

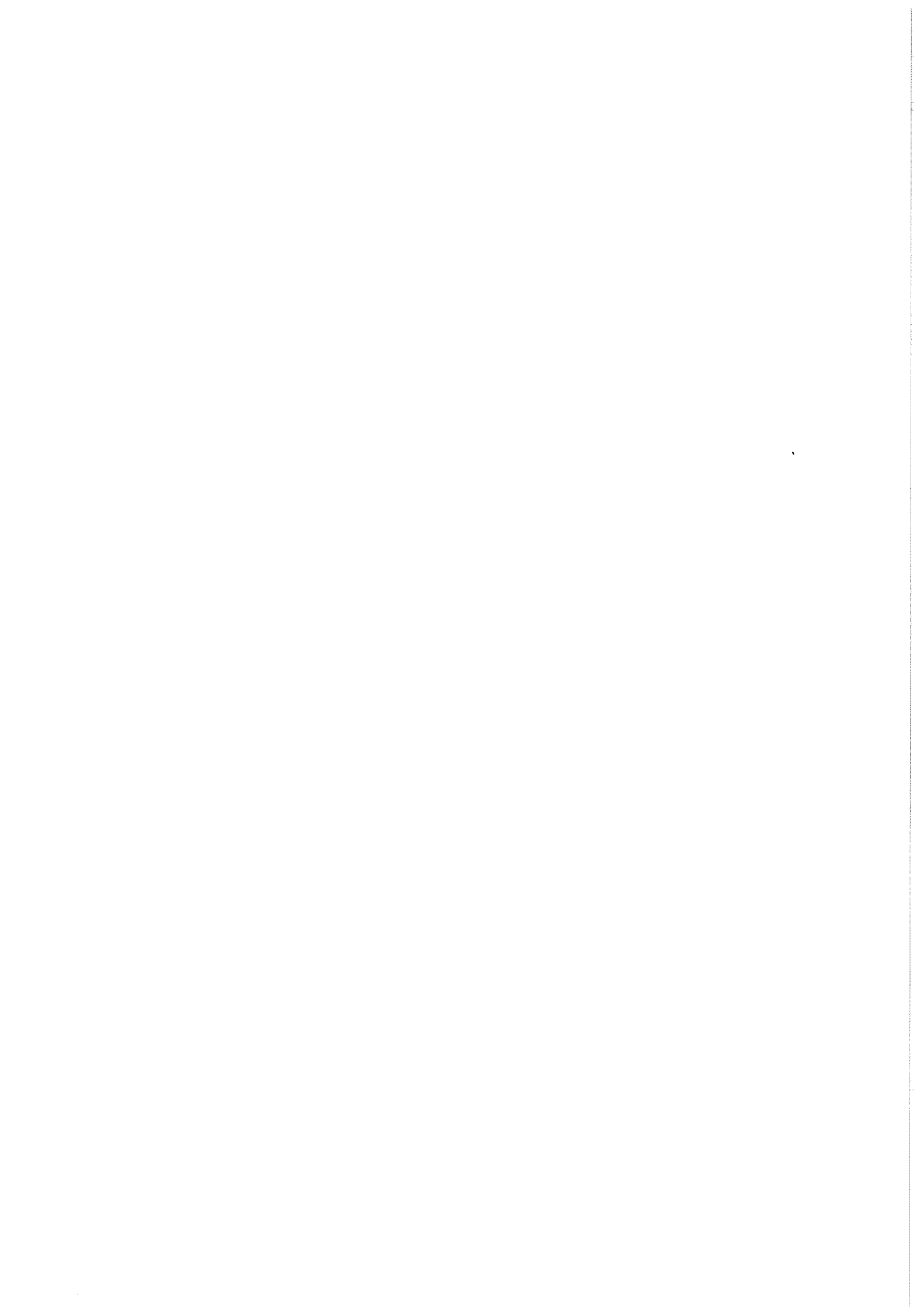
CONSORZIO DEL TICINO

MILANO

**PROPOSTA
DI PROGRAMMA SPERIMENTALE**

**per l'incremento del livello massimo
di regolazione estiva
per la prevenzione della crisi idrica**

novembre 2013





CONSORZIO DEL TICINO

Ente Pubblico non Economico
ai sensi della legge 70/75

INTRODUZIONE

La presente documentazione prodotta dal Consorzio del Ticino è conseguente alle **indicazioni sugli elementi essenziali da esaminare e approfondire per la formulazione del programma di sperimentazione di una diversa regolazione dei livelli durante il periodo primaverile estivo** prodotte dall'Autorità di Bacino del fiume Po nell'ambito della Conferenza di servizi sulla regolazione del livello del lago Maggiore – Incremento del livello massimo di regolazione estiva per la prevenzione della crisi idrica.

Per comodità di lettura, si allega alla documentazione copia del suddetto documento.

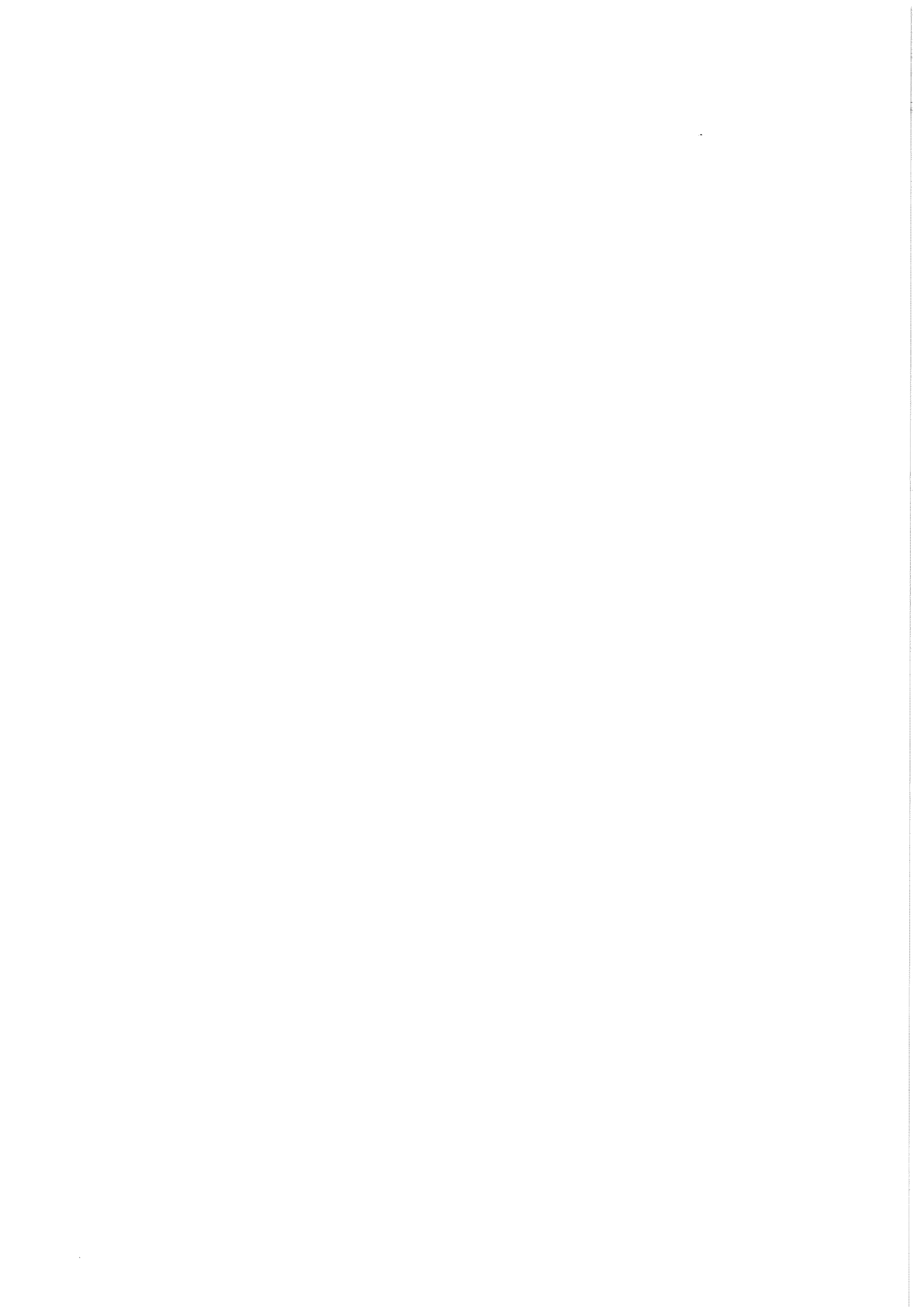
Il materiale prodotto è articolato in singoli capitoli, che fanno riferimento ai diversi punti riportati nelle Indicazioni, e cioè:

- Premessa
- Capitolo introduttivo sulle esperienze pregresse di istanze di sovrizzo
- Modalità di regolazione attuale e cautele aggiuntive
- Effetti di precedenti esperienze di gestione
- Dinamica eventi di piena del passato
- Dinamica eventi pericolosi (catastrofici)
- Regole per lo svasso preventivo

Non si troverà nella documentazione alcun accenno agli ultimi due punti delle Indicazioni, ovvero quelli relativi a:

- Monitoraggio degli eventuali effetti/impatti su sovrastrutture
- Verifica speditiva delle incidenze negative sull'ecosistema lacuale

In quanto attività che esulano dalle competenze del Consorzio, per le quali il Consorzio non dispone di elementi o dati utilizzabili nella fattispecie.





AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
PARMA

Conferenza di servizi sulla regolazione del livello del Lago Maggiore. Incremento del livello massimo di regolazione estiva per la prevenzione della crisi idrica.

Indicazione sugli elementi essenziali da esaminare e approfondire per la formulazione del programma di sperimentazione di una diversa regolazione dei livelli durante il periodo primaverile estivo

In premessa dovrebbero essere descritti :

Finalità per la quale si attiva la sperimentazione: esplicitare che la finalità primaria è quella di sostenere le portate ecologiche di Ticino e di Po in condizioni di scarsità idrica cui si accompagna quella di aumentare il grado di affidabilità della fornitura di acqua agli usi antropici ed in particolare a quelli irrigui.

Obiettivo: verificare gli effetti sull'ambiente per lacuale e lacuale prodotti dall'incremento del livello di regolazione e sperimentare modalità di svasso preventivo basate su un risistema di previsioni di eventi meteo particolarmente gravosi al fine di non incrementare il rischio per le persone e garantire la sicurezza e funzionalità delle infrastrutture localizzate in prossimità del lago.

Nuovi livelli di massima regolazione richiesti: il programma di sperimentazione deve indicare chiaramente i livelli di massima regolazione richiesti nel periodo primaverile ed estivo ed i relativi intervalli temporali di applicazione.

Durata: da specificare, motivandola

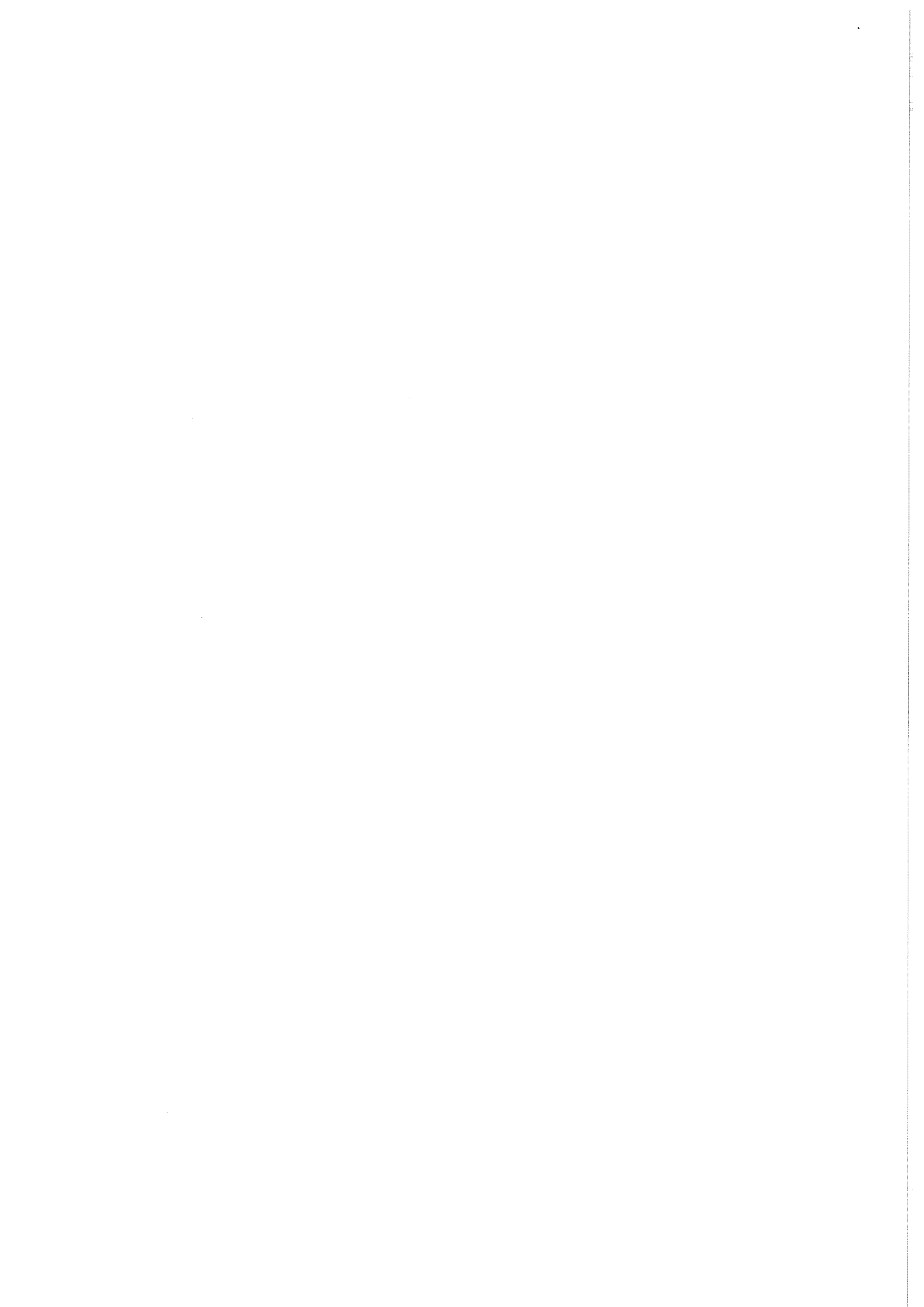
La proposta di programma di sperimentazione dovrà contenere:

- capitolo introduttivo che illustri non solo la **cronologia delle istanze presentate dal Consorzio, ma anche e soprattutto le valutazioni ufficiali** che su tali richieste si sono susseguite nel tempo, e descriva la durata e le modalità di gestione della trattenuta attiva della Miorina per livelli delle acque del lago Maggiore superiori a quelli previsti dal disciplinare di concessione fornendo al contempo anche elementi circa gli eventuali impatti registrati. Sempre nella premessa si dovrebbe inoltre dare atto delle iniziative di volta in volta assunte per informare le Autorità svizzere .
- un'illustrazione di **come il Consorzio gestisce attualmente la regolazione dei livelli del lago** in relazione ai limiti stabiliti dagli atti specificandone la fonte (*concessione, pareri CSLLPP o disposizioni Ministeriali*) e **le eventuali cautele aggiuntive** adottate durante i periodi di tempo in cui il Consorzio ha gestito -in passato- la trattenuta attiva con riferimento ad un livello di regolazione superiore al metro;

- se esiste una casistica registrata, una **descrizione degli effetti riscontrati in occasione della gestione della regolazione con trattenuta attiva ad un livello superiore al metro** correlati alla gravosità dei fenomeni meteo registrati ed in particolare di quelli che hanno determinato livelli al colmo superiori a 2 m. La descrizione deve essere correlata con i dati di altezza idrometrica registrati in tali eventi per le stazioni poste sulle sponde del Lago Maggiore, indicandone i relativi livelli di esondazione;
- una **ricostruzione della dinamica di evoluzione dei livelli registrati durante le piene con livello di colmo superiore ai 2 m degli ultimi sessant'anni (compresa quella notevole del 2000) e confronto con i livelli idrici di lago che si stima sarebbero stati raggiunti nel corso di tali eventi nell'ipotesi che fosse stata attivata una regolazione dei livelli pari a quella che si chiede di sperimentare.** La ricostruzione deve essere accompagnata da una chiara illustrazione e motivazione delle grandezze utilizzate e delle modalità impiegate per simulare la risposta del lago in termini di incremento di livelli idrici;
- una valutazione comparativa della **dinamica dei livelli di lago in presenza di eventuali fenomeni più pericolosi (evento catastrofico) che si potrebbero verificare con riferimento ad un assegnato tempo di ritorno (utilizzare il TR suggerito dall'Autorità idraulica, sentita la Protezione Civile),** previa verifica ed eventuale aggiornamentodei tempi di corrivazione per l'intero bacino scolante, **considerando gli attuali limiti di regolazione e quelli diversi che si chiede di sperimentare;**
- l'illustrazione delle **regole per lo svaso preventivo** del lago in relazione al preannuncio di eventi meteorici particolarmente intensi nell'ambito del sistema di allerta dei Centri Funzionali di cui al D.P.C.M. del 27/2/2004 che segnalino la probabilità di superamento di un determinato livello di lago opportunamente definito in relazione alle possibili interferenze con le infrastrutture rivierasche e le attività antropiche (*A tal fine per la sponda piemontese è disponibile la mappatura degli impatti prodotti da livelli di lago crescenti identificati nell'ambito di un progetto interreg e utilizzati a fini di protezione civile - esercitazione prevista il 22 aprile in comune di Verbania*). Il documento dovrà indicare le modalità con le quali il Consorzio propone di operare per evitare che dalla sopraelevazione temporanea e limitata nel tempo della soglia di regolazione massima dei livelli di lago possano derivare **rischi aggiuntivi¹ alle popolazioni e alle infrastrutture rivierasche del lago ed eventuali danni all'ambiente,** considerando anche la possibilità che si verifichi un evento catastrofico (*concordare con le Autorità preposte la definizione del tempo di ritorno da utilizzare allo scopo*);

¹L'allargamento della fascia di regolazione dei livelli del lago, senza opportune garanzie sulle sue modalità di attuazione, è un'operazione potenzialmente rischiosa (*giudizio espresso da un rappresentante del Canton Ticino in occasione della presentazione finale dei risultati del progetto VERBACE*)

- una descrizione delle modalità di **monitoraggio degli eventuali effetti/impatti indotti su infrastrutture, socioeconomia e ambiente** in relazione alla prevedibile diversa durata media e massima di livelli idrici superiori a quelli che si verificherebbero utilizzando l'attuale soglia massima di regolazione di 1 m.
- una speditiva verifica circa l'esistenza di eventuali incidenze negative che le modificazioni del livello di massima regolazione delle acque del lago possano aver determinato o potrebbero determinare sull'ecosistema lacuale ai fini del raggiungimento degli obiettivi di qualità stabiliti dal PdG ai sensi della direttiva 2000/60 CE, utilizzando le informazioni disponibili.





