero elevate di una quantità all'incirca doppia dell'incremento medio predetto, cioè dell'ordine di dodici a quattordici centimetri.

Insistiamo però sul fatto che l'incremento così valutato riguarda unicamente i livelli di minima magra invernale; i serbatoi hanno certo esercitato un'influenza anche sui livelli superiori, ma questa influenza fu indubbiamente meno sentita, e decrescente con l'aumentare del livello. Notiamo inoltre che, altri serbatoi essendo entrati in funzione posteriormente al 1938, il valore attuale dell'incremento delle magre deve indubbiamente essere più elevato.

APPENDICE 2ª

Ing. Giuseppe Merla

DETERMINAZIONE DEGLI AFFLUSSI AL LAGO MAGGIORE NEL PERIODO 1° GENNAIO 1914 - 31 DICEMBRE 1938

La Sezione staccata di Milano dell'Ufficio Idrografico del Po ha proceduto, per incarico del Consorzio del Ticino, alla determinazione della serie dei valori giornalieri delle portate di afflusso (efficace o utile) al Lago Maggiore, per il venticinquennio 1914-1938.

Questa ricerca è stata condotta servendosi dell'equazione di continuità $Q_a\,dt = S\,dh + Q_e\,dt$ che esprime il bilancio fra il volume affluito $Q_a\ dt$ al lago durante dt, quello $Q\,dt$ contemporaneamente defluito attraverso la sezione di sbocco, e la variazione Sdh contemporaneamente intervenuta nel volume invasato nel lago. Nel calcolo si sono considerati intervalli di tempo di un giorno, onde l'equazione suddetta è stata assunta in termini finiti $Q_a = Q_e + S\,\triangle h/\triangle t$ dove di regola Q_a è la portata corrispondente alla lettura idrom. meridiana mentre per semplicità $\triangle h$ è la differenza fra l'altezza letta il giorno e quella del giorno precedente.

Basi della ricerca sono state quindi le effemeridi idrometriche, dalle quali, a mezzo della scala delle portate dell'emissario e della scala di variazione della superficie lacuale all'incile sono state dedotte le effemeridi delle portate di afflusso.

Esponiamo brevemente come il computo è stato condotto.

Effemeridi idrometriche. — Per il Lago Maggiore si posseggono diverse serie di osservazioni idrometriche a Pallanza, a Luino e ad Angera; scartando la prima per i notevoli cedimenti che subisce quella spiaggia, restano le altre due che hanno avuto inizio, almeno per quanto riguarda i dati che tuttora si posseggono, rispettivamente nel 1915 e nel 1861.

Senonchè quegli idrometri, come in genere tutti quelli del lago, sono situati sui moli dei porti e quindi soggetti a molte cause di non facile e incerta lettura: agitazione dello specchio liquido prodotta dai natanti, moto ondoso provocato dai venti, differenze di livello fra i vari idrometri causate da correnti, venti, o da altri fenomeni quali le sesse; nemmeno in periodi di magra e con aria calma si può ritenere che la superficie del lago sia esattamente a livello.

Si è perciò preferito riferirsi alle letture fatte all'idrometro di Sesto Calende, che si trova circa 700 metri a valle del ponte ferroviario, dove comincia a formarsi il corso d'acqua emissario; questo idrometro, di capitale importanza per gli studi sul Lago Maggiore e sul Ticino e per tutte le questioni connesse alla misura ed all'utilizzazione delle acque effluenti dal lago, è stato sempre oggetto di accurate osservazioni e controlli e ben si presta per la sua posizione a letture molto esatte.

Era però da tener presente che, se per livelli d'acqua inferiori allo zero l'idrometro di Sesto può considerarsi come lacuale — trascurabili essendo la velocità dell'acqua e quindi la cadente in quel primo tronco — per livelli superiori allo zero la cadente del lago fino all'idrometro assume valori sempre crescenti per cui ad una variazione di livello rilevata all'idrometro di Sesto non corrisponde una stessa variazione nel lago.

Per ovviare a questa difficoltà si è ricorsi alla corrispondenza stabilita dal Fantoli fra le altezze di Sesto e i livelli del lago; del resto, per altezze idrometriche fino ad un metro, che sono poi quelle che si verificano con maggior frequenza e che più interesseranno l'esercizio della regolazione, le differenze sono abbastanza piccole, variando da zero a 2.5 cm.

In tal modo, con le letture idrometriche giornaliere a Sesto e con la corrispondenza fra Sesto e il lago, si sono ricavati per il venticinquennio 1914-1938 i valori giornalieri dei livelli del Lago Maggiore.

Quanto alla scala di espansione lacuale del Verbano necessaria per calcolare il termine $S \triangle h$, si fa notare che essa era stata già ricavata dal Fantoli prendendo per base la superficie di 212 km^2 misurata dal Marinelli in corrispondenza dell'altezza +1 m a Sesto Calende: la scala Fantoli (v. pag. 76) dà i valori della superficie del

lago, di metro in metro, a partire dallo zero. Le differenze sono però di poca entità nel campo delle espansioni di maggior frequenza che più interessano; la superficie del lago risulta infatti di 208 km^2 a 0 m, e di 212 km^2 ad 1 m. Per semplicità e speditezza di calcolo, si è perciò preferito adottare per la superficie del lago il valore unico di 210 km^2.

Scale delle portate del Ticino a Sesto Calende. — Misure sistematiche della portata del Ticino a Sesto Calende sono state fatte soltanto dall'Ufficio Idrografico del Po; le prime misure risalgono al 1923 e si sono di poi sempre continuate.

Nel periodo precedente le portate del Ticino erano valutate con scale di portata calcolate da vari autori in base a formule del moto uniforme dell'acqua, corrette col sussidio di qualche misura di portata. Così, stando al Fantoli (1) si ha una prima scala Lombardini nel 1862 ed una seconda nel 1863; una terza scala è stata calcolata dal Lombardini nel 1867 con due misure di portata e con formule del moto uniforme; altra scala, posteriore alla famosa piena del 1868 è quella del Galizia del 1869.

Si tratta però di valutazioni molto incerte, mancando allora gli elementi di base fondamentali. Relazione più precisa fra le portate e le altezze idrometriche è quella ricavata dal Cipolletti mediante il taramento delle opere di presa del canale Villoresi al Panperduto, e più precisamente della diga tracimabile che sbarra l'alveo del Ticino e dello stramazzo cosidetto dei 120 m^3/sec.

Lo stramazzo è stato tarato con tre misure di portata compiute nel gennaio, nel marzo e nell'aprile del 1885, mentre la diga è stata tarata facendovi passare volumi noti, misurati previamente « dalle opere entro il regolatore d'afflusso » (2), per portate fino a 144 m^3/sec e con due misure dirette di 240 e di 422 m^3/sec nel giugno del 1885; aggiungendo a quest'ultima portata quella che nel giorno della misura passava alle « opere entro il regolatore ed era da quelle misurata » si era ottenuta una portata massima direttamente misurata di 560 m^3/sec.

Anche la scala delle portate così calcolata dal Cipolletti era riferita all'idrometro di Sesto Calende. L'autore di essa, oltre alla

---

(1) FANTOLI: « *Sul regime idraulico dei laghi* », Milano, 1897.
(2) Id. Op. cit. pag. 135.

scala numerica, diretta lettura della scala grafica, ha dato una espressione analitica che è stata discussa e modificata dal Fantoli specie per le portate di piena; ne è così risultata una nuova scala detta Cipolletti-Fantoli che, mentre traduce fedelmente per un certo tratto la relazione numerica del Cipolletti, se ne scosta sensibilmente, e in meno, per le portate oltre i 600 m^3/sec.

La scala Cipolletti-Fantoli ha ricevuto una conferma sperimentale, entro certi limiti, da due serie di misure di portata fatte nel 1893 e nel 1900 a cura della Società Italiana per Condotte d'Acqua; queste misure, in numero di dieci (5 per serie), furono comprese fra una minima di 82,9 m^3/sec ed una massima di 1650 m^3/sec alle quali corrispondevano altezze idrometriche a Sesto Calende di — 0,36 m e di 3,5 m.

Con la istituzione dell'Ufficio Idrografico del Po le misure di portata del Ticino, allo sbocco del lago, sono state iniziate e condotte in modo sistematico; oltre al vecchio idrometro sulla riva sinistra del fiume venne istallato un idrometrografo su di una pila del ponte ferroviario, e nel 1935 venne messa in opera una teleferica per misure di portata (tipo Magistrato alle Acque, per solo molinello) presso Golasecca, 4 km circa a valle dell'idrometro e circa 500 m a valle della diga abbattibile, dove la sezione, dopo vari tentativi, fu riconosciuta la più adatta per eseguirvi misure.

Quando i livelli del fiume a Sesto sono inferiori allo zero, le misure di portata vengono fatte da una barca ancorata alla fune della teleferica facendo scorrere il molinello lungo un'asta lenticolare tenuta ferma sul fondo. Per altezze superiori allo zero ci si serve invece della teleferica perchè la velocità dell'acqua imprime alla barca movimenti tali da compromettere la buona riuscita delle misure.

Dal 1923, anno d'inizio delle misure, fino a tutto il 1938, sono state eseguite 70 misure di portata a Golasecca; questo periodo rappresenta il 64 % del venticinquennio considerato per il calcolo degli afflussi al lago. Le misure effettuate sono distribuite in un campo idrometrico compreso fra — 0,41 m e 2,80 m sullo zero di Sesto e vanno da una minima di 70 m^3/sec ad una massima di 1450 m^3/sec. Esse hanno palesato delle lievi variazioni nell'efficienza del Ticino, variazioni dovute a piccoli spostamenti del fondo, messi in evidenza

anche da rilievi eseguiti nell'alveo, e a diversità nella consistenza delle pescaie che numerose ingombrano l'alveo fra Sesto Calende e la sezione di misura; queste pescaie, che negli stati di magra influiscono notevolmente sulle condizioni del deflusso, dopo ogni piena vengono ricostruite o sistemate e possono quindi le loro dimensioni d'ingombro variare da un anno all'altro ed anche nelle diverse stagioni di uno stesso anno.

Con tutto ciò, data la modesta entità delle variazioni, si è tenuta una sola scala dal 1923 fino al 1937; solo per il 1938, gli scostamenti dalla scala precedente essendo stati più sensibili, si è preferito assumere una nuova scala. La prima delle due scale è stata anche adottata per il calcolo delle effemeridi delle portate del periodo 1914/1922.

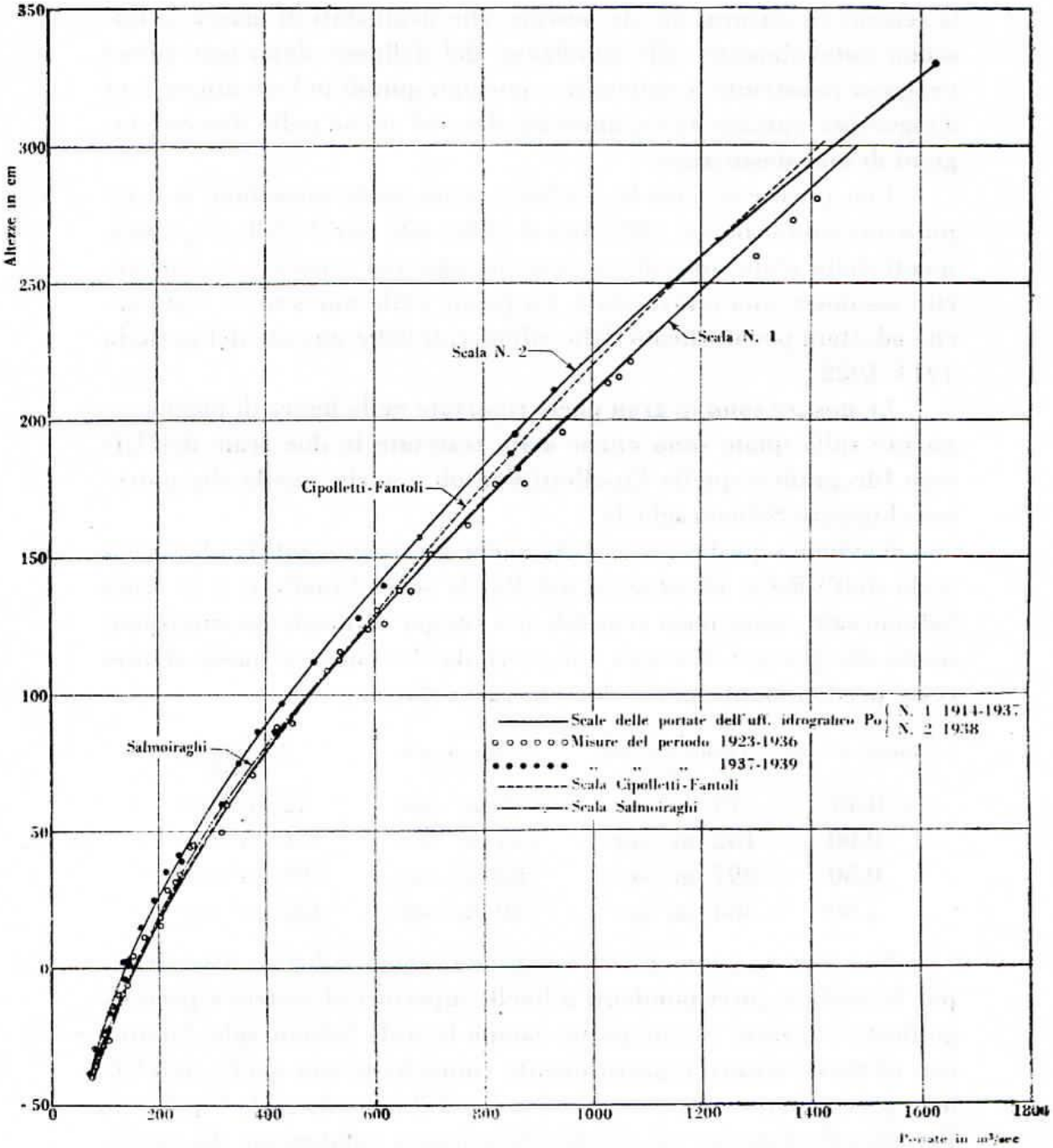
Le misure sono in gran parte riportate nella figura di pagina seguente sulla quale sono anche state tracciate le due scale dell'Ufficio Idrografico, quella Cipolletti-Fantoli e anche quella che potremo chiamare Salmoiraghi (1).

Vogliamo qui far notare che anche gli scostamenti fra la prima scala dell'Ufficio Idrografico del Po, la scala Cipolletti e la scala Salmoiraghi, sono poco sensibili nel campo idrometrico corrispondente alle portate di magra e di morbida che sono poi quelle d'interesse predominante per la loro maggior durata:

Altezze a Sesto	Cipolletti-Fantoli 1885	Salmoiraghi 1893	Uff. Idr. Po 23-37
— 0,40	79 m^3/sec	76 m^3/sec	72 m^3/sec
0,00	152 m^3/sec	154 m^3/sec	156 m^3/sec
0,50	297 m^3/sec	282 m^3/sec	300 m^3/sec
1,00	484 m^3/sec	440 m^3/sec	483 m^3/sec

Maggiori scostamenti si verificano, come è logico attendersi, per le portate corrispondenti a livelli superiori al metro; è però significativo il fatto che in questo campo la scala Salmoiraghi dedotta con effettive misure è praticamente coincidente con quella dell'Ufficio predetto, mentre se ne discosta sensibilmente la scala Cipolletti-Fantoli calcolata per gli alti livelli in base a valutazione dei coefficienti d'efflusso degli stramazzi:

(1) Dal nome dell'autore - Ing. Darvino Salmoiraghi - della pubblicazione della Soc. Italiana per condotte d'acqua « *Chiusa d'invaso nell'emissario del lago Maggiore a Sesto Calende* ».