CONSORZIO DEL TICINO

Ente Pubblico non Economico
ai sensi della legge 70/75

PREMESSE

La principale finalità che si vuole perseguire con la sperimentazione è quella di recuperare quote di volume regolato che si sono ridotte principalmente a causa della applicazione del deflusso minimo vitale.

L'attuale applicazione della sperimentazione del DMV complessivamente comporta il rilascio in alveo di circa 550 Mm³/anno di acqua di cui circa il 37% ha un impatto netto negativo sulla regolazione, vanificando una rilevante quota della attività di regolazione che nelle migliori condizioni arriva a gestire un accumulo trattenuto di circa 350-400 Mm³/anno.

L'intenzione è anche quella di garantire un reale incremento dell'affidabilità di disponibilità idrica nel breve arco temporale di giugno-agosto di ogni anno, periodo nel quale la contemporaneità delle esigenze produttive agricole, di quelle ambientali e della gestione delle magre sul bacino del Po rende maggiormente evidenti i conflitti tra i vari portatori di interesse.

Obiettivo primario della sperimentazione è quello di analizzare il comportamento del lago Maggiore qualora, investito da una serie di afflussi provenienti dal Toce e dagli altri affluenti, trovi la diga della Miorina in un assetto di regolazione a una quota estiva superiore a +1,00 m sullo zero di Sesto Calende.

Il fine da raggiungere è dimostrare che in tale situazione le regole di gestione già attuate dal Consorzio mantengono la loro efficacia nel controllo del livello di colmo e delle portate scaricate, verificando se esistano eventuali possibili modifiche alla regola di esercizio che azzerino o minimizzino l'effetto della diversa quota di riferimento durante il periodo estivo.

I nuovi livelli richiesti di esercizio estivo estendono il limite superiore di regolazione della Miorina a + 1,50 m. sullo zero idrometrico di Sesto Calende durante i periodi di elevata idraulicità mantenendo inalterata la norma di gestione dell'esercizio, per poter poi erogare la disponibilità accumulata nel periodo di maggiore criticità dal 1 maggio fino al 15 agosto.

La durata della sperimentazione è un elemento che risulta di difficile individuazione: poiché più che ad un intervallo temporale appare più logico legare la durata ad un numero di piene significative tale da consentire una valutazione sufficientemente esaustiva delle casistiche che si possono presentare.

Il numero di eventi significativi che si produrranno nei prossimi anni può essere stimato su base storico - statistica facendo riferimento alle piene in cui si è raggiunto al

colmo un valore di quota lago uguale o superiore a + 2 m sullo zero idrometrico di Sesto e che corrisponde a circa 1 piena all'anno.

Tenuto conto che parecchie delle piene degli anni precedenti sono state già affrontate con livello iniziale superiore al metro e che quindi molte informazioni sono desumibili direttamente dalla storia senza dover attuare sperimentazioni o calcoli teorici, appare congruo un periodo di 5 anni durante il quale si ha anche una sufficiente probabilità di monitorare una piena di entità significativa paragonabile con le maggiori finora avvenute.



CONSORZIO DEL TICINO

Ente Pubblico non Economico

ai sensi della legge 70/75

CAPITOLO INTRODUTTIVO - ESPERIENZE PREGRESSE

Già prima della costruzione della diga si era intuita la possibilità di elevare il limite superiore della regolazione, ed in fase esecutiva la diga mobile è stata costruita in modo da consentire trattenute fino all'altezza di + 1,50.

La considerazione che ad ogni centimetro di livello lago, nell'intervallo di regolazione, corrisponde un volume invasato di 2,1 milioni di metri cubi, e quindi mezzo metro di lago trattenuto dalla Miorina corrisponde a una riserva supplementare di 105 milioni di metri cubi, funse da supporto a tale decisione.

Per dare un'idea dell'ordine delle grandezze in gioco il volume totale invasato dalla diga di Cancano sopra Bormio è di 124 milioni di metri cubi, pari a 59 centimetri di lago Maggiore, mentre Alpe Gera sopra Sondrio (68 milioni) è pari a 32 centimetri.

Attraverso varie e ripetute fasi di studio, di discussione e di verifiche sperimentali il limite superiore di +1,50 per il periodo invernale dal 15 novembre al 15 marzo venne assentito seppur in via provvisoria con il consenso delle autorità svizzere.

Viceversa, la cautela con cui venne affrontato l'argomento del sopralzo estivo a + 1,50 fu sempre dettata dalla mancanza di esperienza diretta sulla gestione della regolazione, supportata dal dubbio che nel periodo estivo, al verificarsi contemporaneo di due eventi (la morbida dovuta allo scioglimento delle nevi ed un evento meteorico intenso) la presenza dello sbarramento potesse costituire causa di particolari criticità.

Data da tale periodo l'attivazione della sorveglianza sulle piene del lago, con la registrazione del livello raggiunto, della velocità di salita e della permanenza del colmo, ed il sistematico confronto con la situazione "naturale" simulata attraverso un calcolo matematico.

Nel marzo 1961 il Consorzio inoltrò formale istanza di autorizzazione a mantenere il limite superiore a + 1,50 m anche nel periodo estivo a livello sperimentale. Dopo regolare istruttoria, il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici si esprime favorevolmente sulla richiesta di sovralzo, con voto n° 500 del 5 marzo 1963, autorizzando un periodo sperimentale di tre anni a una quota di + 1,20 m., da aumentarsi progressivamente di 10 cm. all'anno in caso di esito positivo.

Agli atti del Consorzio però risulta che tale sperimentazione non fu mai eseguita con sistematicità, vuoi per la priorità data alla gestione ordinaria, che non poteva essere totalmente variata, vuoi per il cortese ostruzionismo della Confederazione Svizzera, che nelle riunioni della relativa Commissione ha sempre ostacolato la sperimentazione, proponendo di volta in volta soluzioni diverse che richiedevano continui aggiustamenti dell'ottica di indagine.

La richiesta di autorizzazione al sopralzo estivo fu poi reiterata al Ministero LL.PP. alla fine degli anni settanta, quando fu chiaro l'effetto di riduzione degli afflussi al lago provocato

dal proliferare di bacini di accumulo per uso idroelettrico sia in territorio italiano che in territorio svizzero.

In particolare l'effetto stagionale degli accumuli rendeva impossibile la sovrapposizione dei due effetti idrologici di morbida e di precipitazioni sopra menzionati, sottraendo una grossa parte della morbida agli afflussi al lago e di fatto rendendo disponibile alla regolazione un volume vuoto non adeguatamente sfruttato.

Agli atti del Consorzio sono conservate le istanze nn. 10008, 10276 e 10446 rispettivamente del 3/1/1977, 3/1/1978 e 3/1/1979. In esse si legge testualmente che *"La costruzione dei serbatoi a scopo idroelettrico ha registrato in particolare uno sviluppo oltremodo rilevante sul territorio svizzero (...) a partire dal 1963, in cui la capacità utile di bacini esistenti era di circa 160 milioni di metri cubi (...) raggiungendo 429 milioni di metri cubi"*.

Finalmente il Ministero espresse il proprio parere con nota 3/5/1979 n. 504, ritenendo che la domanda di sovrarzo sperimentale avrebbe avuto corso una volta acquisito il parere della Commissione Italo-Svizzera.

La Commissione, però, non fornì mai un parere conclusivo.

Al solo fine di completa informazione si deve rilevare che ad oggi la capacità di accumulo è ulteriormente incrementata ed ai 157 Mm³ nel territorio italiano vanno aggiunti 386 Mm³ siti in territorio svizzero .

Gli studi sia interni che esterni promossi dal Consorzio indicano tutti coerentemente che la quantificazione dell'effetto di trattenimento del complesso dei bacini è stimabile in circa 20-25 cm di mancato riempimento del lago.

In tempi recenti, per fronteggiare le crisi idriche che hanno caratterizzato l'inizio del nuovo secolo, la Protezione Civile ha predisposto il D.P.C.M. 4.5.2007 dichiarando lo stato di emergenza e con nota DPC/PREN 32052 del 30.5.2007 ha autorizzato il Consorzio a derogare dal limite massimo ordinario di regolazione indicato nella concessione per l'estate 2007.

Da ultimo, il Commissario delegato per l'emergenza idrica nei territori delle Regioni dell'Italia centro settentrionale ha disposto con decreto n° 39 del 30 giugno 2008 il raggiungimento del massimo invaso ordinario invernale di regolazione anche per il periodo estivo.

Lo scorso anno il Consorzio del Ticino, con nota del 23 aprile 2012, ha richiesto al Ministero dell'Ambiente e alle Regioni Piemonte e Lombardia di essere nuovamente autorizzato in via sperimentale a innalzare la soglia di regolazione estiva del lago fino a + 1,50 m al fine di intercettare i deflussi conseguenti alle precipitazioni primaverili, incrementare il volume idrico immagazzinato nel lago e disporre di una scorta idrica da utilizzare per fronteggiare eventuali carenze idriche estive e, più in generale, per sostenere le portate ecologiche nel Ticino.

In attesa delle determinazioni degli enti interessati, il Regolatore, supportato dal parere del Comitato di Regolazione del Consorzio, ha deciso di regolare comunque il lago a un'altezza superiore al metro, anticipando di fatto un'altra stagione di gestione sperimentale estiva.

Di fatto, quindi, si dispone già di documentate esperienze di regolazione estiva oltre il metro relative agli anni 2007, 2008 e 2012.



CONSORZIO DEL TICINO

Ente Pubblico non Economico
ai sensi della legge 70/75

REGOLAZIONE ATTUALE E CAUTELE AGGIUNTIVE

Il concetto fondante della regolazione è che la fascia entro cui essa viene effettuata è di fatto una fascia più ristretta rispetto alle oscillazioni naturali registrate sul lago prima della costruzione dello sbarramento.

La costruzione stessa delle opere è stata orientata dall'obiettivo di rendere possibile attraverso la gestione della traversa una disponibilità di risorsa più costante e svincolata il più possibile dall'incidenza dei colmi e dei vuoti.

Al contempo, si è posta particolare attenzione nel fare in modo che il numero di piene che attraverso la gestione venivano limitate al colmo, sia in quota che in durata, fosse superiore ai casi in cui la presenza della regolazione provocava un peggioramento.

Date le caratteristiche del sistema "Lago Maggiore" è parso subito evidente come nelle piene prevalesse l'andamento naturale, mentre nelle magre la regolazione acquisiva un peso rilevante.

Il progetto e la gestione sono quindi stati particolarmente messi a fuoco con riferimento alla gestione di portate comprese tra i 150 ed i 500 m³/sec.

Al di sopra di tale portata lo sbarramento si presenta totalmente abbattuto ed il lago segue il suo andamento naturale.

Il termine in gergo "abbattere lo sbarramento" significa abbassare le portine della Miorina in posizione completamente orizzontale.

Nel caso di "sbarramento abbattuto" esso risulta del tutto trasparente alle portate di deflusso, se si trascura l'effetto delle tre pile, peraltro affatto influente, così come prescritto dal Consiglio Superiore dei LL.PP. nella seduta del 28.12.1927.

Ognuna della centoventi portine può assumere cinque posizioni diverse, dalla 0 che corrisponde alla posizione di abbattuto, cioè posizione orizzontale, alla 4 che è quella in assetto quasi verticale cioè di massima ritenuta.

Relativamente alle modalità di esercizio il Consorzio si è dotato di un apposito semplice Regolamento per la Regolazione del quale si riporta *uno stralcio del (par. 3.3.2):*

In generale si utilizzano le portine dispari per effettuare la regolazione delle portate e dei livelli, mentre le portine pari sono sempre mantenute in posizione 0 (abbattuto) o in posizione 4 (chiusura).

Le manovre di esercizio si distinguono in:

- *aggiustamenti di livello, quando è necessario operare per stabilizzare il livello di valle in accordo con lo sbarramento di Porto della Torre;*

- *manovre vere e proprie quando è necessario raggiungere un nuovo assetto dello sbarramento per le necessità di regolazione.*

Gli aggiustamenti sono realizzati operando sulle portine disparti della prima campata, per comodità di manovra, e consistono nello spostare di una posizione una o più portine. In questo caso si inizia dalla portina disparti più vicina e si muovono in sequenza crescente le altre di una posizione. Per aggiustamenti successivi si procede prioritariamente a movimentare più portine di una posizione, piuttosto che muovere una portina di più posizioni.

Gli aggiustamenti vengono eseguiti direttamente dal personale di servizio alla Miorina, in funzione delle esigenze, senza consultare preventivamente il Regolatore.

Le manovre vere e proprie vengono invece disposte dal Regolatore per adeguare lo sbarramento alle nuove condizioni di esercizio.

La manovra in apertura prende avvio dalle portine disparti della prima campata, e si sviluppa in ordine crescente di numero di portina secondo necessità su tutto lo sbarramento. Quando tutte le portine disparti sono nella medesima posizione, se necessario si continua scendendo di un'altra posizione con il medesimo criterio fino a raggiungere il nuovo assetto definitivo necessario per le nuove condizioni di regolazione.

Prima di effettuare la manovra il personale ne dà comunicazione agli utenti di valle.

Le portine adiacenti alle spalle e alle pile, individuate come 1 (conca), 30 e 31 (pila 1), 60 e 61 (pila 2), 90 e 91 (pila 3) e 120 (spalla piemontese) vengono sempre lasciate in posizione 3 per evitare vortici vicino alle pile.

Quando l'assetto della diga vede tutte le portine disparti in posizione 2 si procede ulteriormente abbassando a 0 le disparti, abbattendo quelle vicino alle pile e poi abbattendo le pari da 4 a 0.

A integrazione di quanto sopra si precisa che, per evitare di scaricare a valle una portata eccessiva, l'abbattimento a 0 delle portine disparti in terza posizione viene fatto precedere da una manovra terza-seconda, e poi da seconda vengono poste in abbattuto.

Dopo aver eseguito ogni manovra, il personale in servizio compila il registro delle osservazioni e aggiorna un grafico in cui è riportato l'assetto raggiunto da ogni portina.

Da rilevazioni effettuate con l'ausilio del personale di manovra abbiamo stabilito che:

- la manovra da 4 a 0 si compie in circa 2' e 30"
- la manovra da 4 a 3 si compie in circa 3"
- la manovra da 3 a 2 si compie in circa 3'
- la manovra da 2 a 0 si compie in circa 3'
- la velocità di traslazione del carro manovra è di circa 8 m/min, cioè circa 13,3 cm/sec.

Come inizio di ogni manovra è stato considerato il momento in cui dopo la traslazione orizzontale il carro si ferma posizionato esattamente sulla portina, e come momento finale quello in cui il carro può spostarsi su un'altra portina.

La regolazione del lago Maggiore dall'inizio di aprile fino a luglio, operando in regime identico allo sperimentale (lago attorno a + 1,50), è stata effettuata con le seguenti modalità:

Prima dell'inizio della stagione irrigua (15 marzo) il lago viene lasciato scendere fino alla quota di + 1,00 m per fronteggiare i probabili maggiori afflussi derivanti dalle precipitazioni primaverili e dall'inizio dello scioglimento delle nevi.

Il primo aprile inizia la stagione irrigua con l'allagamento delle risaie.

All'inizio di maggio alle esigenze del riso si aggiungono quelle delle altre coltivazioni, per cui in questo momento dell'anno i prelievi irrigui sono al massimo delle necessità.

In questa situazione, all'esigenza primaria della regolazione, cioè quella di consentire lo svolgimento regolare della stagione irrigua garantendo i deflussi per gli utenti di valle, si aggiungono come ulteriori "utenze" le esigenze del fiume Po ed il DMV, e si sovrappone la necessità, apparentemente contrastante, di ricostruire man mano la riserva idrica estiva.

Statisticamente si rileva che il livello del lago, a causa della prevalenza dei prelievi, si mantiene per lunghi periodi ampiamente al di sotto dei limiti di massima regolazione, il che consente di approfittare dei periodi piovosi primaverili e quindi degli eventi di morbida (più frequenti) o di piena (più rari nel periodo) per attuare il massimo accumulo possibile, lasciando poi che il lago raggiunga il massimo livello di invaso.

In regime ordinario, raggiunto il colmo di ogni evento si lascia scendere l'invaso al di sotto del limite previsto dal disciplinare (+1,00), per poi tenerlo vicino a tale limite mediante la chiusura parziale e progressiva dello sbarramento e la regolazione delle portate prelevate: in questa fase si dice che il lago è in "regolazione".