Scale delle portate del Ticino all'idrometro di Sesto Calende

Altezze a Sesto	Cipolletti-Fantoli m³/sec	Salmoiraghi m³/sec	Uff. Idr. Po m³/sec
1,50 m	679	701	706
2,00 m	905	948	952
2,50 m	1149	1200	1210
3,00 m	1418	1500	1490

Effemeridi delle portate di deflusso dal Lago. — Con la serie delle letture giornaliere all'idrometro di Sesto e con le due scale di portata, calcolate dall'Ufficio Idrografico del Po, di cui abbiamo prima detto, si sono ricavate le effemeridi delle portate del Ticino all'uscita dal Lago Maggiore.

In tal modo si ritiene di aver calcolato una serie venticinquennale di portate medie giornaliere la quale si accosti il più fedelmente possibile alla realtà del fenomeno.

Per la serie completa si è dovuto ricorrere a qualche estrapolazione delle scale, poichè la massima escursione del periodo venticinquennale ha raggiuto i limiti estremi di — 0,68 m e di 3,93 m mentre gli estremi del campo misurato sono stati di — 0,40 m e di 3,20 m.

Altezze idrometriche inferiori a — 0,40 m si sono verificate nel venticinquennio 1914-38 solo nell'inverno 1921-22, anno della massima magra finora osservata, mentre altezze superiori a 3,20 m si sono avute cinque volte col massimo livello 3,93 m nel 1928. Il periodo che abbiamo considerato comprende così eventi di carattere eccezionale quali la massima magra del 21-22 e le piene del 1920, del 1926 e del 1928.

Effemeridi delle portate di afflusso. — Abbiamo brevemente detto al principio di questa nota come siano stati calcolati o dedotti tutti i termini della relazione traducente il bilancio idrologico di un lago; i risultati del calcolo, che si riduce ad una somma algebrica di più termini, sono esposti in 25 Tabelle trasmesse al Consorzio del Ticino, le quali hanno poi servito di base per tutte le successive determinazioni esposte nella relazione del prof. De Marchi.

Milano, primavera 1943.

RELAZIONE SUPPLEMENTARE

ESTENSIONE DEL CALCOLO AI SEI ANNI DAL 1939 AL 1944

1. *Premessa.* — L'indagine condotta fra il 1940 e il 1942 per valutare le portate che potrebbero essere rese disponibili dalla regolazione dei deflussi dal Lago Maggiore è stata riferita al venticinquennio 1914-1938, che era apparso atto a fornire un attendibile quadro della situazione idrologica media normale del lago e dell'emissario.

I risultati di essa sono stati esposti ed illustrati nella Relazione della primavera 1943, alla quale si farà ripetutamente richiamo (e che in ciò che segue si chiamerà brevemente « Relazione »). Questa ha posto fra altro in rilievo (pag. 14), che la media generale delle portate del Ticino per quel venticinquennio supera del 2 % la media del periodo di settant'anni che va dal 1869 — anno a partire dal quale si possono valutare in modo attendibile le portate del Ticino in base alle letture del livello all'idrometro di Sesto — al 1938, e supera dell'8 % quella del venticinquennio 1891-1915, che fu il più povero di deflussi fra i 45 venticinquenni del medesimo settantennio. Se ne deduceva quindi la necessità di accettare con *criterio restrittivo* i valori stabiliti per le portate disponibili, ritenendosi probabile che i calcoli avrebbero fornito valori lievemente più bassi qualora fossero stati riportati ad un altro venticinquennio o ad un periodo assai più ampio.

I sei anni oramai trascorsi dopo il 1938 sono stati caratterizzati quasi tutti da marcata scarsezza di deflussi; e per taluni di essi, particolarmente per il 1943, le deficienze rispetto ai valori normali hanno assunto importanza indubbiamente eccezionale. Poichè già nel 1938 si era verificata una forte e persistente magra primaverile, in conseguenza della quale anche il deflusso di quell'anno si era mantenuto assai basso, ci si trova di fronte a un lungo periodo di magra, che si iniziò con lo stesso 1938 e che non sappiamo, nè ora potremmo dire (primavera 1945), se sia ancora giunto alla sua conclusione.

Manifesta era l'opportunità di riconoscere come nel corso di tale periodo avrebbe potuto funzionare la regolazione del lago, nella ipotesi che fosse stata condotta secondo i criteri stabiliti nella « Relazione », vogliamo dire in conformità dei diversi schemi ivi considerati e applicati al venticinquennio 1914-1938. Con questo intendimento è stata avviata l'indagine della quale nella presente « Relazione supplementare » ci proponiamo di esporre le risultanze.

L'indagine si iniziò con un esame idrologico del periodo di magra iniziatosi col 1938. Che tale magra sia stata molto accentuata e sopratutto abbia avuto durata non comune, appare già dalla semplice osservazione dei valori delle portate e delle piogge dei singoli anni del periodo. Ma era opportuno fissarne in modo concreto il significato, rispetto a tutti gli altri fenomeni consimili verificati dopo che il lago e l'emissario formano oggetto di osservazioni attendibili, perchè solo per tal via sarebbe stato possibile interpretare con sicurezza le risultanze dei computi condotti per il venticinquennio 1914-1938 e per gli anni seguenti e formulare un fondato giudizio sulle conclusioni alle quali essi dànno luogo.

2. *Esame idrologico del periodo di magra iniziatosi col 1938.* — L'esame è stato riferito alle portate del Ticino a Sesto, che la diga mobile deve modulare entro i noti limiti della trattenuta attiva. Poichè, come già si è detto, tali portate sono valutabili in modo attendibile solo a partire dal 1869, cioè posteriormente alla eccezionalissima piena del 1868 che alterò sensibilmente l'incile lacuale, si è presa in considerazione l'intera serie delle settantasei portate medie, per i singoli anni del settantaseiennio 1869-1944. I valori di tali medie sono riprodotti nel prospetto *a)*.

Dopo l'inizio dei lavori di costruzione della diga mobile alla Miorina, è venuta a cessare quella univoca corrispondenza fra le portate del Ticino e le letture all'idrometro di Sesto che era tradotta dalla scala illustrata dall'ing. Merla nell'Appendice 2ª alla « Relazione ». Ma da allora il Consorzio ha molto opportunamente provveduto a calcolare i valori delle portate giornaliere di afflusso efficace al lago, deducendoli da quelli delle portate a Sesto, i quali a loro volta poterono essere stabiliti a mezzo di una nuova scala, determinata dalla Sezione staccata dell'Ufficio Idrografico del

PROSPETTO A

Portate annue medie del Ticino a Sesto dal 1869 al 1944 (1)

Anno	Portata	Anno	Portata	Anno	Portata	Anno	Portata
1869	319	1888	412	1907	343	1926	405
1870	187	1889	354	1908	289	1927	364
1871	211	1890	373	1909	244	1928	391
1872	541	1891	341	1910	350	1929	239
1873	449	1892	325	1911	323	1930	341
1874	255	1893	185	1912	298	1931	275
1875	246	1894	212	1913	323	1932	317
1876	312	1895	224	1914	338	1933	251
1877	326	1896	367	1915	292	1934	338
1878	320	1897	371	1916	401	1935	392
1879	382	1898	382	1917	383	1936	385
1880	279	1899	203	1918	375	1937	373
1881	245	1900	320	1919	251	1938	229
1882	377	1901	373	1920	417	1939	414
1883	297	1902	282	1921	182	1940	271
1884	177	1903	359	1922	258	1941	347
1885	334	1904	281	1923	314	1942	259
1886	332	1905	340	1924	342	1943	179
1887	289	1906	240	1925	329	1944	202

(1) I valori sono stati forniti dalla Sezione staccata milanese dell'Ufficio idrografico del Po per gli anni dal 1890 al 1944: per gli anni antecedenti sono dedotti dalla Relaz. tecnica al Progetto Novembre 1935 dell'impianto di Vizzola, della Soc. Lombarda per distrib. di En. Elettrica (Torino 1935).

PROSPETTO B

Portate medie annue dei periodi di magra posteriori al 1868

Anno	m³/sec	% del mod	Anno	m³/sec	% del mod	Anno	m³/sec	% del mod	Anno	m³/sec	% del mod	Anno	m³/sec	% del mod
1869	319	99,7	1880	279	87,2	1891	341	106,5	1921	182	56,8	1938	229	71,5
1870	187	58,4	1881	245	76,6	1892	325	101,5	1922	258	80,6	1939	414	129,0
1871	211	65,9	1882	377	117,8	1893	185	57,8	1923	314	98,4	1940	271	84,7
1872	541	169,1	1883	297	92,8	1894	212	66,3	1924	342	106,8	1941	347	108,5
1873	449	140,3	1884	177	55,3	1895	224	70,0	1925	329	102,7	1942	259	81,0
1874	255	79,7	1885	334	104,4	1896	367	114,6	1926	405	126,5	1943	179	55,9
1875	246	76,9	1886	332	103,7	1897	371	116,0	1927	364	113,7	1944	202	63,1

PROSPETTO C

Portate medie per gruppi di anni consecutivi

Magra	1870		1884		1893		1921		1943	
Anni consecutivi	m³/sec	% del mod	m³/sec	% del mod	m³/sec	% del mod	m³/sec	% del mod	m³/sec	% del mod
1	187	58,4	177	55,3	185	57,8	182	56,8	179	55,9
2	199	62,2	237	74,1	198,5	62	220	69,4	190,5	59,5
3	239	74,7	269,3	84,2	207	64,7	251	78,5	213	66,6
4	314,5	98,3	285	89,1	236,5	74	274	85,7	247	77,2
5	341,4	106,7	303,4	94,8	255,4	79,3	285	89,1	252	78,7
6	327	102,2	293,7	91,8	276	86,5	305	95,3	277	87,2
7	315,4	98,6	290,6	90,8	289	90,4	313	97,8	272	85,0

Po, con riferimento ad un idrometro appositamente impiantato a Golasecca. I valori delle portate medie annue di deflusso, che si vedono riportati nel prospetto *a)* per gli anni posteriori al 1938, sono stati dedotti da quelli delle predette portate di afflusso, tenendo conto delle altezze lette a Sesto il 1° gennaio di ogni anno, e delle conseguenti variazioni del volume accumulato nel lago.

Dal prospetto *a)* appare che nel settantaseiennio la portata media annua di deflusso dal lago è scesa cinque sole volte al di sotto dei 200 m^3/sec, negli anni 1871, 1884, 1893, 1921 e 1943, e appare altresì che codeste magre non furono di regola circoscritte ai soli anni indicati, ma interessarono qualche annata vicina, contraddistinta pure da valori più o meno inferiori alla media generale: media che, come già dicemmo, ammonta a 320 m^3/sec.

Si contano, così, nel settantaseiennio cinque periodi di magra con durata pluriennale, i quali si succedettero fra il 1870 e ora, e compresero tutti qualche annata consecutiva con portate medie decisamente inferiori al valore normale. Dei primi quattro conosciamo la storia completa: del quinto, che è poi quello sul quale deve fissarsi maggiormente la nostra attenzione, ancora non possiamo dire se sia effettivamente concluso. La prolungata siccità primaverile, perdurante mentre scriviamo, rende probabile che, nonostante le precipitazioni invernali assai elevate, anche il 1945 abbia a risultare nel complesso un anno piuttosto asciutto, da includere pertanto nel periodo di magra che, per quanto possiamo dire ora, avrebbe avuto il suo acme nel 1943. Qualora tale eventualità avesse ad avverarsi, l'importanza di questo periodo di magra risulterebbe ulteriormente accentuata rispetto a quella degli altri.

Per ogni periodo di magra si vedono riportate nel prospetto *b)* le portate medie annue di un gruppo di 7 anni, nel quale il periodo resta compreso: esse trovano evidenza grafica nei diagrammi delle figure 1 e 1 bis.

Prospetto e grafici dimostrano che, nonostante i valori eccezionalmente bassi ai quali si ridusse la portata nel corso del 1921, la magra che prende nome da tale anno e quelle del 1870 e del 1884, come tradotte dalle medie annue, furono indubbiamente meno gravi di quelle del 1893 e del 1943.

Tale constatazione è più chiaramente confermata dal prospet-

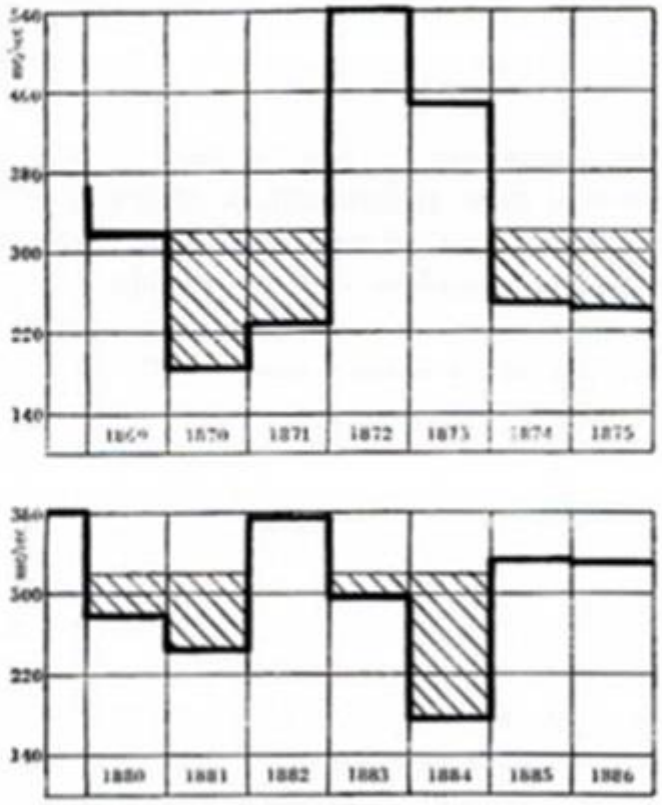


Fig. 1 - Portate medie annue del Ticino a Sesto nei periodi di grande magra verificati dopo il 1869 - Magre del 1870 e del 1884.

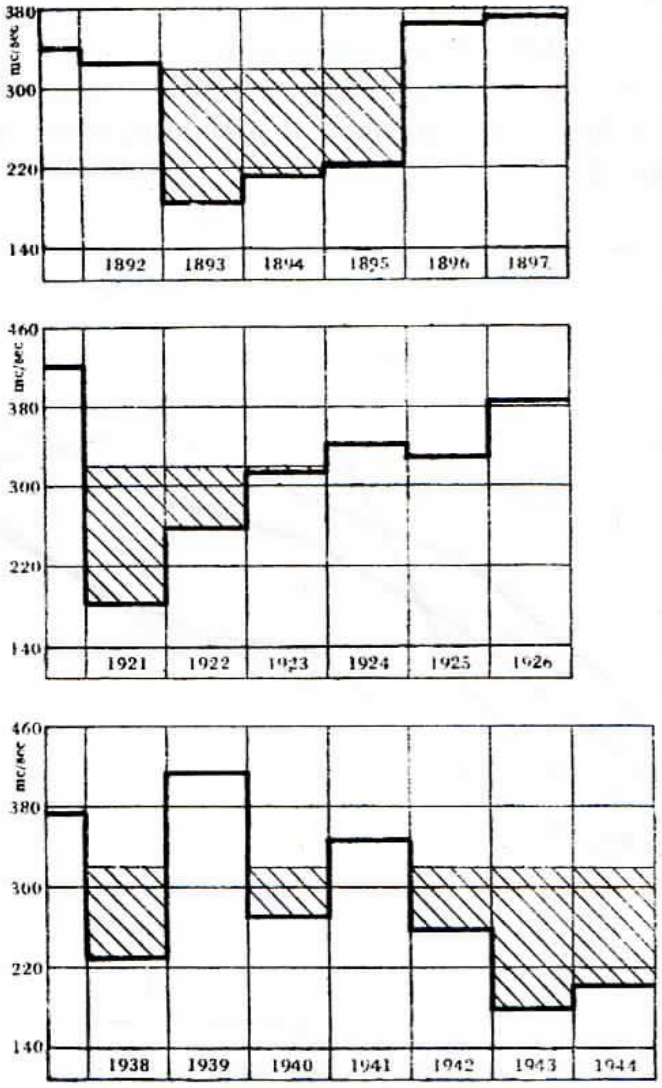


Fig. 1 **bis. — Portate medie annue del Ticino a Sesto, nei periodi di grande magra verificati dopo il 1868. Magre del 1893, del 1921 e del 1943.**