Nella fase di sperimentazione la discesa dei livelli è stata e verrà interrotta a un limite di poco inferiore al +1,50 m.

In queste condizioni la regolazione viene eseguita ponendo la massima attenzione e la massima sensibilità nel monitorare costantemente le condizioni meteo e l'andamento del livello lago, e quindi degli afflussi, essendo presumibilmente ai massimi livelli le derivazioni ed i rilasci a valle, cioè i deflussi.

In queste condizioni si opera quasi giornalmente con manovre di aggiustamento alle portine dello sbarramento per regolare e stabilizzare l'invaso.

Ricordiamo che, a deflussi costanti, un centimetro di lago corrisponde a $2,1 \times 10^6$ metri cubi di acqua, e che in base all'equazione di continuità del lago il gradiente di 1 cm/h è provocato da un divario afflussi/deflussi di poco meno di $600 \text{ m}^3/\text{sec}$. ($K_{\text{orario}} = 588$ per la precisione): ad es. deflussi 250, afflussi 850.

In queste condizioni di lago, vicino a + 1,50 m., qualora si rilevi un incremento di 1 cm/h e che questo incremento si protragga per più di tre/quattro ore, il Regolatore dà avvio a manovre di abbattimento parziale, fino a produrre l'abbattimento totale qualora gli afflussi si mantengano tali.

E' fondamentale evidenziare che quanto più l'aumento degli afflussi trova il lago vicino al limite di +1,50 m. tanto più dovranno essere rapide le decisioni e le manovre per abbattere tutte le portine, tenendo comunque conto che il sistema ha una sensibilità alle

manovre tale per cui è fisicamente controllabile senza dannose oscillazioni solo per gradini di regolazione intorno ai cinque centimetri.

In tempo reale gli elementi utilizzati per decidere come agire sono essenzialmente i deflussi e la lettura oraria del livello lago a Sesto Calende, da cui tramite l'equazione di continuità sono calcolati gli afflussi; validi riscontri si possono avere anche dal livello del Toce a Candoglia, ove è presente una stazione di rilevamento del Consorzio, e dalle segnalazioni della Certas di Locarno per i livelli del Ticino a Bellinzona, della Maggia a Solduno e del Tresa a Ponte Tresa.

Comunque, a livelli lago attorno a + 1,40 corrispondono, tranne in casi particolari dettati da esigenze di valle, portate in efflusso di circa $400 \div 450 \text{ m}^3/\text{sec}$, in funzione di assetti di portine molto aperti, e quindi il passaggio da tali assetti all'abbattuto totale è sempre piuttosto rapido.



CONSORZIO DEL TICINO

Ente Pubblico non Economico
ai sensi della legge 70/75

EFFETTI DI GESTIONI PRECEDENTI

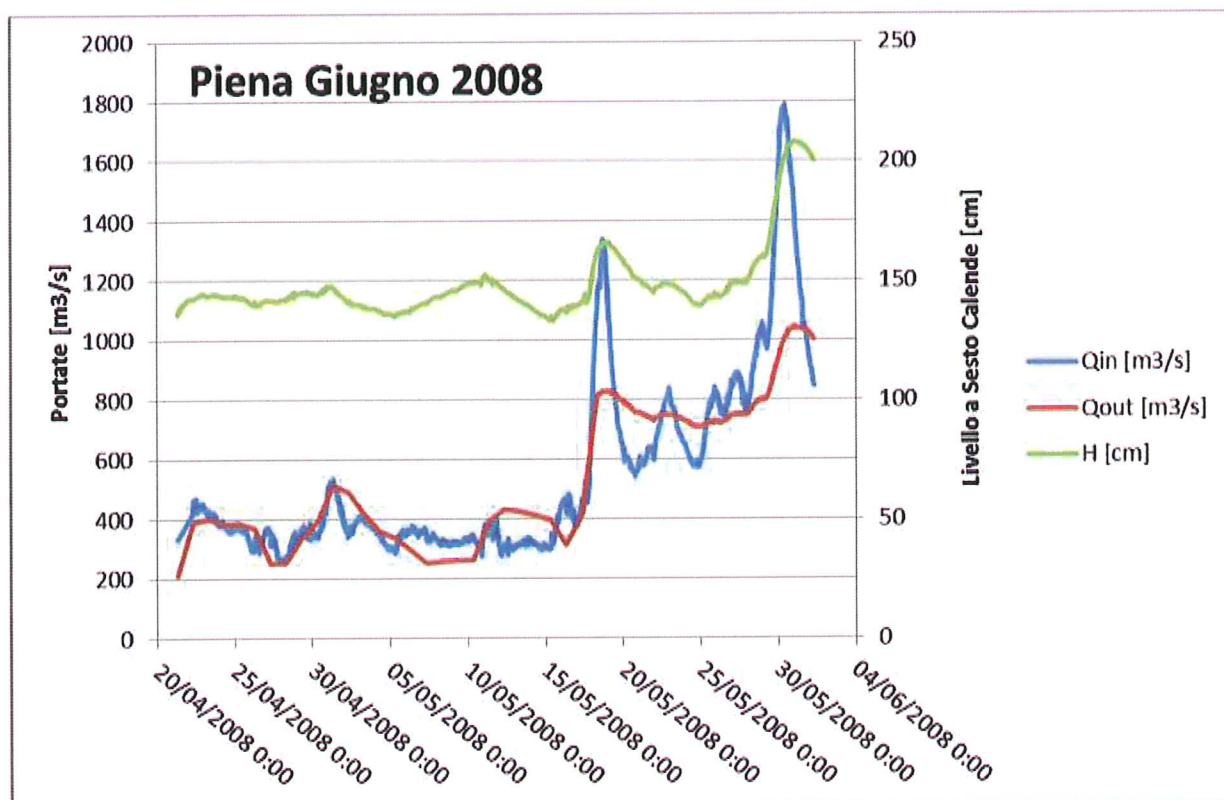
Le precedenti esperienze di regolazione estiva sopra il metro sono limitate agli anni 2007, 2008 e 2012.

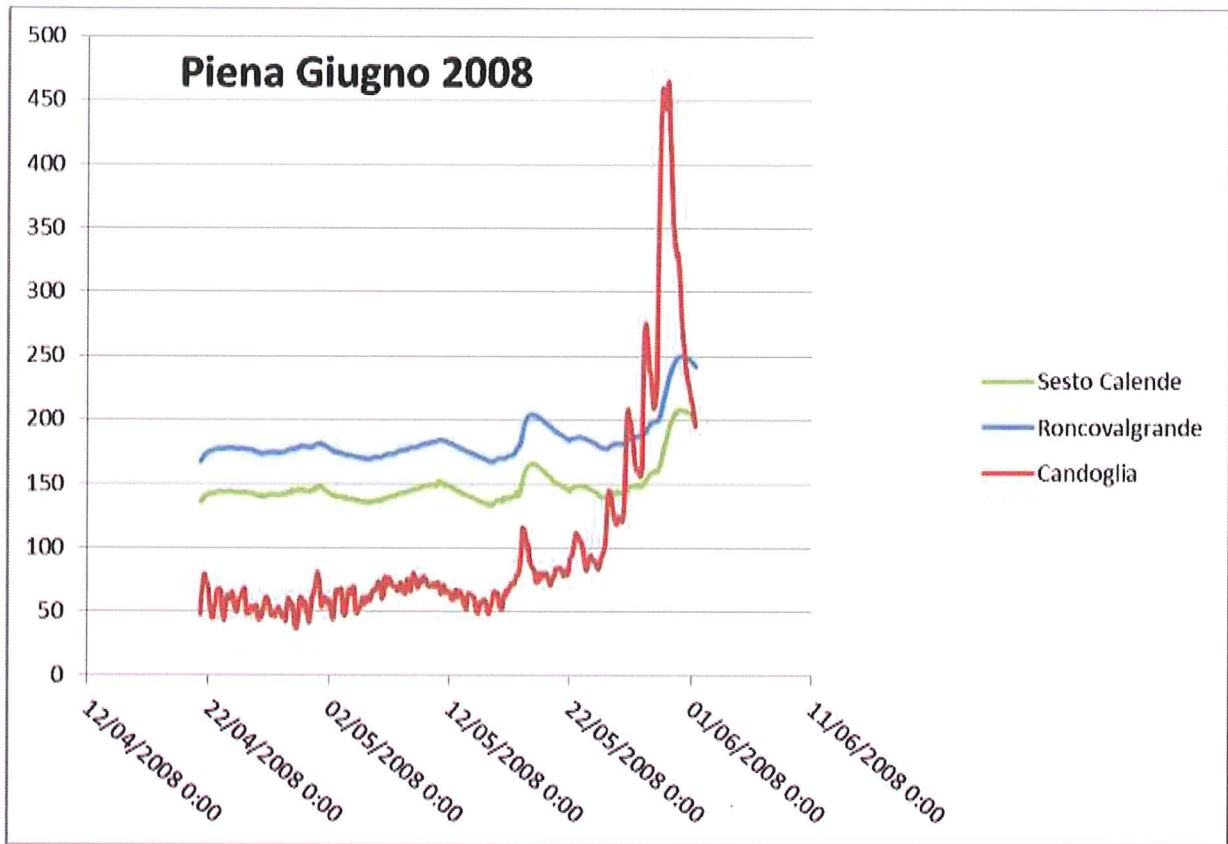
In queste tre stagioni solamente nel 2008 si è verificata una morbida superiore ai due metri: di questa esperienza sono disponibili dati di afflusso, di deflusso e di livello orari a Sesto Calende, e sono noti i valori di livello misurati a Roncovalgrande, altra stazione posta sulle sponde del lago Maggiore.

Le registrazioni e l'archiviazione dei dati avvengono con modalità specifiche di ciascuna stazione.

Sono altresì disponibili nell'archivio del Consorzio i dati di livello del fiume Toce a Candoglia, ma trattandosi di un rilevamento posto sull'asta fluviale essi hanno scarsa significatività per lo studio in essere; tuttavia essi vengono esaminati ugualmente per puro dato statistico.

Si allega il grafico delle portate in afflusso e in deflusso e dei livelli a Sesto Calende, e il grafico delle registrazioni a Sesto, a Roncovalgrande e a Candoglia, ove i dati, oggi rilevati su base giornaliera, sono stati depurati degli errori sistematici.





Si può notare come l'andamento dei due livelli sul lago sia sincrono, mentre quello di Candoglia ha una curva diversa, trattandosi di un livello misurato sul Toce.

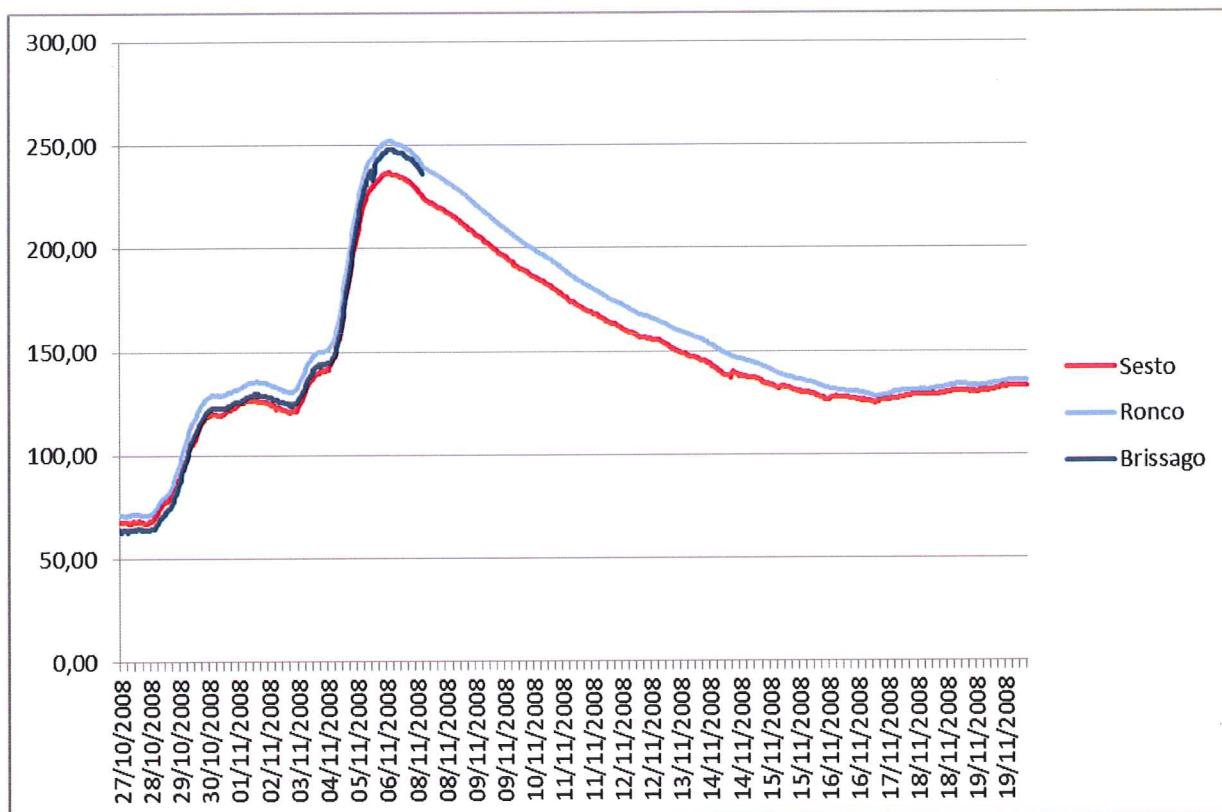
Ciò rende evidente la correttezza del comportamento attuale del Regolatore che basa le sue decisioni sulle previsioni di precipitazioni e sul solo andamento delle misure alla Miorina.

Le altre quote, che pure sono rilevate, sarebbero calcolabili attraverso delle costanti a partire dal dato dell'idrometro di Sesto e non aggiungono informazioni utili ai fini della regolazione in quanto i due parametri fondamentali a tale scopo sono l'anticipo delle manovre che è governato dalle previsioni meteo e la portata scaricabile che è governata dalla quota allo sbarramento e dalle modalità con cui si effettuano le manovre.

Ci sono stati resi disponibili invece i valori dell'idrometro di Brissago, posto in territorio svizzero di fronte a Roncovalgrande, per la piena autunnale del 2008.

Abbiamo provveduto a omogeneizzare anche questi dati con quelli di Sesto e di Roncovalgrande, e a riunire le curve in un grafico che alleghiamo per mostrarne l'andamento comparato.

Non disponendo dei dati di Brissago nella fase di discesa del lago, utilizziamo solamente quelli di Ronco e di Sesto.



Prima osservazione: le curve di Ronco e Brissago mantengono per tutto il periodo una differenza pressoché costante.

Nella fase di crescita della piena, il lago nella zona a settentrione sale di più che a Sesto, e ciò è confermato dalle due curve che si spostano sopra la linea rossa, e vi rimangono per tutta la fase di crescita.

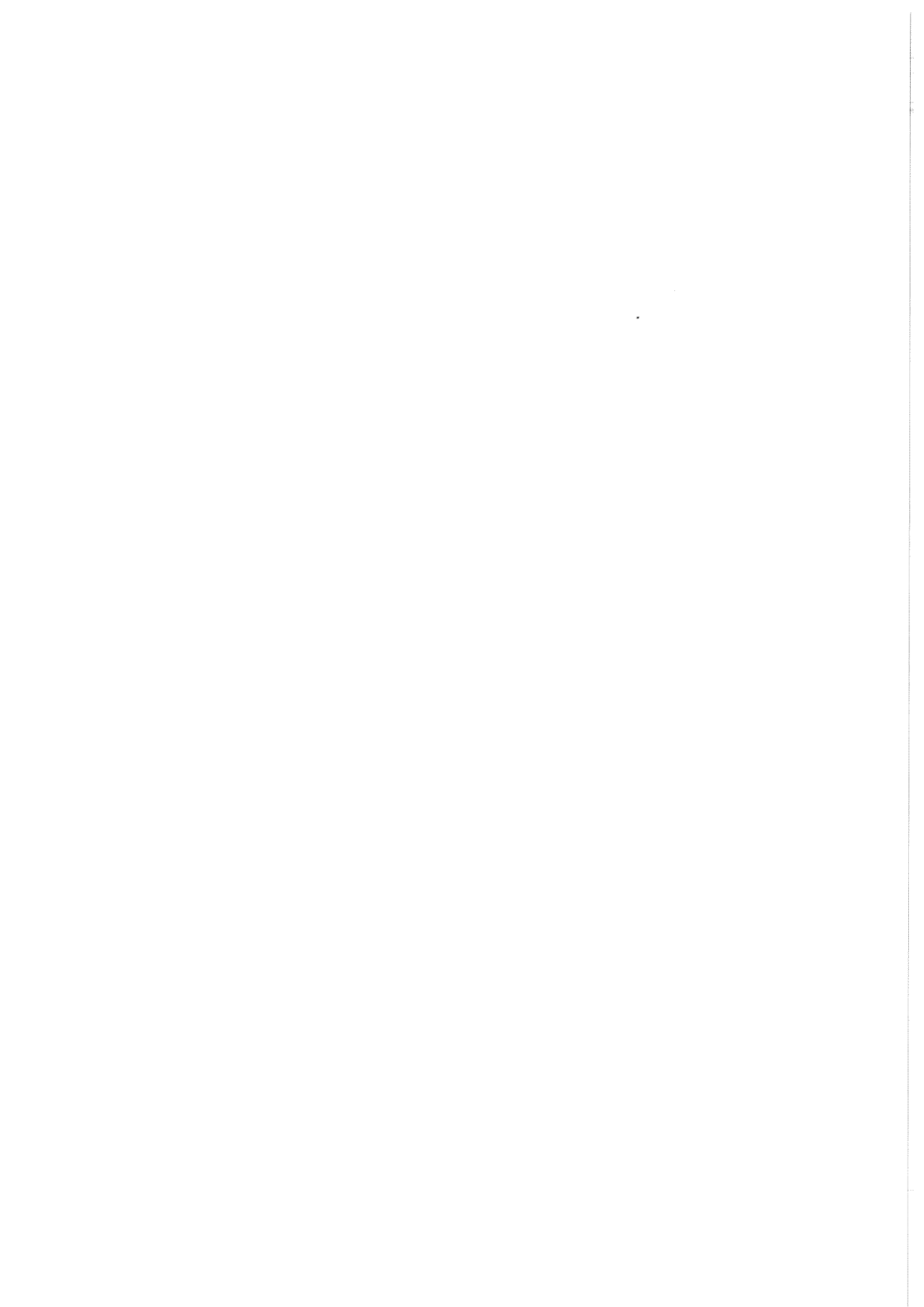
Il massimo dislivello è durante il colmo.