to *c*), ove sono successivamente considerati, per ognuna delle cinque magre, i gruppi di uno, due, tre ecc. anni consecutivi ai quali competono il minimo deflusso complessivo, e quindi la minima portata media (di uno, due, tre... anni), i valori di queste portate essendo espressi tanto in m^3/sec, quanto in percentuale del modulo relativo al settantennio 1869-1938 che ammonta, come dicemmo, a 320 m^3/sec (mentre quello dell'intero settantaseiennio che si chiude col 1944 si riduce a 317 m^3/sec.). Il prospetto trova conferma grafica nella fig. 2.

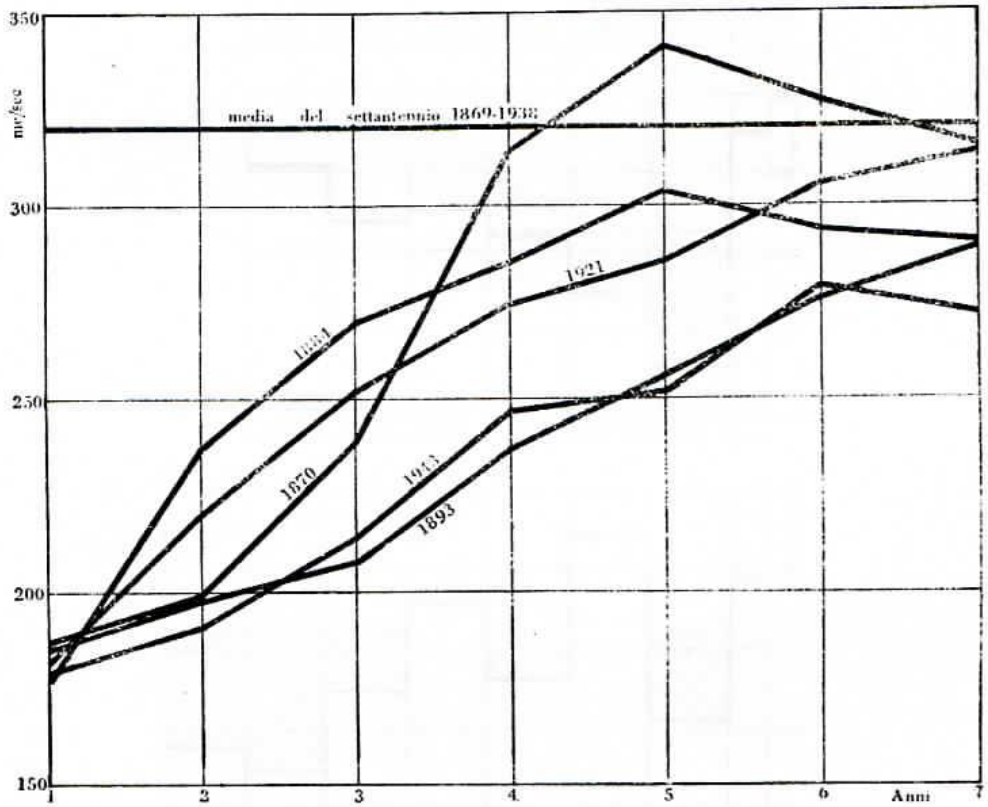


Fig. 2 - Portate medie di uno, due, tre... anni consecutivi, da uno a sette, per i cinque periodi di magra verificati dopo il 1869.

Questa dimostra che le magre del 1871 e del 1921 furono più localizzate nel tempo, rispetto alle altre tre, cosicchè i loro effetti potevano ritenersi praticamente bilanciati nel giro di un settennio: le medie dei periodi 1921-1927 e 1870-1876 soggiacciono infatti di pochi centesimi soltanto al modulo. Analogamente può dirsi della magra del 1884, che ha bensì segnato il minimo valore annuo, ma fu

PROSPETTO D

Staz. pluviometrica di Milano - Osserv. Brera

Periodi di siccità fra il 1805 e il 1944

1815–1819				1828–1833				1865–1871			
N.	Anno	Totale annuo mm.	Media progress. mm.	N.	Anno	Totale annuo mm.	Media progress. mm.	N.	Anno	Totale annuo mm.	Media progress. mm.
1	1817	670	670	1	1828	696	696	1	1871	639	639
2	1816	890	780	2	1829	954	825	2	1870	721	680
3	1818	968	842	3	1830	883	844	3	1869	835	732
4	1815	1028	889	4	1831	925	864	4	1868	970	792
5	1819	1102	933	5	1832	1032	896	5	1867	985	831
				6	1833	1106	931	6	1866	861	843
								7	1865	808	832

1891–1897				1919–1925				1938–1944			
N.	Anno	Totale annuo mm.	Media progress. mm.	N.	Anno	Totale annuo mm.	Media progress. mm.	N.	Anno	Totale annuo mm.	Media progress. mm.
1	1894	838	838	1	1921	428	428	1	1944	710	710
2	1903	861	849	2	1922	949	688	2	1943	773	741
3	1895	863	854	3	1923	633	670	3	1942	738	740
4	1892	1192	941	4	1924	829	709	4	1941	1199	855
5	1891	1100	973	5	1925	703	706	5	1940	886	861
6	1896	1310	1028	6	1920	1200	790	6	1939	1022	888
7	1897	935	1015	7	1919	870	802	7	1938	860	883

poi bilanciata nel giro di cinque anni. I diagrammi relativi alle due grandi magre succedutesi a mezzo secolo di distanza, nell'ultimo decennio del secolo passato e negli anni presenti, sono nettamente più bassi e terminano ambedue con deficit ancora rilevanti. Essi presentano nel loro insieme andamenti poco diversi, cosicchè, per i primi sei anni potrebbero praticamente essere sostituiti nella fig. 2 con una curva media unica: si staccano invece decisamente nel settimo anno, che per la magra 1943 comporta l'inclusione del 1938. Il deficit del deflusso medio settennale rispetto a quello normale si riduce infatti. per la magra del 1893 al 9,6 %, mentre per quella del 1943 sale al 15,6 % sicchè nel corso della seconda è venuto a mancare un po' più del contributo di una intera annata in sette anni: deficit molto elevato, che non potrà mancare di avere ripercussioni sensibili sul bilancio idrico del bacino lacuale, e particolarmente sulla consistenza delle riserve sotterranee, che certo non riprenderanno presto il loro valore normale.

Appare chiaro in ogni modo che il periodo di magra che prende nome dal 1943 è indubbiamente il più notevole per intensità e sopratutto per durata che siasi avverato nel corso degli ultimi settantasei anni. Che se, poi, anche l'anno 1945 dovesse essere contrassegnato da portata inferiore alla normale, la gravità della magra attuale verrebbe ad essere ulteriormente accentuata, e l'evento assumerebbe carattere assolutamente eccezionale.

Di fronte ad una constatazione siffatta, sarebbe stato certamente utile ed opportuno estendere l'esame ad un periodo più ampio di tempo. Mancando la possibilità di effettuare una indagine consimile per il Ticino a Sesto, perchè non sono disponibili i dati relativi alla portata del fiume prima del 1869, avevamo tentato di condurla con riferimento alle precipitazioni di Milano (Osserv. di Brera) ove le osservazioni rimontano al 1764. e sono sicuramente omogenee e attendibili dal 1805 in poi. Senonchè i confronti hanno dato luogo a riconoscere che i totali pluviometrici annui di Milano non sono in chiara correlazione con le portate medie annue a Sesto.