L'incrocio delle curve, che sarebbe stato logico aspettarsi, non avviene: l'entrata in regolazione della Miorina, avvenuta il 15 novembre, ha evidentemente stabilizzato il lago allo stesso dislivello di prima della piena.

Un punto di sicuro interesse da introdurre nella futura sperimentazione è la rilevazione sistematica ora per ora di ogni evento con colmo superiore al 1,5 m e la correlazione con dati delle altre stazioni del lago, anche di quelle non gestite direttamente dal Consorzio, per avere la situazione in tempo reale e raccordare di fatto i livelli nei vari punti delle sponde con quello ufficiale di riferimento di Sesto Calende.

Questo fatto sarebbe influente sulla regolazione ma avrebbe indubbio valore soprattutto come raccolta sistematica di dati riferiti agli accadimenti ed ai parametri di sorveglianza del territorio.

Con riferimento ai punti di criticità, sono noti i livelli di esondazione a Pallanza in Piazza Garibaldi con inizio a +2,48 m e di Locarno dove il Verbano esce sul lungolago a +2,44 (valore che risente della differenza tra i riferimenti delle quote italiane e svizzere valutabile in 34,45 cm. - UFEA 1993).





CONSORZIO DEL TICINO

Ente Pubblico non Economico

ai sensi della legge 70/75

DINAMICA EVENTI PRECEDENTI

Si è a lungo riflettuto quale fosse il periodo più significativo da investigare circa la dinamica di evoluzione dei livelli durante le piene superiori ai due metri sul lago Maggiore.

Per questioni di omogeneità dei dati disponibili, ma anche per analizzare eventi meteorologici coerenti con le situazioni meteo più recenti, abbiamo scelto di investigare le piene verificatesi dal 1994 a oggi, anche perché è da tale anno che si ha una rilevazione sistematica dei dati semiorari, e per gli scopi di questo studio tali dati sono indispensabili per valutare con sufficiente precisione l'evolversi di ogni evento.

Si allegano quindi i grafici delle piene con colmo oltre i 2 m relative al periodo 1994 - 2013 con la comparazione delle tre curve :

- a) Valori reali rilevati
- b) Simulazione lago naturale
- c) Simulazione nuova regola di gestione.

La curva b) è quella storicamente redatta utilizzando l'equazione di continuità dei volumi che è sempre stata utilizzata per monitorare costantemente gli effetti della regolazione rispetto alla ipotesi di andamento del lago in assenza dello sbarramento di regolazione.

L'equazione di continuità da sempre utilizzata è la seguente:

$$Q_a = Q_e + k * (h_{(t)} - h_{(t-\Delta t)})$$

ove Q_a = portata in afflusso (mc/sec)

Q_e = portata in deflusso (mc/sec)

$h_{(t)}$, $h_{(t-\Delta t)}$ = altezze di lago (cm)

K = coefficiente che dipende dall'intervallo Δt tra due rilevazioni.

Il coefficiente K che compare nella formula di fatto corrisponde alla portata che provoca nell'intervallo di tempo che si vuole considerare un aumento di livello di un cm.

$$K = \frac{2.100.000}{86.400 * (\Delta t / 24)}$$

Ove 2.100.000 = metri cubi di lago per ogni cm di invaso

86.400 = secondi in 24 ore

Δt = intervallo di tempo considerato (ore)

In pratica, un innalzamento di un cm in 24 ore è provocato da un aumento di portata di 24,3 mc/sec, un innalzamento di un cm in 8 ore è provocato da un aumento di portata di 73,6 mc/sec, un innalzamento di un cm in 2 ore è provocato da un aumento di portata di 294,4 mc/sec, ecc.

Nelle simulazioni + 50 si è scelto il K corrispondente a 24 ore per fornire un dato di crescita più omogeneo: con k relativo a intervalli inferiori (ad es. 1 ora) si sarebbero avute oscillazioni di portata anche di valore negativo, di nessun interesse ai fini della simulazione.

Il calcolo delle portate orarie è stato eseguito prendendo in esame i livelli di lago di ogni ora e della stessa ora del giorno successivo, per cui il k usato nella formula è stato di 24,3.

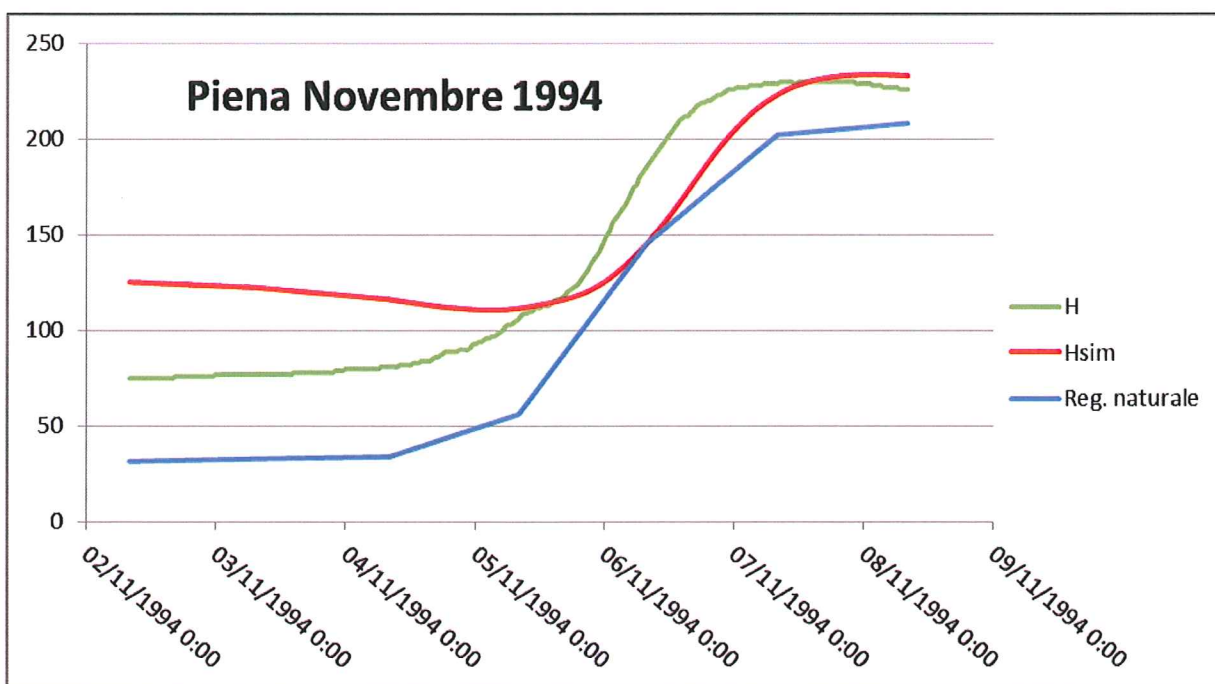
Il grafico c) è ricostruito applicando le regole di esercizio attualmente vigenti, che sono le stesse applicate al momento dell'evento, alzando di 50 cm il valore di ritenuta iniziale.

E' appena il caso di ricordare che nella realtà il comportamento del Regolatore è **diverso** nei due casi: con una ritenuta iniziale più alta di mezzo metro le manovre sono diverse e più progressive rispetto a una quota iniziale più bassa.

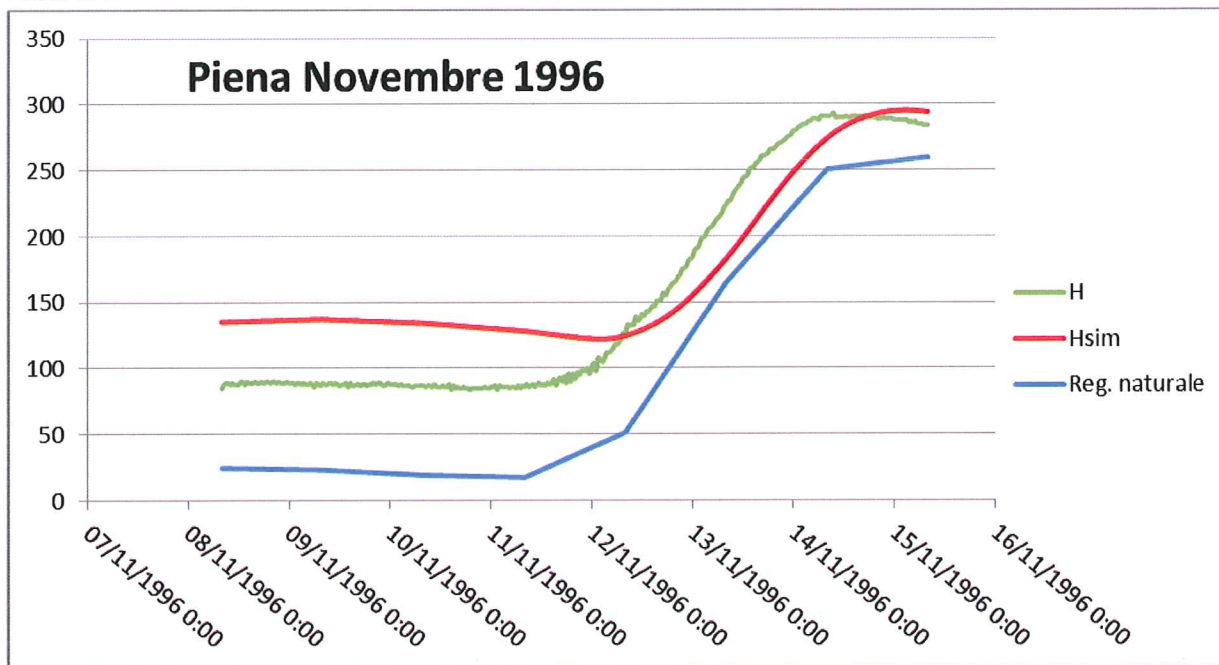
La comparazione viene però eseguita comunque, per dimostrare gli effetti benefici della regolazione rispetto al deflusso naturale, mentre come si vedrà, anche con i limiti anzidetti, e quindi in una situazione più gravosa di quella reale, gli istogrammi di piena del caso a) non differiscono in maniera sostanziale da quelli del caso b).

Iniziamo ora l'esame dei grafici: in essi avremo istogrammi di piene primaverili, estive e autunnali, e di piene rapide e lente.

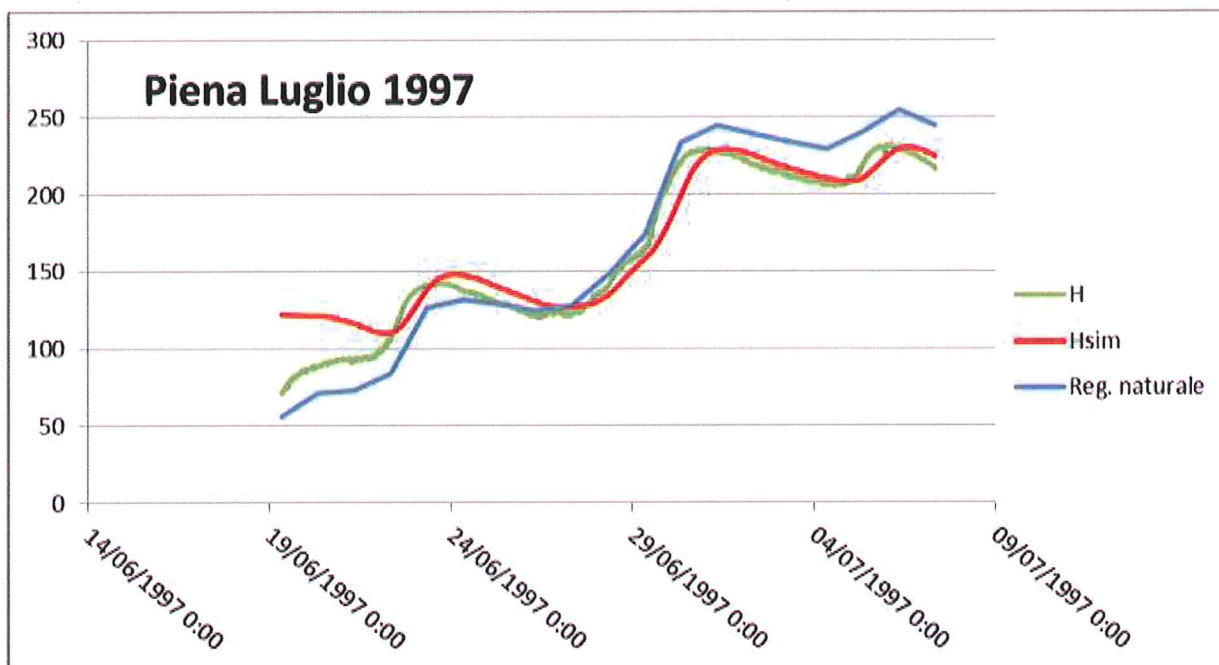
Ricordiamo che per piene rapide sono intese quelle in cui il colmo viene raggiunto al massimo in tre – quattro giorni,



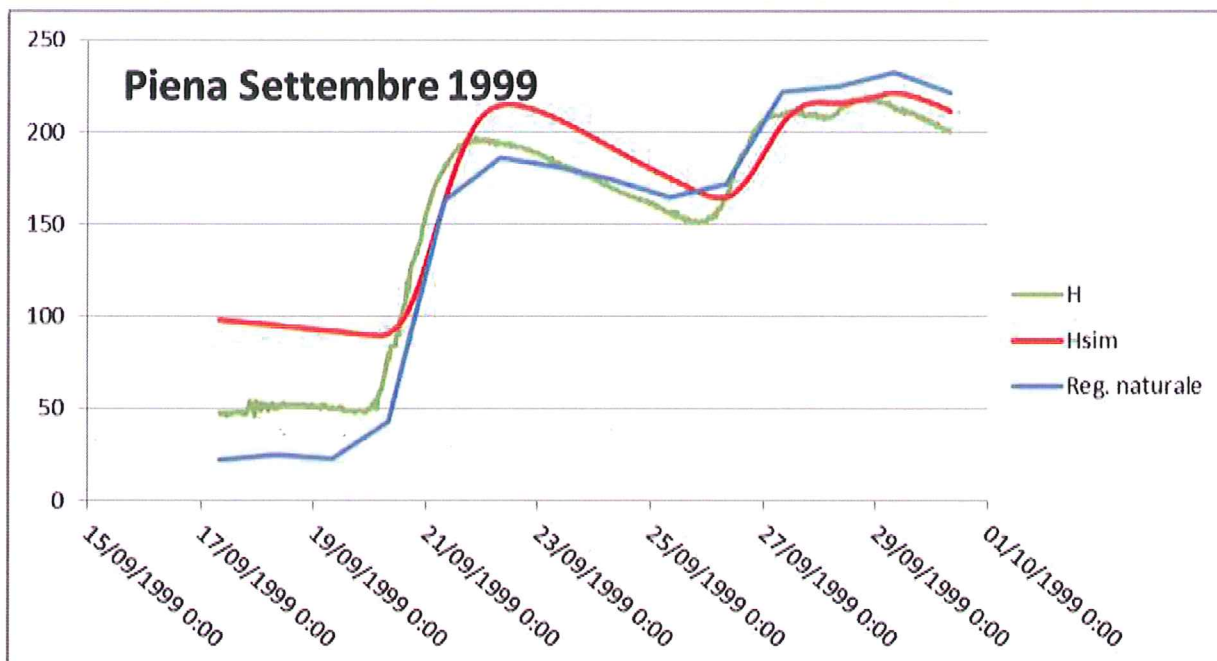
In questo evento, veloce (tre – quattro giorni), si nota che l'aumento di ritenuta non ha effetto sull'entità del colmo, anzi ne trasla in avanti la data di qualche ora, mentre essendo una piena veloce viene confermato il maggior livello raggiunto rispetto al regime naturale.



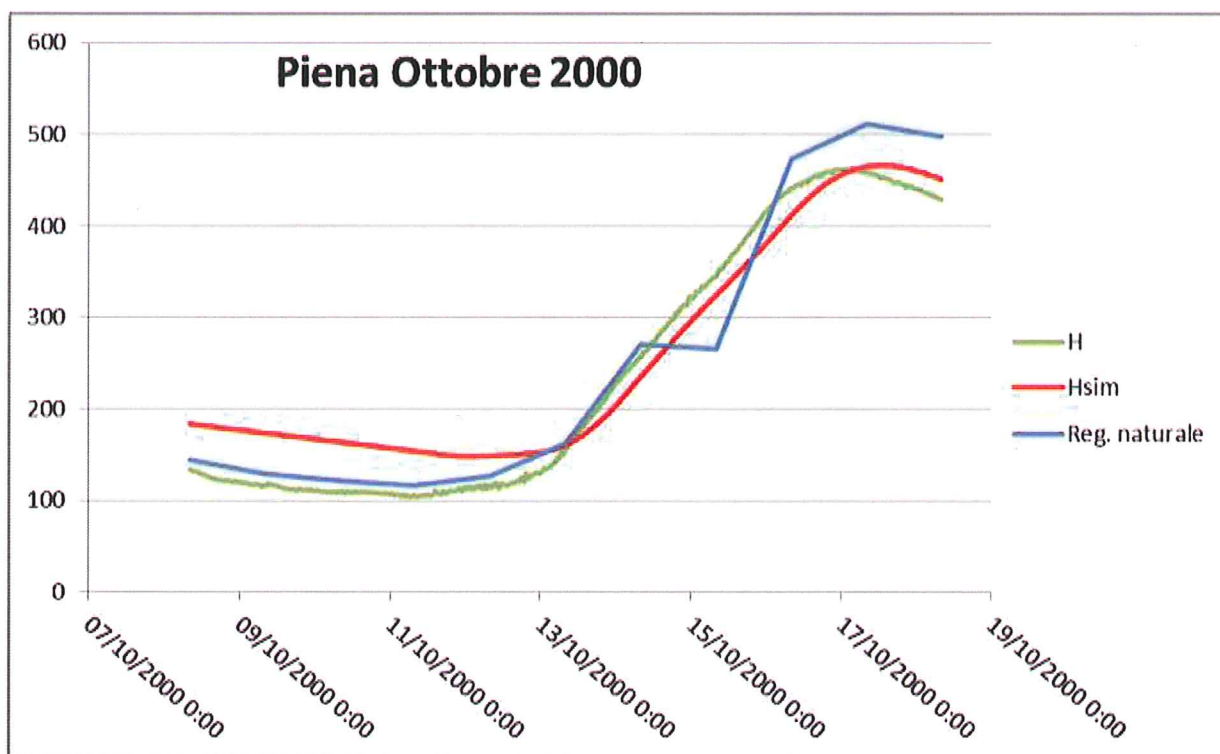
Discorso analogo al precedente: piena veloce, stessi effetti.



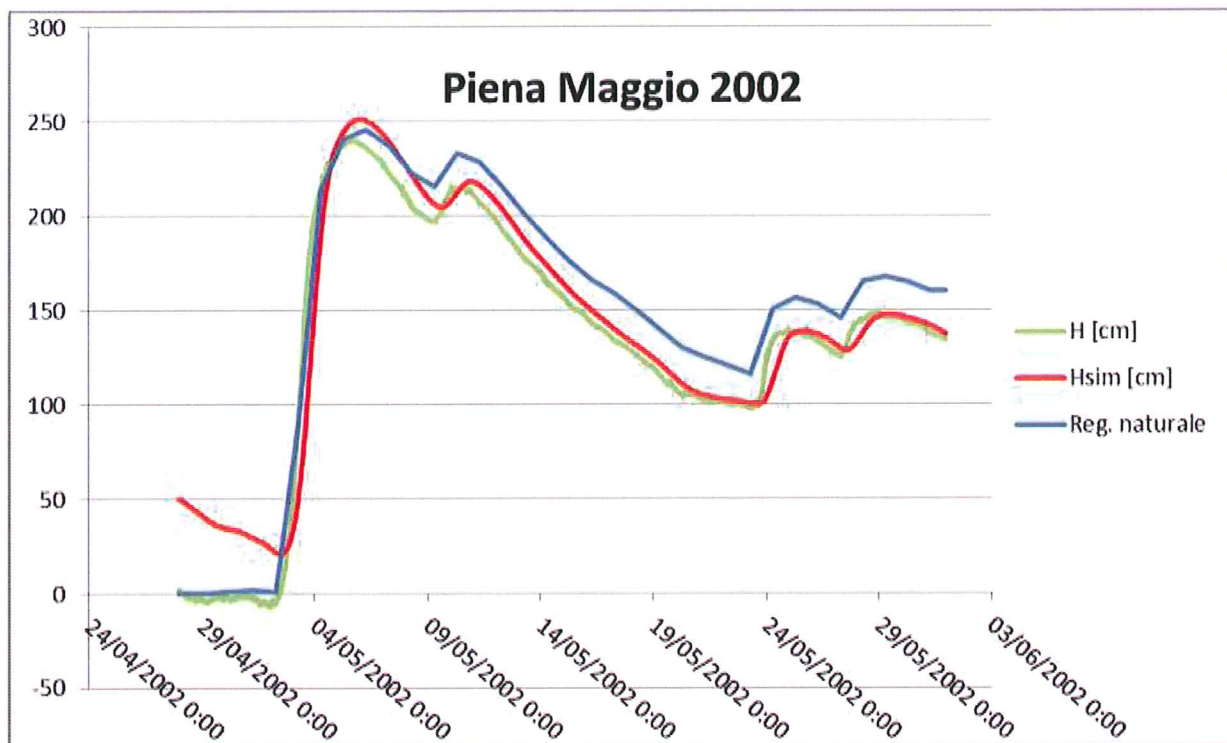
Primo esempio di piena lenta: le due curve regolate quasi coincidono, viene confermato lo stesso colmo anche se traslato, mentre appare evidente l'effetto di riduzione dei massimi rispetto al regime naturale.



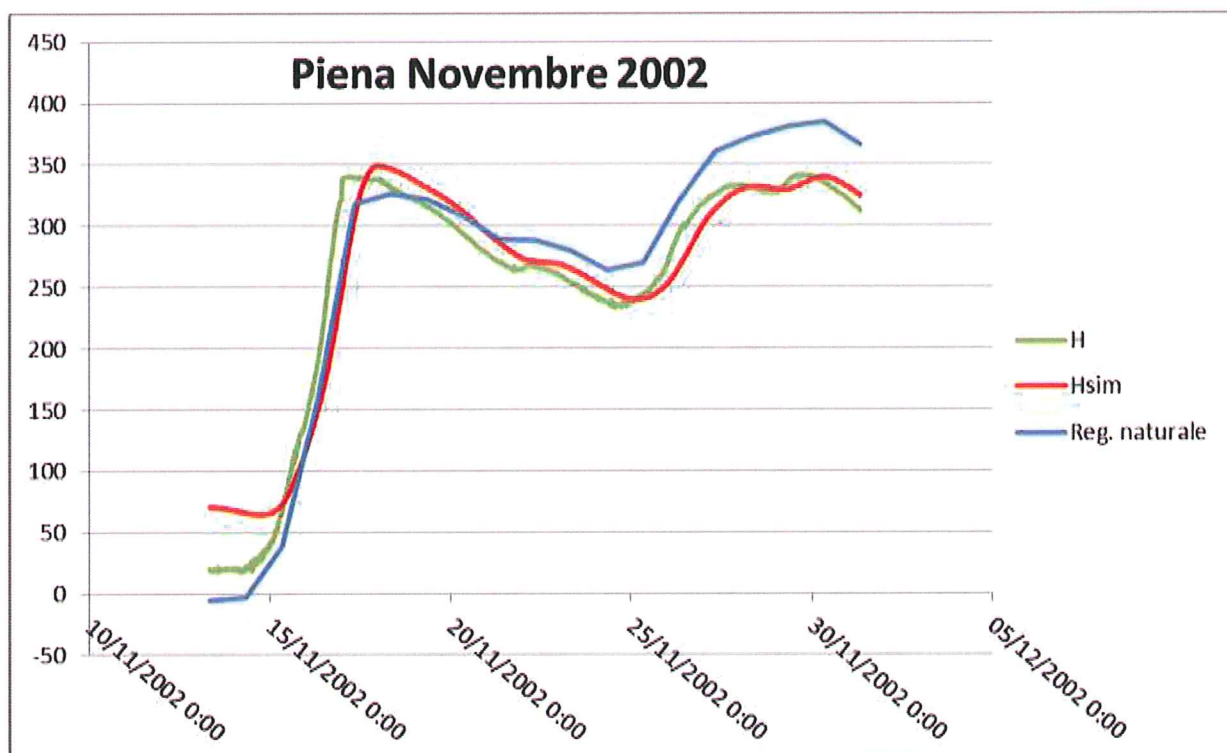
Piena con due picchi: nel primo veloce si ha una certa influenza del +50 rispetto alla realtà, comunque inferiore a + 2,20, mentre nel successivo i colmi regolati coincidono anche se traslati, e quello naturale è superiore.



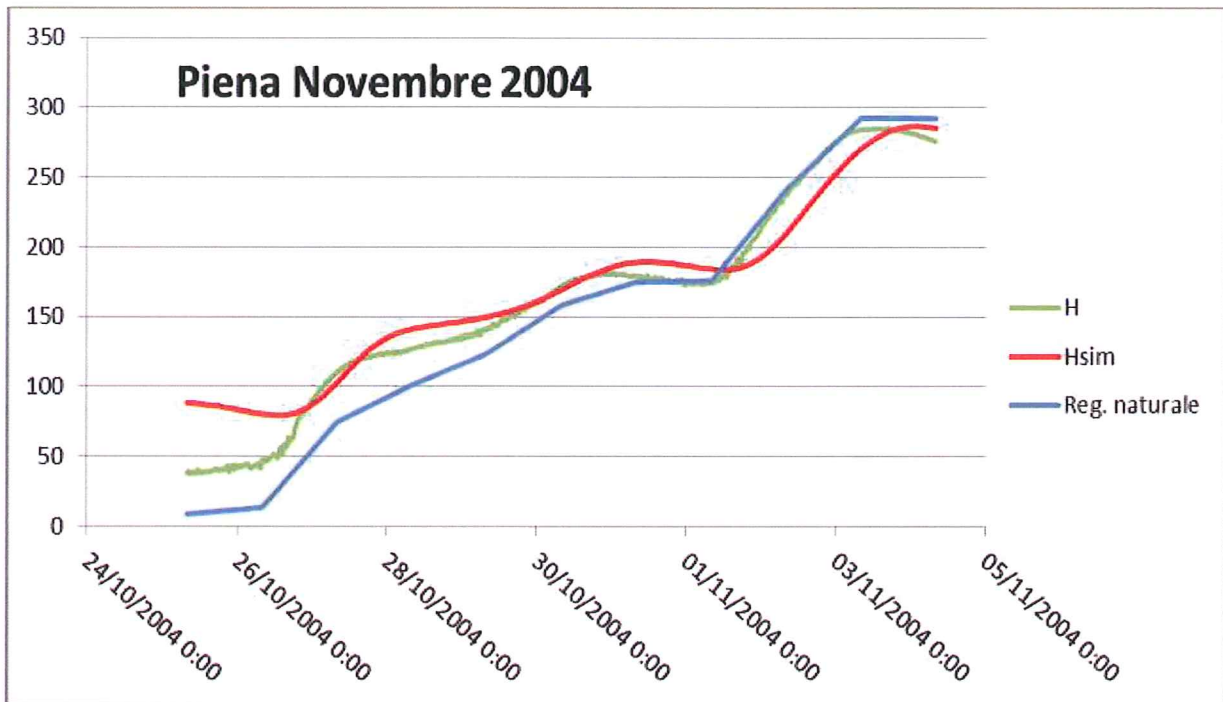
Piena lenta, con le stesse caratteristiche del 1997.



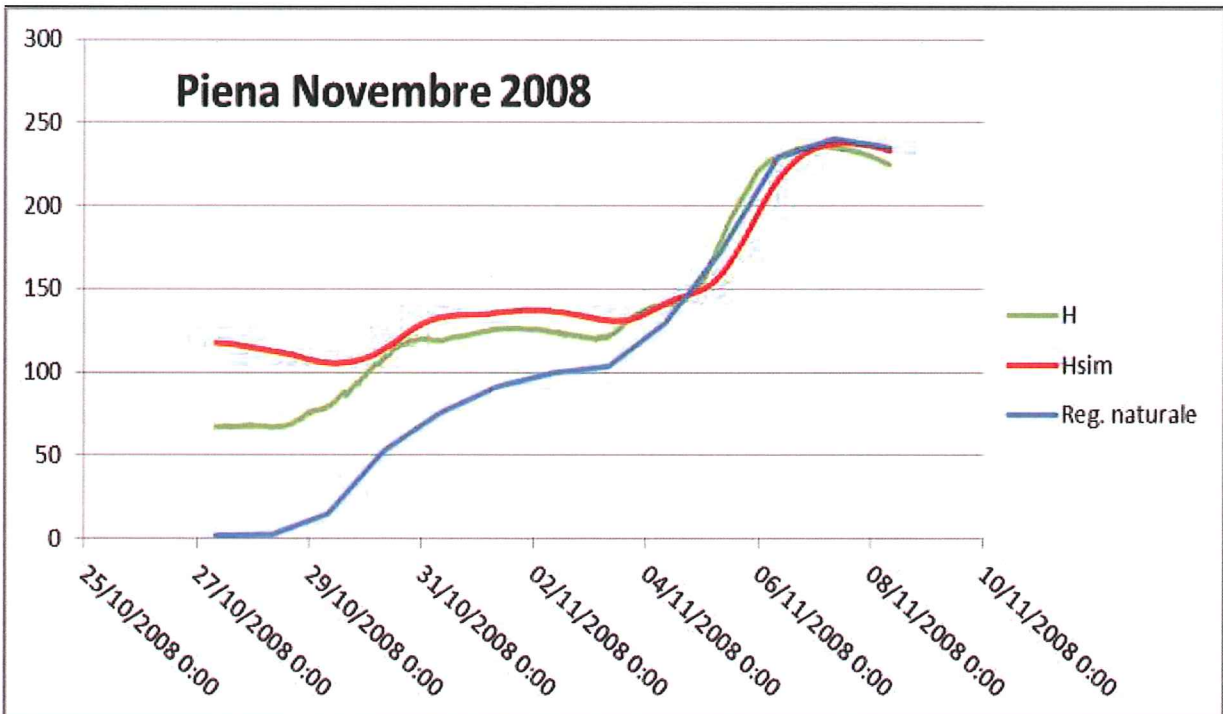
Esempio molto interessante, perché tipica del periodo in esame: veloce, con un picco del simulato di quasi 11 cm. superiore alla realtà, ma molto vicino al regime naturale.



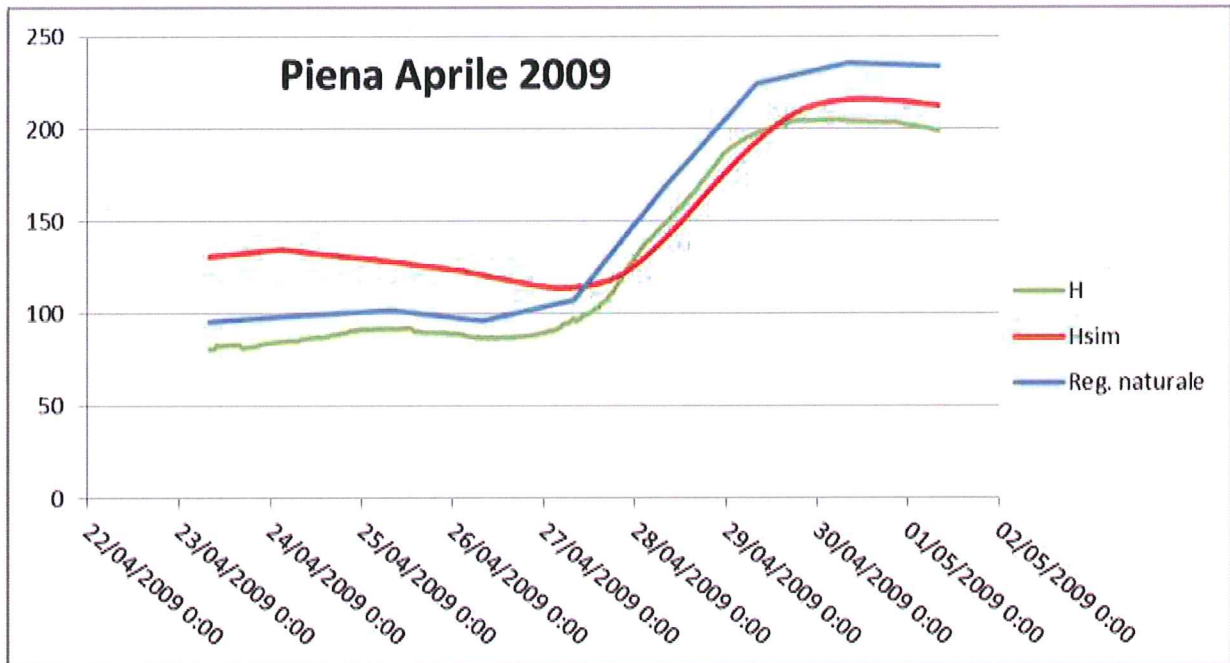
Piena simile a quella del 1999: nel primo picco i due regimi regolati quasi coincidono, mentre nel secondo essi sono inferiori al regime naturale.