Infatti, nella serie secolare dei dati milanesi dal 1805 al 1944, la siccità che si presenta come l'evento indubbiamente più saliente con totali annui e medie pluriennali nettamente inferiori a quelli

spettanti ad ogni altro, è quella che prende nome dal 1921. Segue ad essa (prospetto *d)* e fig. 3) in ordine di gravità quella che prende nome dal 1871: il periodo di siccità che si chiuse con tale anno,

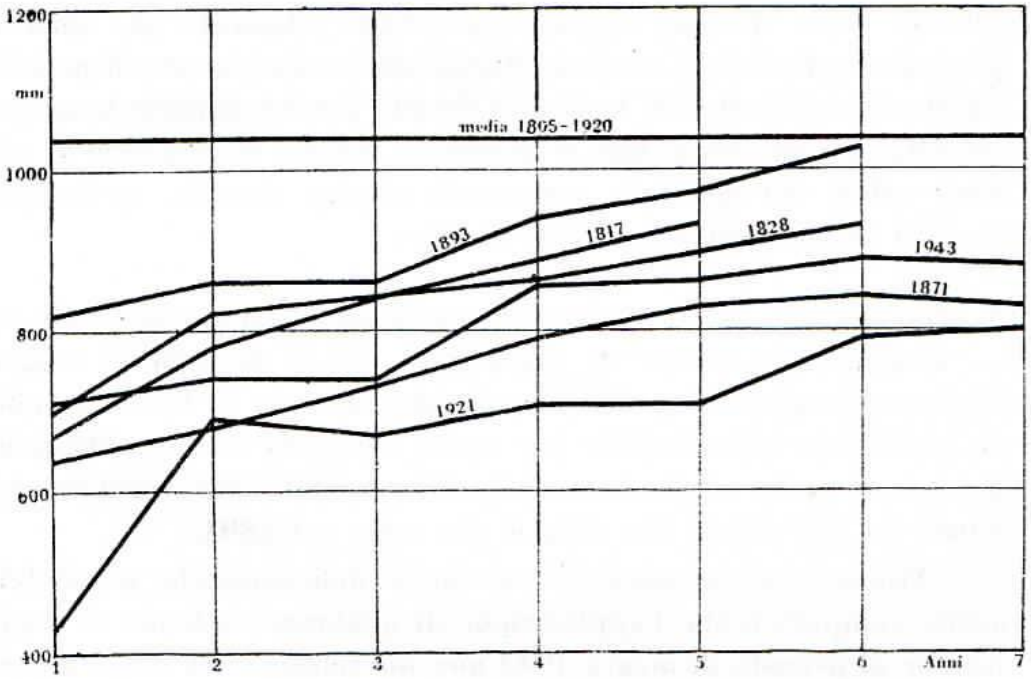


Fig. 3.— Precipitazioni medie di uno, due, tre . . . anni consecutivi per i periodi di forte siccità verificati a Milano dopo il 1805.

cominciò nel 1865, e quindi nella serie dalle portate del Ticino, non se ne ritrova che la fine. Solo al terzo posto compare la siccità del 1943.

Importanza relativamente secondaria riveste, poi, nella serie pluviometrica milanese, la siccità del periodo 1893, che passa al sesto posto soltanto, essendo preceduta da due altre: quella del 1817 e quella del 1828.

Sta di fatto in ogni modo che, anche con riguardo alle precipitazioni milanesi, il periodo attuale si distingue per marcatissime deficienze rispetto ai valori normali: e costituisce il terzo evento critico, nel corso di centoquarant'anni, e il secondo nell'ultimo settantennio.

I dati pluviometrici vengono quindi — nonostante la mancanza di una precisa correlazione — a confortare la conclusione

che l'ultima magra del Ticino va considerata come un evento indiscutibilmente eccezionale. Come tale essa deve quindi essere trattata, nei computi relativi alla regolazione del lago.

Dobbiamo aggiungere però che la valutazione dell'importanza relativa delle diverse magre cambierebbe alquanto se, anzichè alle sole medie annue, venisse riferita alle medie portate di periodi più brevi, dell'ordine di mesi o di decadi: perchè durante la magra del 1921 gli afflussi al lago e la portata a Sesto si ridussero ai minimi valori dei quali sia conservato storico ricordo, molto più bassi di quelli raggiunti in tutte le altre.

3. *Applicazione dei vari schemi di regolazione al sessennio 1939-44.* — L'esame precedente ha dimostrato che il periodo di magra pluriennale iniziatosi col 1938 non ammette per il Ticino se non un precedente paragonabile per entità e durata nel settantaseienio per il quale si posseggono dati attendibili della portata del fiume: ed è la magra che ebbe il suo acme nel 1893.

Attesa l'eccezionalità dell'evento, le deficienze che inevitabilmente comporterebbe l'applicazione di qualunque schema di regolazione al periodo di magra 1943 non dovrebbero dar luogo a particolari preoccupazioni: esse in effetto, non possono che rientrare fra quelle che furono previste e ritenute ammissibili, per non rinunciare a notevoli benefici in vista di danni ricorrenti raramente e a lunghi intervalli di tempo.

Ciononondimeno, sussistono sempre l'interesse e l'utilità di riconoscere in modo concreto il funzionamento dei vari schemi considerati, sia per stabilire l'entità delle deficienze che si sarebbero verificate in un periodo così sfavorevole, sia anche perchè il venticinquennio 1914-38, al quale sono stati riferiti tutti i computi della « Relazione » è stato caratterizzato da una certa abbondanza di deflussi.

Abbiamo quindi provveduto ad estendere ad ogni anno del periodo 1939-1944 i computi di cui aveva formato oggetto il venticinquennio precedente.

Ammesso che nel mese di giugno, e precisamente alla fine della seconda decade, avvenisse ogni anno la completa ricostituzione dell'invaso, per la parte propriamente estiva della stagione irrigua, dal

21 giugno al 30 settembre, si considerarono i tre diagrammi di erogazione, con portate descrescenti, rappresentati nella fig. 9 della « Relazione »; per la parte primaverile della stessa stagione, dall'11 aprile al 20 giugno invece si assunse una erogazione costante di 280 m^3/sec, da mantenere quando e fino a che risultasse possibile e compatibile, da un canto, con la condizione di pieno invaso al 21 giugno, dall'altro, con il valore dell'invaso residuo al 10 aprile, al termine della precedente stagione invernale. Tale valore fu determinato anno per anno nel modo già detto nella « Relazione ».

I risultati ottenuti sono esposti:

a) per la stagione estiva (21 giugno-30 settembre) dalle tabelle I, II, III (1) riguardanti gli schemi con erogazione rispettivamente di 280, 300 e 320 m^3/sec, dal 21 giugno al 15 agosto;

b) per la stagione irrigua primaverile (11 aprile-20 giugno), dalla tabella IV.

Nei riguardi del periodo dal 1° ottobre al 10 aprile, abbiamo ritenuto sufficiente considerare due dei quattro schemi esaminati nella « Relazione » e, cioè, lo schema A, con erogazione di 150 m^3/sec a lago completamente invasato, e soggetta a progressiva diminuzione col deprimersi del livello del lago, e lo schema C, con erogazione di 150 m^3/sec mantenuta il più a lungo possibile durante i quattro mesi da novembre a febbraio, di almeno 120 m^3/sec in ottobre, e adeguata alle disponibilità in marzo e nella prima decade di aprile. I risultati sono contenuti nelle due tabelle V e VI.

Tutte queste tabelle non richiedono molte parole di commento; basterà dire quanto segue:

1) stagione irrigua estiva (21 Giugno-30 Settembre): le deficienze sono, fatte le debite proporzioni, assai più numerose e gravi di quelle stabilite per il precedente venticinquennio. Lo dimostra chiaramente il prospetto *e*) di pag. seguente, nel quale (come già nel prospetto di pag. 41 della « Relazione ») sono riportati gli elementi d'insieme per ognuno dei tre schemi considerati.