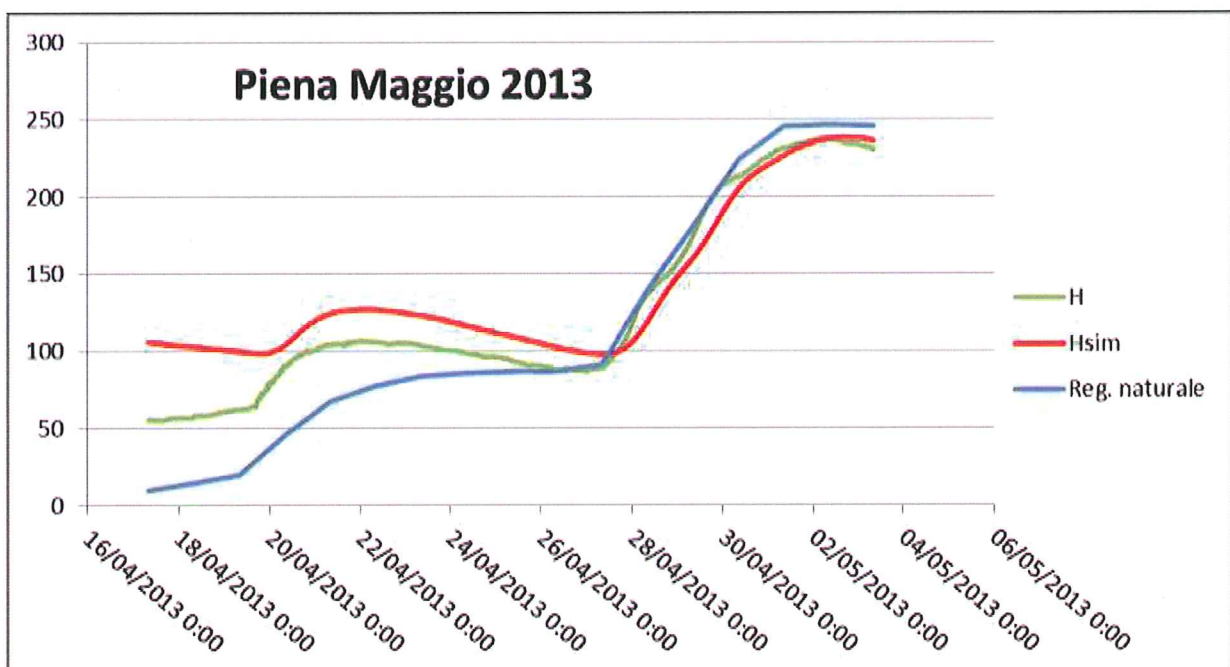
Piena lenta, nessuna situazione particolare, le due curve regolate quasi coincidono.



Piena lenta, quasi uguale alla precedente.



Situazione molto simile a quelle degli anni 1994 e 1996, in cui però è evidente la mitigazione degli effetti della regolazione sul regime naturale.



Piena lenta, le due curve regolate praticamente coincidono e sono inferiori al regime naturale.

Un elemento che balza all'occhio e che è costante in tutti i diagrammi è l'andamento discendente della linea rossa nel tratto iniziale: ciò dipende dal fatto che la ritenuta a una quota iniziale maggiore consente, per la conformazione della traversa, maggiori deflussi e quindi a parità di afflussi il livello scende.

Il secondo elemento da considerare è la conferma dell'effetto mitigante della regolazione, a qualunque ritenuta iniziale si consideri, nel caso di piene lente e ai maggiori livelli: ne è l'esempio della tanto temuta piena del 2000, in cui senza la regolazione il lago avrebbe superato i cinque metri.

Nelle piene veloci, soltanto due ricadono nel periodo che interessa: 2002 e 2009.

In entrambi i casi, comunque al di sotto dei 2,50 m., si sono registrati modesti incrementi del picco delle due curve regolate: nel 2002 di 10,41 cm., nel 2009 di 10,91 cm.; comunque dobbiamo considerare l'ipotesi restrittiva accennata all'inizio: in caso di simulazione con ritenuta iniziale di + 50 rispetto al reale le manovre di apertura sarebbero state diverse, più progressive e anticipate.

Questa considerazione permette di concludere che l'incremento di ritenuta iniziale di 50 cm rispetto al reale stato della traversa non avrebbe prodotto effetti sensibili sul colmo di tutte le piene prese in esame..



CONSORZIO DEL TICINO

Ente Pubblico non Economico
ai sensi della legge 70/75

EVENTI CATASTROFICI

Gli eventi catastrofici a cui fa riferimento la linea guida hanno evidentemente grande impatto sul contesto ambientale ed urbanizzato del lago ma sono eventi in cui la presenza della diga e la modalità di esercizio della regolazione sono totalmente irrilevanti ai fini della evoluzione delle quote e delle portate del lago.

L'evento catastrofico che andrebbe indagato secondo i criteri richiesti è quello che afferisce alla procedura di verifica della stabilità della diga, che è già contenuto nella documentazione di cui alle procedure dell'Ufficio dighe.

L'evento catastrofico per il bacino lago Maggiore – fiume Ticino è individuato nella piena millenaria con portata di $5.500 \text{ m}^3/\text{s}$, addirittura superiore alla piena del 1868, la massima conosciuta per il lago Maggiore, di cui si è stimata una portata massima di $4.500 \text{ m}^3/\text{s}$.

Il livello massimo raggiunto nel 1868 è stato di + 6,94 m sullo zero di Sesto Calende.

Confrontando i due valori di portata e tenendo conto delle modifiche da allora intervenute sull'incile del lago si conclude che in corrispondenza del valore di portata pari a $5.500 \text{ m}^3/\text{s}$: anche oggi verrebbe comunque raggiunta una quota del lago superiore a + 6,50 m.

Come sopra già evidenziato, per le regole di gestione adottate lo sbarramento verrebbe posto rapidamente nella condizione di totale abbattimento fin dalle fasi iniziali dello sviluppo di tale evento, con portate di scarico intorno ai $500 \text{ m}^3/\text{sec}$, e da lì in poi il lago riprenderebbe il suo andamento di invaso naturale.

Riteniamo più significativo invece indagare quale siano le caratteristiche delle piene più influenzate dal livello di ritenuta iniziale che si possono verificare nel periodo in esame, che ricordiamo esser maggio – giugno – luglio, indagando quanto avvenuto nel passato e individuando quella che riteniamo essere la piena più pericolosa tra quelle caratteristiche del periodo.

La piena caratteristica del periodo

L'analisi storica delle piene del Verbano prende avvio dalla raccolta dei dati presi in considerazione dagli studi già effettuati dal Consorzio in epoche trascorse.

Per ogni evento verrà riportata la data di inizio e di raggiungimento del colmo, il livello lago iniziale h_0 e il livello del colmo h_m .

Si estrarranno gli eventi del periodo maggio-giugno-luglio e se ne considereranno le caratteristiche, **prendendo in considerazione le piene cosiddette "veloci" in cui il colmo**

viene raggiunto in massimo quattro giorni, in quanto è unanimemente riconosciuto che in solo in tali occasioni il livello di ritenuta iniziale ha influenza sul livello di colmo.

A suffragio di quanto anzidetto riportiamo qui di seguito un estratto dello studio che il prof. De Marchi ha prodotto nel 1950 sulle ripercussioni della regolazione del lago Maggiore sulle piene del lago e su quelle del Ticino a Sesto Calende, oggetto poi di una specifica pubblicazione (la n° 4) del Consorzio.

Il De Marchi analizza l'effetto di una ritenuta iniziale sulle piene, individuando come ritenuta iniziale quella costituita dallo sbarramento della Miorina rispetto alla situazione precedente la presenza dello sbarramento, quindi la ritenuta iniziale cui fa riferimento deve intendersi nell'entità di 1 metro, mentre nella proposta attuale la differenza è inferiore al mezzo metro.

L'estratto è uno stralcio della pag. 81 della pubblicazione n. 4 del Consorzio, ove egli fa il riassunto dello studio e ne trae le conclusioni.

Egli dice:

Nei primi due paragrafi del Cap. III abbiamo mostrato come l'idraulica lacuale — attraverso qualche ipotesi semplificatrice, che però non altera i caratteri del fenomeno nè va a detrimento dell'attendibilità dei risultati — dia il modo di sintetizzare a mezzo di semplici formule risolutive di applicabilità immediata, le ripercussioni della trattenuta iniziale sui livelli e sulle portate durante la piena. Le ipotesi semplificatrici in parola riguardano il tipo della scala delle portate, che entro il campo di escursione dei livelli di piena si suppone rappresentabile mediante una funzione lineare delle altezze, e la costanza rispetto all'altezza dell'area dello specchio lacuale (o per lo meno del rapporto β/S). La loro pratica attendibilità ha avuto persuasive conferme.

A norma delle formule stabilite, una ritenuta iniziale δ si esaurisce con legge esponenziale e decremento logaritmico β/S ; nel caso del lago Maggiore essa si riduce a meno di un decimo del valore iniziale dopo dieci giorni, a pochissimi centesimi dopo quindici. Le sue ripercussioni sui livelli del lago, ammessa immutata la capacità di deflusso dello sbocco, sono quindi circoscritte ai primi giorni della piena, e diventano praticamente trascurabili nei rapporti dei colmi delle piene a lento decorso, che siano raggiunti oltre dieci giorni dopo l'inizio. Esse, in particolare, sarebbero risultate trascurabili sui livelli di colmo sia dell'evento unico del 1868, sia di quello del 1872 che immediatamente lo segue nella graduatoria. La loro importanza sui colmi può riuscire notevole soltanto nei rapporti delle piene molto rapide, le quali arrivino a colmi elevati in pochissimi giorni, come è accaduto talvolta in passato, specie nella stagione estiva.

Gli anni a lago libero

L'avanti citato studio De Marchi pone l'attenzione sulle piene avvenute dopo il 1868, poiché dopo tale data il materiale idrometrico risulta più omogeneo sia per la maggior regolarità del servizio di raccolta che per la maggior stabilità delle condizioni dell'incile fino al momento della costruzione della traversa.

La prima tabella, indicata nella pubblicazione come tabella II (pagg. 26-27) riporta l'elenco e le caratteristiche delle piene che hanno raggiunto e superato l'altezza di +2,00 m a Sesto fra il 1868 e il 1944. In essa sono indicati anche i colmi secondari di ogni evento, facilmente riconoscibili perché hanno in comune data e livello iniziali; h_0 è il livello all'inizio della piena.

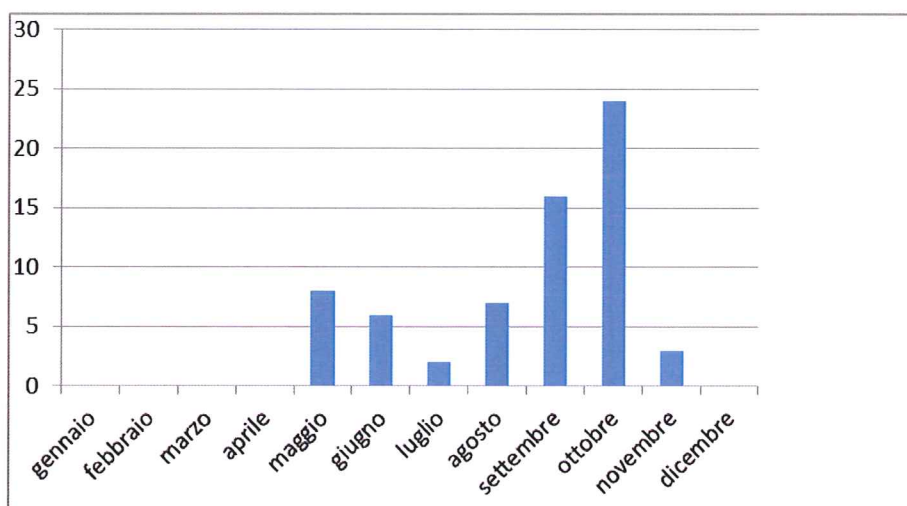
ELENCO E CARATTERISTICHE DELLE PIENE CHE HANNO RAGGIUNTO
O SUPERATO L'ALTEZZA + 2,00 m A SESTO FRA IL 1868 E IL 1944

Tab. II

N.	Anno	DATA		h _o m	h _m m	q _m m ³ /sec
		inizio	colmo			
1	1868	19/IX	20/IX	0,89	4,53	2500
2	1868	19/IX	4/X	0,89	0,94	4500
3	1869	6/V	9/V	0,85	2,70	1350
4	1872	19/V	23/VI	0,52	4,44	2435
5	1872	4/X	7/X	0,13	3,18	1025
6	1872	4/X	23/X	0,13	4,00	2135
7	1873	8/X	15/X	0,29	2,72	1360
8	1878	27/XI	30/XI	0,63	2,01	980
9	1879	23/V	2/VI	1,10	2,85	1435
10	1880	6/X	9/X	0,49	2,96	1495
11	1882	13/IX	17/IX	0,34	3,10	1575
12	1885	25/IX	20/IX	0,39	2,63	1310
13	1885	15/X	17/X	0,93	2,49	1235
14	1886	19/X	12/XI	0,02	3,14	1600
15	1889	9/X	13/X	— 0,04	2,73	1365
16	1889	9/X	30/X	— 0,04	3,62	1885
17	1890	30/VIII	1/IX	0,90	2,50	1290
18	1890	22/IX	26/IX	0,70	2,50	1235
19	1891	20/X	23/X	0,97	3,31	1135
20	1892	30/IX	15/X	0,25	3,20	1635
21	1893	30/IX	2/X	0,98	2,01	980
22	1896	10/X	24/X	0,90	3,05	1550
23	1896	10/X	1/XI	0,90	3,47	1795
24	1897	3/IX	20/IX	1,07	2,80	1405
25	1898	22/VI	27/VI	1,40	2,54	1260
26	1900	23/VIII	25/VIII	0,28	2,83	1425
27	1900	23/VIII	28/VIII	0,28	3,47	1795
28	1901	14/VI	17/VI	1,37	2,65	1320
29	1905	19/IX	23/IX	0,66	2,47	1220
30	1906	6/XI	9/XI	0,40	2,99	1615
31	1907	31/X	11/XI	0,41	2,91	1470
32	1907	31/X	18/XI	0,41	4,25	2300
33	1908	21/V	25/V	0,92	2,30	1130
34	1911	4/X	8/X	0,38	2,12	1035
35	1913	5/X	10/X	0,63	2,42	1195
36	1913	28/X	31/X	0,68	2,26	1110
37	1914	22/VII	24/VII	0,98	2,10	1025
38	1914	29/X	1/XI	0,21	2,09	1020
39	1917	5/V	22/V	0,68	2,49	1230
40	1917	5/V	31/V	0,68	3,34	1715
41	1918	15/VI	19/VI	0,94	3,58	1860
42	1919	28/IX	2/X	0,21	2,00	975
43	1920	19/IX	25/IX	0,20	3,78	1990
44	1923	26/V	1/VI	0,68	2,41	1190
45	1923	22/X	29/X	0,40	2,55	1265
46	1924	13/VIII	17/VIII	0,43	2,01	980
47	1924	23/IX	26/IX	0,31	2,80	1405
48	1925	21/IX	25/IX	0,31	2,41	1190
49	1926	14/V	17/V	0,82	3,52	1820
50	1926	30/X	3/XI	— 0,08	2,37	1170
51	1926	30/X	22/XI	— 0,08	3,63	1890
52	1927	22/IX	26/IX	0,42	2,29	1125
53	1928	20/X	29/X	0,00	3,52	1820
54	1928	20/X	2/XI	0,00	3,93	2085
55	1932	20/VI	22/VI	1,06	2,24	1100
56	1932	19/IX	1/X	0,03	2,46	1215
57	1933	20/VI	23/VI	0,36	2,54	1260
58	1934	3/VIII	5/VIII	0,33	2,00	975
59	1935	25/VIII	30/VIII	0,44	2,37	1170
60	1935	2/X	6/X	0,48	2,62	1300
61	1935	8/XI	18/XI	0,70	2,80	1405
62	1939	4/VIII	7/VIII	1,17	3,42	1760
63	1940	22/VI	26/VI	0,95	2,18	1065
64	1940	6/VII	9/VII	1,35	3,04	1540
66	1942	21/IX	29/IX	— 0,08	2,55	1265
67	1942	26/X	2/XI	0,25	3,39	1745

Come si vede sono presenti 67 eventi, distribuiti in 42 anni, poiché in 35 anni i due metri non sono mai stati raggiunti: la frequenza è quindi 0,87 eventi/anno.

Ciò che interessa ai fini attuali è la serie di eventi registratisi nel periodo maggio-giugno-luglio: a tal fine si è costruito un grafico di semplice lettura con gli eventi distribuiti nell'arco dei dodici mesi.



Gli eventi nel periodo considerato sono in tutto 16, e vengono estratti dalla tabella e qui di seguito riportati:

	anno	inizio	colmo	h_0	h_m
1	1869	6 maggio	9 maggio	0,85	2,70
2	1872	19 maggio	23 giugno	0,52	4,44
3	1879	23 maggio	2 giugno	1,10	2,85
4	1898	22 giugno	27 giugno	1,46	2,54
5	1901	14 giugno	17 giugno	1,37	2,65
6	1908	21 maggio	25 maggio	0,92	2,30
7	1914	22 luglio	24 luglio	0,98	2,10
8	1917	5 maggio	22 maggio	0,68	2,49
9	1917	5 maggio	31 maggio	0,68	3,34
10	1918	15 giugno	19 giugno	0,94	3,58
11	1923	26 maggio	1 giugno	0,68	2,41
12	1926	14 maggio	17 maggio	0,82	3,52
13	1932	20 giugno	22 giugno	1,06	2,24
14	1933	20 giugno	23 giugno	0,36	2,54
15	1940	22 giugno	26 giugno	0,95	2,18
16	1940	6 luglio	9 luglio	1,35	3,04

Tra esse, isoliamo quelle cosiddette veloci, il cui colmo è stato raggiunto entro tre-quattro giorni:

1	1869	6 maggio	9 maggio	0,85	2,70
2	1901	14 giugno	17 giugno	1,37	2,65
3	1908	21 maggio	25 maggio	0,92	2,30
4	1914	22 luglio	24 luglio	0,98	2,10
5	1918	15 giugno	19 giugno	0,94	3,58
6	1926	14 maggio	17 maggio	0,82	3,52
7	1932	20 giugno	22 giugno	1,06	2,24
8	1933	20 giugno	23 giugno	0,36	2,54
9	1940	22 giugno	26 giugno	0,95	2,18

10 1940 6 luglio 9 luglio 1,35 3,04

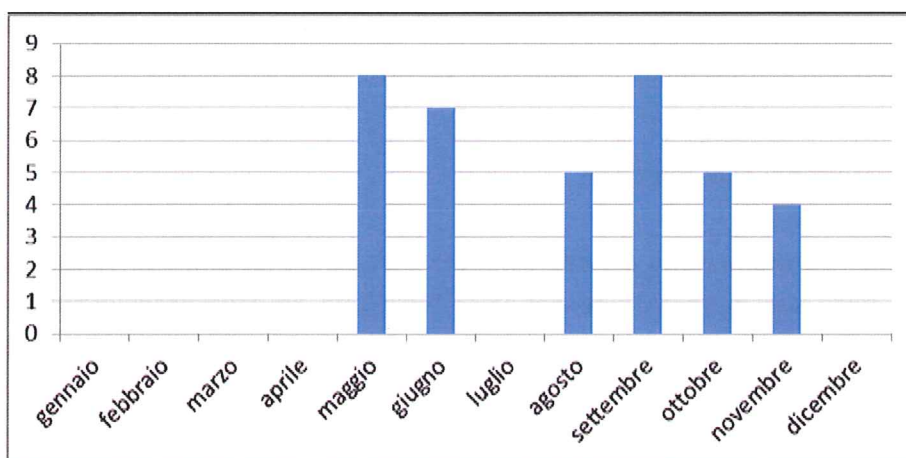
Da questo procedimento siamo riusciti a capire che nel periodo maggio-giugno-luglio le piene nel periodo antecedente la regolazione con il regime naturale sono state caratterizzate da una certa velocità di salita (due-quattro giorni).

I primi trent'anni di regolazione

Anche per questo periodo ci viene incontro la documentazione storica del Consorzio: il Prof: Citrini nella sua pubblicazione del 1973 "Le piene del lago Maggiore e del Ticino emissario nel primo trentennio di regolazione" esamina i dati di 35 eventi succedutisi nel periodo 1942-1972, costruendo la tabella II (pag. 21 della pubblicazione n°14) in maniera affatto analoga a quella del prof. De Marchi; la frequenza è quindi 1,17 eventi/anno.

N°	Data d'inizio	Data del colmo	<i>b</i> iniziale	<i>b</i> al colmo	<i>q</i> al colmo
1	29. X-1945	3. XI-1945	0,01	2,03	888
2	12. V-1946	18. V-1946	0,93	2,19	960
3	12. V-1946	4. VI-1946	0,93	2,19	963
4	12. V-1946	24. VI-1946	0,93	2,15	941
5	3. IX-1948	6. IX-1948	0,52	2,50	1.099
6	18. V-1951	29. V-1951	1,27	2,91	1.286
7	18. V-1951	10. VI-1951	1,27	2,46	1.080
8	18. V-1951	25. VI-1951	1,27	2,61	1.149
9	8-VIII-1951	10-VIII-1951	0,83	2,03	890
10	7. XI-1951	13. XI-1951	0,78	3,78	1.674
11	7. XI-1951	22. XI-1951	0,78	3,74	1.657
12	15. X-1953	21. X-1953	0,67	2,02	882
13	15. X-1953	30. X-1953	0,67	2,89	1.275
14	20-VIII-1954	23-VIII-1954	0,89	2,62	1.153
15	7. VI-1955	11. VI-1955	0,57	2,08	912
16	27-VIII-1956	4. IX-1956	0,64	2,32	1.021
17	4. VI-1957	18. VI-1957	0,84	2,58	1.135
18	4. VI-1957	25. VI-1957	0,84	3,06	1.355
19	15. V-1960	21. V-1960	0,73	2,34	1.029
20	25. VI-1960	9. VII-1960	1,06	2,07	906
21	15. IX-1960	20. IX-1960	0,60	3,23	1.428
22	15. IX-1960	2. X-1960	0,60	2,08	910
23	15. IX-1960	7. X-1960	0,60	2,72	1.198
24	15. IX-1960	31. X-1960	0,60	3,07	1.357
25	22. VI-1963	30. VI-1963	1,13	2,01	882
26	1. IX-1963	7. IX-1963	1,03	2,33	1.026
27	3. XI-1963	8. XI-1963	0,43	3,19	1.409
28	1. IX-1965	11. IX-1965	0,99	3,03	1.340
29	26. IX-1965	3. X-1965	1,20	3,23	1.428
30	15. X-1966	20. X-1966	0,64	2,35	1.031
31	15. X-1966	8. XI-1966	0,64	2,03	887
32	4. V-1968	8. V-1968	0,91	2,20	963
33	1. XI-1968	5. XI-1968	0,24	3,12	1.379
34	18. VI-1969	26. VI-1969	0,69	2,02	886
35	6. VI-1972	13. VI-1972	0,92	2,17	952

Anche in questo caso costruiamo il grafico della distribuzione degli eventi durante i mesi dell'anno:



Anche in questo periodo gli eventi di interesse sono quelli del periodo maggio-giugno-luglio che si riportano qui appresso:

	anno	inizio	colmo	h_0	h_m
1	1946	12 maggio	18 maggio	0,93	2,19
2	1946	12 maggio	4 giugno	0,93	2,19
3	1946	12 maggio	24 giugno	0,93	2,15
4	1951	18 maggio	29 maggio	1,27	2,91
5	1951	18 maggio	10 giugno	1,27	2,46
6	1951	18 maggio	25 giugno	1,27	2,61
7	1955	7 giugno	11 giugno	0,57	2,08
8	1957	4 giugno	18 giugno	0,84	2,58
9	1957	4 giugno	25 giugno	0,84	3,06
10	1960	15 maggio	21 maggio	0,73	2,34
11	1960	25 giugno	9 luglio	1,06	2,07
12	1963	22 giugno	30 giugno	1,13	2,01
13	1968	4 maggio	8 maggio	0,91	2,20
14	1969	18 giugno	26 giugno	0,69	2,02
15	1972	6 giugno	13 giugno	0,92	2,17

Un rapido esame porta a evidenziare che le piene veloci, quelle il cui picco viene raggiunto entro 3-4 giorni, si sono ridotte considerevolmente (2 eventi), mentre sono di più quelle da 6-8 giorni (5) e quelle più lente (8 eventi).

Altro elemento che balza all'occhio è il ridotto livello del colmo, che solo in un caso supera i 3 metri.

Ultima considerazione è il livello iniziale molto più omogeneo rispetto agli eventi senza regolazione: è appena il caso di dire che in questo trentennio il lago era regolato, per

cui il livello iniziale era quello relativo all'assetto dello sbarramento in funzione delle esigenze di valle.

I successivi quarant'anni

Andiamo infine a considerare l'ultimo periodo, dal 1973 ai giorni nostri.

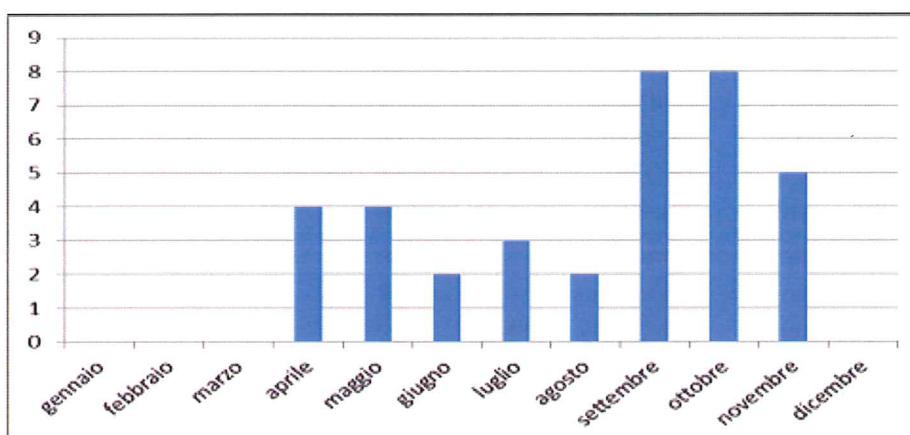
Ci viene incontro il lavoro svolto dai proff. Maione e Mignosa nel 1997 (pubblicazione Consorzio n° 20) "Conseguenze di una modifica dell'incile del lago Maggiore sugli alti livelli lacuali e sulle portate di piena del Ticino emissario": da esso traiamo i dati dal 1973 al 1994.

N°	Anno	Data di inizio	Data del colmo	h_{max} [m]	Q_{max} [m³/s]
23	1973	15-lug 2.00	18-lug 14.00	2.47	1257
24	1975	15-set 11.00	17-set 17.00	2.61	1339
25	1976	28-set 23.00	05-ott 11.00	2.94	1535
26	1977	29-apr 11.00	05-mag 11.00	3.51	1893
27	1977	28-lug 11.00	01-ago 11.00	2.05	1030
28	1977	18-ago 8.00	31-ago 23.00	2.90	1511
29	1977	07-ott 14.00	10-ott 14.00	3.46	1859
30	1978	01-ago 17.00	08-ago 23.00	2.33	1178
31	1979	14-ott 2.00	17-ott 14.00	3.66	1991
32	1981	25-mag 20.00	28-mag 2.00	2.08	1043
33	1981	22-set 20.00	28-set 5.00	3.88	2139
34	1982	26-set 17.00	27-set 23.00	2.10	1055
35	1983	22-apr 2.00	23-mag 11.00	3.37	1804
36	1986	06-apr 14.00	26-apr 23.00	3.18	1683
37	1987	17-lug 23.00	20-lug 2.00	2.84	1473
38	1987	08-ott 17.00	16-ott 23.00	2.46	1253
39	1988	12-ott 11.00	15-ott 11.00	2.83	1469
40	1991	29-set 9.00	01-ott 12.00	2.99	1620
41	1993	23-set 6.00	14-ott 21.00	4.27	2560
42	1994	14-mag 18.00	22-mag 11.00	2.06	1078
43	1994	04-nov 17.00	07-nov 17.00	2.30	1212

Dall'archivio dati del Consorzio abbiamo tratto infine i dati degli eventi dal 1995 a oggi.

Abbiamo registrato 34 piene sopra i 2 metri, con una frequenza quindi di 0,85 piene/anno.

Il grafico di distribuzione degli eventi è il seguente:



Nel periodo maggio-giugno-luglio abbiamo 8 eventi sopra i 2 metri: non prenderemo volutamente in considerazione gli eventi di aprile, in quanto le esigenze irrigue delle risaie non permettono di accumulare comunque risorsa, e quelli di agosto perchè ormai il lago ha ampiamente svolto la sua funzione di serbatoio irriguo.

	anno	inizio	colmo	h_0	h_m
1	1973	15 luglio	18 luglio	0,93	2,47
2	1977	28 luglio	1 agosto	0,99	2,05
3	1981	25 maggio	28 maggio	1,10	2,08
4	1987	17 luglio	20 luglio	0,98	2,84
5	1994	14 maggio	22 maggio	1,11	2,06
6	1997	21 giugno	6 luglio	0,93	2,29
7	2002	3 maggio	5 maggio	0,93	2,34
8	2008	15 maggio	31 maggio	1,36	2,07

Viene confermata la tendenza della riduzione dei colmi già evidenziata nel primo trentennio della regolazione, mentre assumono più frequenza le piene veloci (5 casi su 8).

La piena caratteristica del periodo

Proviamo a riunire i dati dei settant'anni di regolazione, perchè riteniamo essere più significativi rispetto alle serie storiche col regime naturale, in quanto più omogenei e confrontabili con la situazione attuale, per ovvi motivi legati allo sviluppo del territorio e delle attività antropiche.

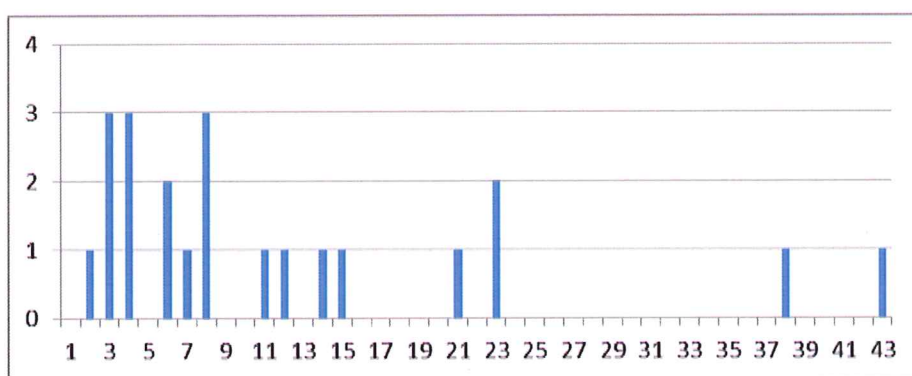
Per comodità riportiamo a fianco del dato relativo al livello di colmo il dato riguardante i giorni trascorsi al raggiungimento del colmo:

	anno	inizio	colmo	h_0	h_m	giorni
1	1946	12 maggio	18 maggio	0,93	2,19	6
2	1946	12 maggio	4 giugno	0,93	2,19	23
3	1946	12 maggio	24 giugno	0,93	2,15	43
4	1951	18 maggio	29 maggio	1,27	2,91	11
5	1951	18 maggio	10 giugno	1,27	2,46	23
6	1951	18 maggio	25 giugno	1,27	2,61	38
7	1955	7 giugno	11 giugno	0,57	2,08	4
8	1957	4 giugno	18 giugno	0,84	2,58	12
9	1957	4 giugno	25 giugno	0,84	3,06	21
10	1960	15 maggio	21 maggio	0,73	2,34	6
11	1960	25 giugno	9 luglio	1,06	2,07	14
12	1963	22 giugno	30 giugno	1,13	2,01	8
13	1968	4 maggio	8 maggio	0,91	2,20	4
14	1969	18 giugno	26 giugno	0,69	2,02	8
15	1972	6 giugno	13 giugno	0,92	2,17	7
16	1973	15 luglio	18 luglio	0,93	2,47	3
17	1977	28 luglio	1 agosto	0,99	2,05	4
18	1981	25 maggio	28 maggio	1,10	2,08	3
19	1987	17 luglio	20 luglio	0,98	2,84	3
20	1994	14 maggio	22 maggio	1,11	2,06	8
21	1997	21 giugno	6 luglio	0,93	2,29	15
22	2002	3 maggio	5 maggio	0,93	2,34	2
23	2008	15 maggio	31 maggio	1,36	2,07	16

Primo elemento che balza all'occhio è che in tempi più recenti non si sono più verificati eventi ripetuti nello stesso periodo, con il lago che dopo una piena scendeva nuovamente a quota regolazione per poi risalire per un altro evento: i casi del 1946, del 1951 e del 1957 non si sono più ripetuti negli anni seguenti: ciò è dovuto alla realizzazione dei bacini idroelettrici di monte in territorio svizzero.

Altro fatto che balza all'occhio è la quota iniziale di ritenuta sopra il metro negli anni 60, 63 81 e 94: nei primi tre casi ciò è dovuto alla modalità di calcolo teorico di inizio piena, mentre nella realtà come vedremo in seguito lo sbarramento è abbattuto prima, mentre nel 1994 le condizioni di afflussi e deflussi erano tali da non consentire di scendere sotto al metro nel periodo primaverile.

Costruiamo ora un grafico con in ascisse i giorni di raggiungimento del colmo, che darà l'idea delle caratteristiche degli eventi.

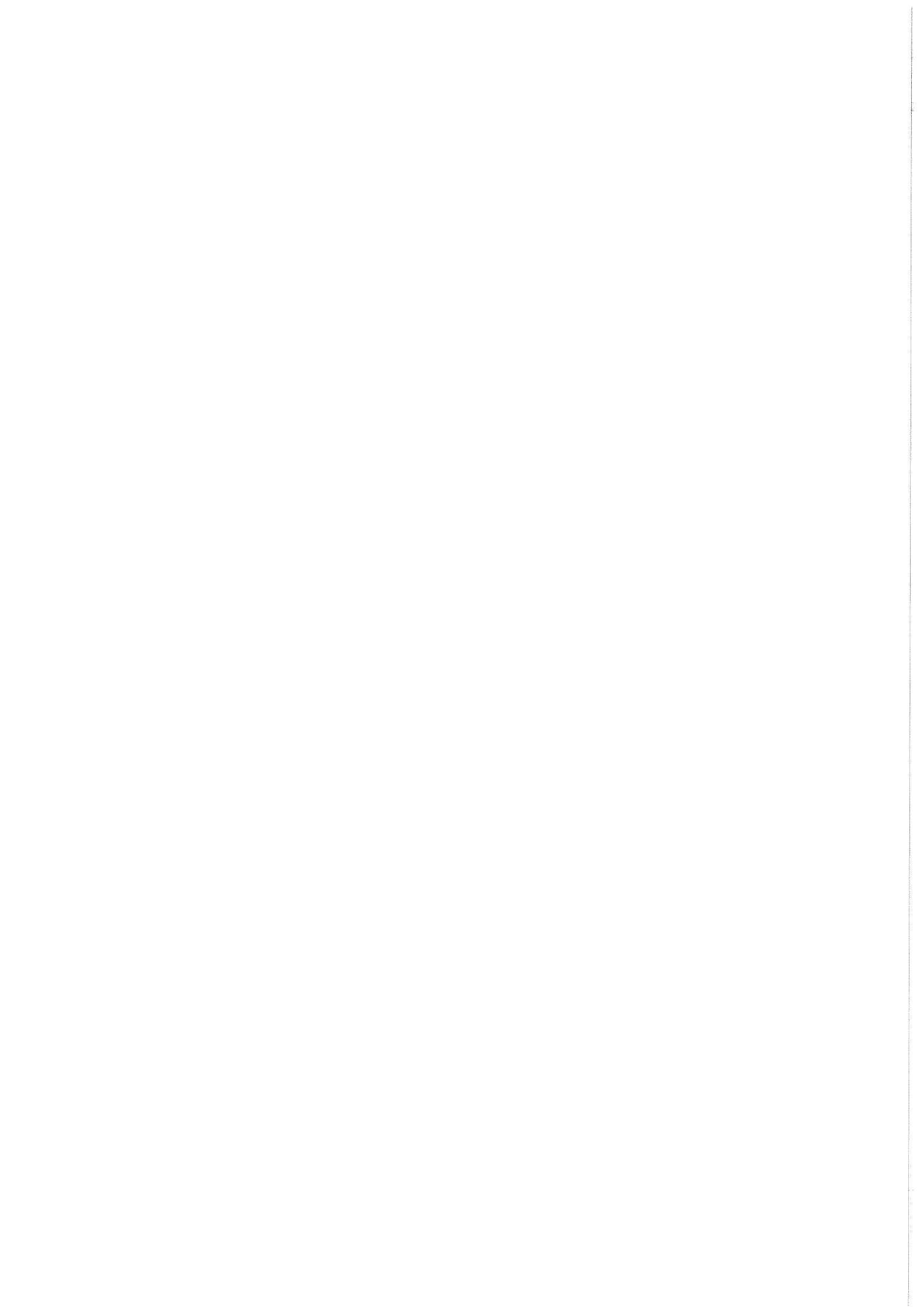


Quindi, 14 eventi su 23 hanno visto il raggiungimento del colmo prima di nove giorni dall'inizio piena, 7 su 23 entro cinque giorni.