Era prevedibile che una regolazione commisurata ad uno qualunque dei tre schemi sarebbe stata sottoposta durante gli ulti-

(1) Le tabelle sono raccolte in fine alla presente relazione supplementare, da pag. 120 in avanti.

PROSPETTO E

Periodo 1938-1945

Deficienze risultanti per la stagione irrigua estiva (21-VI - 30-IX)

Decadi	1-10 VII	11-20 VII	21-31 VII	1-10 VIII	11-15 VIII	16-20 VIII	21-31 VIII	1-10 IX	11-20 IX	21-30 IX	Totali
Erog. norm.	280 m³/sec					240 m³ sec			190 m³/sec		
numero delle deficienze	—	1	1	1	1	2	2	2	1	—	9,5
volumi defic.	—	110	110	110	110	200	200	200	10	—	895
deficienza max m³/sec	—	100	110	110	110	140	140	140	10	—	
Erog. norm.	300 m³ sec					255 m³ sec			190 m³/sec		
numero della deficienze	—	1	2	2	2	2	2	2	1	—	12
volumi defic.	—	145	190	190	190	230	230	230	10	—	1415
deficien za max m³/sec	—	145	145	145	145	155	155	155	10	—	
Erog. norm.	320 m³ sec					270 m³ sec			190 m³/sec		
numero delle deficienze	—	2	2	2	2	3	3	4	1	—	16,5
volumi defic.	—	245	245	245	245	290	290	420	10	—	1990
deficienza max m³/sec	—	175	175	175	175	170	170	170	10	—	

mi sei anni ad una prova assai severa. In effetto, col primo di essi, che comporta la erogazione utile massima di 280 m^3/sec, le deficienze avrebbero interessato 9,5 decadi su sessanta, mentre nel venticinquennio precedente le decadi deficienti erano risultate soltanto dieci su duecentocinquanta; il volume globalmente deficiente, inoltre, sarebbe salito a 895 unità in sei anni, contro sole 680 in venticinque (l'unità essendo al solito di 10 x 86400 m^3); la massima deficienza, infine, sarebbe aumentata da 130 m^3/sec, in luglio, (46,5 % di 280 m^3/sec), a 140 m^3/sec, in agosto (cioè al 58 % di 240 m^3/sec). Con gli altri due schemi, il numero delle decadi deficienti ammonterebbe rispettivamente a 12 e a 16.5 su sessanta, e l'entità del volume mancante sarebbe aumentata fino quasi a 2000 unità.

2) per la stagione primaverile (11 Aprile-20 Giugno) la tab. IV dà luogo a constatazioni sostanzialmente analoghe, ma per qualche rispetto più gravi. Le deficienze risultano infatti in numero di 18, sopra un totale di 42 decadi soltanto, e la loro entità supera in sette casi il 50 % (140 m^3/sec), arrivando ad un massimo del 64 % (180 m^3/sec) per ben due decadi.

È da notare che, se anche nel corso delle precedenti stagioni invernali non irrigue la regolazione fosse stata condotta secondo modalità assai diverse da quelle esaminate, i valori della tabella IV non sarebbero risultati sensibilmente differenti. Infatti, come vedremo fra breve, ambedue gli schemi di regolazione invernale lasciano al 10 Aprile il lago vuoto, o quasi completamente vuoto in quattro anni (1940, 42, 43, 44) dei sei considerati, nonostante che le erogazioni precedenti, del marzo e della prima decade di aprile (v. tabelle V e VI), siano state ridotte negli anni 1940 e 1943 ai 120 m^3/sec che rappresentano il fabbisogno delle vecchie utenze, e negli anni 1942 e 44 assai al di sotto di tale fabbisogno, alle sole portate di afflusso al lago. Riducendo l'erogazione al di sotto dei 120 m^3/sec anche negli anni 1940 e 1943, negli anni stessi sarebbe stato possibile accumulare nel lago per l'11 Aprile delle modeste riserve liquide; ma queste avrebbero consentito soltanto di elevare a 280 m^3/sec l'erogazione utile della prima decade delle susseguenti stagioni irrigatorie, dall'11 al 20 Aprile, non a modificare quelle delle decadi successive che sono già di 280 m^3/sec. Invece per gli

anni 1942 e 1944 l'entità delle deficienze è tale che anche la completa rinuncia alla utilizzazione invernale dell'invaso, che pure comporterebbe un danno indubbiamente molto grave per le utenze in atto, e la destinazione integrale di esso alla alimentazione delle irrigazioni primaverili, avrebbero consentito di rimediare soltanto parzialmente e per poche decadi alla sfavorevolissima situazione idrologica.

3) per il periodo dal 1° Ottobre al 10 Aprile, le tabelle V e VI stanno a dimostrare che le deficienze del sessennio rispetto alla portata di 120 m^3/sec, competenza delle vecchie utenze, sarebbero state concentrate negli ultimi mesi di due sole annate, il 1942 e il 1944: con lo schema A il loro numero è di 13, mentre era risultato di 28 per il venticinquennio; con lo schema C di 15, contro 31 del venticinquennio. L'entità delle deficienze massime resta però assai più grave per il venticinquennio che comprende la magra del 1921, durante la quale, come già detto, le portate del fiume si ridussero ai minimi valori che finora siano stati storicamente osservati.

Conclusioni

L'indagine esposta nella Relazione 1943 era intesa unicamente a tracciare il quadro delle possibilità offerte dalla regolazione del lago Maggiore, ponendo in evidenza disponibilità e deficienze di varie soluzioni ammissibili nei rapporti idraulici e compatibili col piano generale approvato.

Era prevedibile che la estensione dell'indagine al sessennio 1939-1944, indubbiamente critico per la scarsezza dei deflussi, desse luogo a deficienze relativamente molto più numerose di quelle ottenute per il venticinquennio precedente, dal 1914 al 1938. Si è constatato infatti che durante il sessennio le utenze del Ticino, qualora fossero state commisurate ad una erogazione massima primaverile ed estiva di 280 m^3/sec, si sarebbero trovate a disporre di metà, e meno, delle loro normali competenze per quattro decadi della primavera 1942, per molta parte dell'estate 1943 e per l'intera primavera 1944.

Era il caso, di fronte a constatazioni siffatte, di tornare sul

concetto al quale l'indagine era stata informata e sulle conclusioni di essa? Non esito a dire che la risposta a tale domanda non può che essere negativa.

L'esame idrologico, che forma oggetto del primo paragrafo di questa relazione supplementare, ha dimostrato, in effetto, il carattere affatto eccezionale della magra verificatasi negli ultimi anni.

Applicato ad annate di tal fatta, qualunque piano di regolazione che non fosse stato commisurato alle massime magre, avrebbe inevitabilmente comportato delle deficienze relativamente numerose, perchè la massa liquida che l'opera di regolazione consente di manovrare è molto piccola (poco più del 3 %) rispetto al deflusso medio annuo del Ticino, e diventa pressochè inefficace in periodi di magra prolungata e grave.

Sta per contro il fatto che, quanto ad entità, le massime deficienze del sessennio sono decisamente inferiori a quelle ottenute (v. tabelle annesse alla « Relazione ») per la magra 1921-22, durante la quale le portate disponibili, con tutti gli schemi esaminati si sarebbero ridotte per diversi mesi alla metà, quasi, dei più bassi valori ottenuti per gli inverni del 1942 e del 1944.

Riteniamo, quindi, che il campo dei valori da considerare ai fini della valutazione delle erogazioni utili e in rapporto al loro reparto fra i vari utenti, debba restare quello stabilito nella « Relazione » in base all'esperienza del venticinquennio 1914-38, e cioè portate massime estive dell'ordine di 280 ÷ 300 m^3/sec e massime della stagione non irrigua fra 150 e 180 m^3/sec.

Vogliamo tuttavia precisare che a portate di tale ordine potrà con tutta tranquillità venir commisurata la capacità complessiva dell'insieme degli edifici di presa, e del pari quella dei canali adduttori e delle loro principali diramazioni: opere tutte che conviene dimensionare con larghezza affinchè sia assicurata la possibilità dell'integrale sfruttamento delle acque disponibili, senza ritocchi sempre costosi.

Invece nel progetto e nella esecuzione delle opere di vera e propria utilizzazione delle acque, particolarmente nell'estendere la sistemazione irrigatoria a territori che non ne siano presentemente dotati, converrà tener ben presente il criterio restrittivo del quale fece parola la « Relazione » (pag. 46), e dare la preferenza, almeno

inizialmente, alle soluzioni restrittive consigliate nelle conclusioni finali. Sarà, cioè, da usare molta prudenza nel procedere alle nuove sistemazioni irrigatorie e agli ingenti immobilizzi di capitale che esse richiedono, affinchè il danno delle deficienze d'acqua, inevitabili durante i periodi di magra nei quali se ne fa più sentito il bisogno, abbia a risultare contenuto entro limiti tollerabili per l'economia agraria. E sarà necessario, in particolare, che la complessiva estensione della zona irrigata o da irrigare con le acque del Ticino venga commisurata almeno inizialmente a una disponibilità massima estiva convenientemente inferiore alla capacità complessiva delle opere: dell'ordine, diremo, di 240 ÷ 260 m^3/sec e non oltre, se questa dovesse essere di 280 m^3/sec, o più grande.

È ovvio che contenere entro limiti più ristretti la zona servita significa — a parità di dotazione — ridurre numero ed entità delle deficienze. Prima di chiudere l'indagine, abbiamo ritenuto opportuno renderci conto della importanza della riduzione conseguibile, qualora la erogazione massima estiva, per il periodo dal 21 giugno al 15 agosto, non superasse i 260 m^3/sec.

A tal fine abbiamo applicato ai periodi di magra fra il 1914 e il 1944 gli schemi I, II e III ponendo $Q = 140$ m^3/sec e assunte, di conseguenza, le erogazioni utili rispettivamente di 260, 225 e 190 m^3/sec, per i consueti periodi dal 21 giugno al 15 agosto, dal 16 agosto al 10 settembre, e dall'11 al 30 settembre, e quella di 260 m^3/ dall'11 aprile al 10 giugno. I periodi di magra considerati sono i seguenti: 1921-22, 1931-33, e infine i sette ultimi anni, dal 1938 al 1944.

Ci sembra superfluo riportare qui la serie dei risultati ottenuti per le singole stagioni irrigue considerate, dall'11 aprile al 30 settembre, e riteniamo sufficienti i dati che sono riassunti nel prospetto *f)* per la stagione irrigua estiva, e per il solo periodo dal 1938 al 1944. Il numero delle decadi con deficienze appare ridotto a sei (in confronto alle 9.5 risultanti dal prospetto *e)* per lo schema A, con erogazione massima di 280 m^3/sec): l'entità delle deficienze massime si mantiene inferiore al 50 % (125 m^3/sec, su 225).

A constatazioni analoghe ha dato luogo il calcolo per la stagione primaverile.

Nell'insieme il confronto fra i dati del prospetto f) e quelli del prospetto c) [erogazione massima 280 m^3/su], dimostra che la riduzione della erogazione massima estiva a 260 m^3/sec avrebbe portato un innegabile miglioramento nei rapporti del funzionamento delle utilizzazioni durante il recente periodo di magra. È però fuori di dubbio che gravi deficienze si sarebbero sempre verificate; né poteva essere altrimenti, atteso il carattere assolutamente eccezionale del periodo.

PROSPETTO F

Periodo 1938-1945

Deficienze risultanti per la stagione irrigua estiva (21-VI - 30-IX); erogazione massima di 260 m^3/sec

Decadi	1-10 VII	11-20 VII	21-31 VII	1-10 VIII	11-15 VIII	16-20 VIII	21-31 VIII	1-10 IX	11-20 IX	21-30 IX	Totale
numero delle deficienze	—	—	1	1	1	1	1	1	1	—	6
volumi deficienti	—	—	105	105	105	125	125	125	55	—	630
deficienza max m^3 sec	—	—	105	105	105	125	125	125	55	—	—

È fuori di dubbio, inoltre, che la riduzione dell'erogazione massima a 260 m^3/sec non comporterebbe una sensibile contrazione nei valori percentuali delle massime deficienze. Tanto più s'impone, quindi, la cautela nell'attuazione di nuove sistemazioni irrigue, destinate ad essere alimentate unicamente con acque del Ticino. In anni di magra, come furono gli ultimi attraversati, non resterebbe che scegliere fra due eventualità, ambedue gravi: o lasciare senz'acqua le nuove irrigazioni, o peggiorare le condizioni, che in qualche momento furono già critiche ora, delle irrigazioni in atto.

Non riteniamo, in questa sede, di poter andare oltre la semplice segnalazione di codesto particolare aspetto del problema della utilizzazione delle acque del Ticino.

Milano, giugno 1945.

Erogazioni utili dal Lago

Tab. I

Stagione estiva: periodo 21 Giugno - 30 Settembre

SCHEMA I: Massimo estivo 280 m³/sec

Anno	21-30 Giu.	1-10 Lug.	11-20 Lug.	21-31 Lug.	1-10 Ago.	11-15 Ago.	16-20 Ago.	21-31 Ago.	1-10 Set.	11-20 Set.	21-30 Set.
1939	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1940	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1941	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190
1942	280	280	280	280	280	280	*180*	*180*	*180*	*180*	190
1943	280	280	*170*	*170*	*170*	*170*	*100*	*100*	*100*	190	190
1944	280	280	280	280	280	280	240	240	240	190	190

SCHEMA II: Massimo estivo 300 m³/sec Tab. II

1939	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1940	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1941	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190
1942	300	300	300	*255*	*255*	*255*	*180*	*180*	*180*	180	190
1943	300	300	*155*	*155*	*155*	*155*	*100*	*100*	*110*	190	190
1944	300	300	300	300	300	300	255	255	255	190	190

SCHEMA III: Massimo estivo 320 m³/sec Tab. III

1939	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1940	320	320	320	320	320	320	270	270	190	*190*	190
1941	320	320	320	320	320	320	270	270	270	190	190
1942	320	320	*255*	*255*	*255*	*255*	*180*	*180*	*180*	*180*	190
1943	320	320	*145*	*145*	*145*	*145*	*100*	*100*	*100*	190	190
1944	320	320	320	320	320	320	*240*	*240*	*190*	190	190

Stagione primaverile: 11 Aprile - 20 Giugno

Tab. IV

Anno	11–20 Aprile	21–30 Aprile	1–10 Maggio	11–20 Maggio	21–31 Maggio	1–10 Giugno	10–20 Giugno
1939	280	280	280	280	280	280	280
1940	280	280	280	280	280	280	280
1941	280	280	280	280	280	280	280
1942	*130*	*130*	*130*	*130*	280	280	280
1943	*210*	*250*	*250*	*250*	*250*	*250*	*125*
1944	*100*	*100*	*150*	*150*	*150*	*150*	*150*

Erogazioni utili dal Lago, attuabili nella stagione invernale

Tab. V

SCHEMA A

Anni	1-10 ot.	10-20 ot.	21-31 ot.	1-10 nov.	11-20 nov.	21-30 nov.	1-10 dic.	11-20 dic.	21-31 dic.	1-10 gen.	11-20 gen.	21-31 gen.	1-10 feb.	11-20 feb.	21-28 feb.	1-10 mar.	11-20 mar.	21-31 mar.	1-10 apr.
38-39	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
39-40	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*
40-41	*120*	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	150	150	150	150	150	150
41-42	*120*	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*105*	*105*	*105*	*105*	*105*	*105*	*105*
42-43	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*
43-44	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*85*	*85*	*85*	*85*	*85*	*85*

SCHEMA B

Tab. VI

38-39	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
39-40	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	150	150	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*
40-41	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	150	150	150	180	180	180	180
41-42	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*90*	*90*	*90*	*90*	*90*	*120*	*120*	*120*
42-43	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*	*120*
43-44	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	*80*	*80*	*80*	*80*	*80*	*80*	*80*