Concentriamo l'attenzione sulle piene veloci:

	anno	inizio	colmo	h_0	h_m	giorni
1	1955	7 giugno	11 giugno	0,96	2,08	4
2	1968	4 maggio	8 maggio	0,91	2,20	4
3	1973	15 luglio	18 luglio	0,93	2,47	3
4	1977	28 luglio	1 agosto	0,99	2,05	4
5	1981	25 maggio	28 maggio	1,10	2,08	3
6	1987	17 luglio	20 luglio	0,98	2,84	3
7	2002	3 maggio	5 maggio	0,93	2,34	2

Dall'analisi dei dati storici di settant'anni di piene del lago Maggiore si può concludere che le piene veloci, nel periodo maggio-giugno-luglio che interessa questo studio, sono state caratterizzate dall'aver un colmo quasi sempre inferiore a + 2,50 m. sullo zero idrometrico di Sesto Calende: fa eccezione l'evento del luglio 1987, che è comunque stato inferiore ai 3 metri.





CONSORZIO DEL TICINO

Ente Pubblico non Economico
ai sensi della legge 70/75

REGOLE PER SVASO PREVENTIVO

Partendo dalle prime pubblicazioni riferite alle regole di esercizio già il De Marchi, nella citata pubblicazione n. 4 del Consorzio, precisava le modalità di apertura della diga (pagg. 56-57):

Modalità di apertura della diga. — Secondo le comunicazioni fatte dal Consorzio del Ticino, l'apertura della diga procede sempre in modo graduale, essendo prescritto che l'aumento orario della portata del fiume non superi i 30 m³/sec fino che non siano raggiunti i 500 m³/sec, e non oltrepassi i 50 m³/sec da quel momento fino al completo abbattimento della diga. Di conseguenza, se per fissare le idee si assume la seguente situazione iniziale: erogazione di 120 m³/sec attraverso la diga solo in piccola parte abbattuta, livello all'altezza + 1,00 m, per la quale nelle condizioni attuali l'incile libero può erogare al massimo 510 m³/sec, l'apertura completa dello sbarramento richiederebbe poco più di 14 ore. Invece quando fosse stata eseguita la sistemazione dell'alveo, la quale eleverebbe a 790 m³/sec la portata erogabile con l'altezza + 1,00 m, il tempo occorrente per l'apertura della diga salirebbe oltre le 18 ore.

Durate corrispondentemente più elevate occorrerebbero se la ritenuta fosse portata a + 1,50 m. Comunque, nell'esercizio pratico della regolazione, per ogni particolare valore della ritenuta è necessario sempre un certo tempo perché la portata raggiunga il valore di cui l'alveo è capace, e questo tempo è tanto più lungo, quanto più è bassa la preesistente erogazione regolata ed è elevata la trattenuta esistente all'inizio della manovra di apertura. Nelle condizioni attuali dell'incile questo tempo si può in media ritenere dell'ordine di una mezza giornata, se il limite della trattenuta attiva è segnato all'altezza + 1,00 m, e aumenta di qualche ora, se il limite fosse portato all'altezza + 1,50 m.

È ovvio però che il Consorzio non aspetta per iniziare l'apertura dello sbocco lacuale il momento nel quale essa si imponga come improrogabile: l'avvia bensì con un conveniente anticipo, appena le segnalazioni dal bacino imbrifero annuncino il probabile sopravvenire di una piena, in modo che la diga venga a trovarsi completamente abbattuta quando il livello del lago effettivamente comincia ad elevarsi. Di conseguenza, il volume liquido erogato durante la manovra di apertura, essendo sottratto in anticipo al lago, non entra nel bilancio della piena. La sua importanza è affatto secondaria per le piene che raggiungono il colmo dopo parecchi giorni, e potrebbe riuscire non trascurabile soltanto nei rapporti delle intumescenze a fronte molto ripido. Nei computi che esporremo, per ovvie considerazioni di semplicità se ne è fatta sistematica astrazione, ammettendo implicitamente che l'apertura della diga avvenisse istantaneamente, nel giorno individuato col procedimento esposto sopra. Ma ci siamo ritenuti autorizzati a procedere così, perché il volume trascurato in pratica sarebbe sottratto alla piena. I valori da noi calcolati per i livelli e le portate di colmo delle piene del regime regolato (e sostanzialmente per quelle con fronte molto ripido) risultano quindi, se mai, in lieve eccesso rispetto a quelli che effettivamente si sarebbero potuti verificare nella realtà.

La descrizione si riferisce al 1951, quando i carri manovra non erano quelli attuali installati nel 1982 che hanno tempi di manovra molto minori, e non era ancora stato eseguito lo sbancamento parziale del dosso dei Murazzi.

Il Consorzio del Ticino comunque già negli anni cinquanta operava lo svaso preventivo del lago in conseguenza delle segnalazioni del bacino imbrifero, come avviene ancora oggi settant'anni dopo.

Per inquadrare i comportamenti che presiedono alla regolazione riteniamo utile ricostruire le manovre effettuate all'inizio di alcune delle piene veloci verificatesi nel periodo maggio – luglio dal 1955 a oggi in base ai dati reperibili nell'archivio del Consorzio.

Le piene interessanti sono:

anno	inizio	colmo	h_0	h_m	giorni
1955	7 giugno	11 giugno	0,96	2,08	4
1977	28 luglio	1 agosto	0,99	2,05	4
1981	25 maggio	28 maggio	1,10	2,08	3
1987	17 luglio	20 luglio	0,98	2,84	3
2002	3 maggio	5 maggio	0,93	2,34	2

Evento del 1955

Dal grafico di giugno 1955 si evince che il giorno 7 alle ore 8.00 la lettura dell'idrometro di Sesto Calende dava un livello lago di + 0,96, la portata in uscita era di 282 m³/sec e l'assetto delle portine era il seguente:

- Campata 1 portine dispari in 4, portine pari in 3, portine 26 e 28 in 4;
- Campata 2 portine pari in 4, portine dispari da 1 a 17 in 3, 19 in 4 e da 25 a 29 in 2;
- Campata 3 portine dispari in 4, portine pari da 2 a 14 in 2, da 16 a 20 in 2, la 30 in 3;
- Campata 4 1 e 30 in 3, portine pari in 4, dispari 3,5,7 e 29 in 4, da 9 a 27 in 2;

Il giorno 8 giugno alle ore 8,00 lo sbarramento era in abbattuto (tutte le portine in 0), il lago era a + 1,60, la portata transitante alla Miorina era di 425 m³/sec.

L'evoluzione della piena è stata la seguente:

	altezza	portata in deflusso
9 giugno	+ 1,785 m	806 m ³ /sec
10 giugno	+ 2,250 m	965 m ³ /sec
11 giugno	+ 2,220 m	1074 m ³ /sec
12 giugno	+ 2,050 m	1022 m ³ /sec
13 giugno	+ 1,870 m	934 m ³ /sec
14 giugno	+ 1,700 m	849 m ³ /sec
15 giugno	+ 1,550 m	775 m ³ /sec
16 giugno	+ 1,385 m	707 m ³ /sec

Il 17 giugno sono state effettuate manovre di chiusura parziale dello sbarramento.

Evento del 1977

Il 28 luglio alle ore 8,00 il lago era a + 0,99, la portata in uscita era di 438 m³/sec e l'assetto delle portine era il seguente:

- Campata 1 portine 1 e 30 in 3, portine dispari da 3 a 27 in 2, portine pari in 4, 29 in 4;
- Campata 2 portine 31 e 60 in 3, portine pari in 4, portine dispari da 33 a 47 e da 53 a 57 in 2, 49, 51 e 59 in 4;
- Campata 3 portine 61 e 90 in 3, pari in 4, dispari in 0, 89 in 4;
- Campata 4 portine 91 e 120 in 3, pari in 4, dispari in 0, 119 in 4;

Il giorno 29 luglio alle ore 8,00 lo sbarramento era in abbattuto (tutte le portine in 0), il lago era a + 1,00, la portata transitante alla Miorina era di 532 m³/sec.

L'evoluzione della piena è stata la seguente:

30 luglio	+ 1,24 m	598 m ³ /sec
31 luglio	+ 1,78 m	890 m ³ /sec
1 agosto	+ 2,05 m	1028 m ³ /sec
2 agosto	+ 2,03 m	1018 m ³ /sec
5 agosto	+ 1,70 m	850 m ³ /sec
8 agosto	+ 1,41 m	715 m ³ /sec
11 agosto	+ 1,15 m	603 m ³ /sec
13 agosto	+ 1,05 m	562 m ³ /sec

Il 13 agosto sono state effettuate manovre di chiusura parziale dello sbarramento.

Evento del 1981

Il 25 maggio del 1981 alle ore 8,00 il lago era a +1,10, la portata in uscita era di 323 m³/sec e l'assetto delle portine era il seguente:

- Campata 1 portine 1 e 30 in 3, pari in 4, portine 11, 13 e 29 in 4, dispari in 3;
- Campata 2 portine 31 e 60 in 3, pari in 4, 59 in 4, dispari in 2;
- Campata 3 portine 61 e 90 in 3, pari in 4, dispari in 3, 89 in 4;
- Campata 4 portine 91 e 120 in 3, pari in 4, dispari in 3, 119 in 4.

Il giorno 26 maggio alle ore 8,00 lo sbarramento era in abbattuto (tutte le portine in 0), il lago era a + 1,48, la portata transitante alla Miorina era di 747 m³/sec.

L'evoluzione della piena è stata la seguente:

27 maggio	+ 1,92 m	960 m ³ /sec
28 maggio	+ 2,07 m	1038 m ³ /sec
29 maggio	+ 2,00 m	1200 m ³ /sec
30 maggio	+ 1,90 m	950 m ³ /sec
1 giugno	+ 1,65 m	826 m ³ /sec
3 giugno	+ 1,47 m	742 m ³ /sec
5 giugno	+ 1,37 m	697 m ³ /sec

Il 6 giugno sono state effettuate manovre di chiusura parziale dello sbarramento.

Evento del 1987

A partire dall'anno presente viene effettuata una valutazione del tempo complessivo delle manovre di regolazione durante la piena per verificare i tempi di raggiungimento degli assetti finali.

Tale analisi è stata intrapresa per verificare l'impatto sulla laminazione delle variazioni climatiche e conseguentemente dei tempi di corrivazione.

Il 17 luglio alle ore 8,00 il lago era a +0,98, la portata in uscita era di 269 m³/sec e l'assetto delle portine era il seguente:

- Campata 1 portine 1 e 30 in 3, pari in 4, dispari in 3, 29 in 4;
- Campata 2 portine 31 e 60 in 3, pari in 4, dispari in 3, 59 in 4;
- Campata 3 portine 61 e 90 in 3, pari in 4, dispari in 3, 89 in 4;
- Campata 4 portine 91 e 120 in 3, pari in 4, dispari in 2, 107, 111 e 119 in 4, 113, 115 e 117 in 2.

Il giorno 18 luglio alle ore 8,00 lo sbarramento era in abbattuto (tutte le portine in 0), il lago era a + 1,49, la portata transitante alla Miorina era di 751 m³/sec.

L'evoluzione della piena è stata la seguente:

19 luglio	+ 2,68 m	1378 m ³ /sec
20 luglio	+ 2,82 m	1461 m ³ /sec
21 luglio	+ 2,65 m	1361 m ³ /sec
24 luglio	+ 2,23 m	1123 m ³ /sec
27 luglio	+ 1,80 m	900 m ³ /sec
30 luglio	+ 1,41 m	715 m ³ /sec
1 agosto	+ 1,20 m	623 m ³ /sec
3 agosto	+ 0,97 m	531 m ³ /sec

Il giorno 3 agosto sono state effettuate manovre di chiusura parziale dello sbarramento.

Il tempo teorico di passaggio dall'assetto del 17 luglio all'abbattuto, risulta di circa 4 ore, a cui vanno aggiunti i tempi morti per lo spostamento del carro di servizio ed i tempi tra una manovra e l'altra necessari a stabilizzare la portata a valle, per cui il tempo minimo teorico viene ad essere praticamente raddoppiato.

Evento del 2002

Il 2 maggio del 2002 alle ore 8,00 il lago era a - 0,02, la portata alla Miorina era di 157 m³/sec e l'assetto delle portine era il seguente:

- Campata 1 portine 1, 12 e 30 in 3, pari in 4, portine 11, 13 e 29 in 4, dispari in 2;
- Campata 2 portine 31 e 60 in 3, pari in 4, 59 in 4, dispari in 2;

- Campata 3 portine 61 e 90 in 3, pari in 4, dispari da 63 a 69 in 3, da 71 a 87 in 0, 89 in 4;
- Campata 4 portine 91 e 120 in 3, pari in 4, dispari in 2, 119 in 4.

Il 3 maggio alle ore 8,00 lo sbarramento era in abbattuto, il lago era a +0,93 e la portata alla Miorina era di 527 m³/sec.

L'evoluzione della piena è stata la seguente:

4 maggio	+ 2,12 m	1064 m ³ /sec.
5 maggio	+ 2,34 m	1183 m ³ /sec.
6 maggio	+ 2,34 m	1183 m ³ /sec.
7 maggio	+ 2,22 m	1117 m ³ /sec.
14 maggio	+ 1,64 m	821 m ³ /sec.
21 maggio	+ 1,04 m	470 m ³ /sec.

Il 21 maggio sono state effettuate manovre di chiusura parziale dello sbarramento.

Il tempo teorico di passaggio dall'assetto del 2 maggio all'abbattuto, calcolato secondo i criteri avanti descritti, risulta di circa 2 ore e 40 minuti.

Dalla analisi degli eventi sopra descritti si ricava in generale che il tempo di esecuzione delle manovre per attuare un completo abbattimento oscilla tra le 4 e le 12 h in funzione delle condizioni iniziali dello sbarramento e della portata presente in alveo .

Tali tempi sono del tutto compatibili con la attuale finestra di attendibilità delle previsioni meteo: si considerano attendibili le previsioni a 24-48 h.

All'atto della segnalazione di un evento meteo il Regolatore, dopo aver acquisito i dati di previsione sia di localizzazione che di intensità delle precipitazioni e dei dati degli idrometri di Candoglia e del Ticino Svizzero, decide la entità della manovra di aumento di portata di deflusso, tenendo conto delle potenzialità dello sbarramento e delle condizioni del Ticino da valle dello sbarramento fino alla confluenza con il Po.

A seguito della prima manovra viene avviato il monitoraggio in tempo reale del livello lago a Sesto, il cui andamento condiziona come visto in precedenza le decisioni di apertura totale delle portine.

L'ipotesi di anticipare ulteriormente lo svaso comporta un aumento della probabilità di spreco della risorsa invasata senza ottenere effetti reali sull'andamento delle quote del lago.

Basta infatti verificare sulle curve reali fornite che anche nel caso di anticipo di 24h delle operazioni di abbattimento alla traversa (ipotesi fattibile tecnicamente) questa scaricherebbe nella maggior parte dei casi portate aggiuntive molto basse in quanto la quota del lago registrata all'inizio dell'evento non consente un battente idraulico significativo .

Quindi, per avere effetti più efficaci degli attuali da uno svaso preventivo occorrerebbe agire sui tempi anticipando enormemente le manovre, con rischio di grande spreco di risorsa in caso di falsi allarmi, oppure avere un maggior battente iniziale che garantisca lo scarico rapido di portate più alte, cosa che avviene nel caso di ritenuta iniziale maggiore.

In altri termini, avere una quota di invaso più alta all'inizio di un evento di piena aumenta la capacità di scarico e consente una maggiore velocità di incremento delle portate scaricate.

Di conseguenza, la sopraelevazione di ritenuta iniziale da +1,00 m a +1,50 m, se vengono mantenute le attuali norme di comportamento, non incide sul volume scaricato durante la fase abbattimento in quanto la maggiore portata consente di scaricare lo stesso volume in minor tempo, ovvero un maggior volume a parità di tempo.

Si veda in proposito l'effetto di incrocio sulle curve di simulazione .

Possiamo quindi senza timore affermare che le attuali regole di esercizio non richiedono modifiche sostanziali, e che quindi **non sussistono né rischi aggiuntivi alle popolazioni e alle infrastrutture rivierasche del lago né eventuali danni all'ambiente.**

Le modifiche richieste hanno infatti effetti che sono contenuti nella fascia di oscillazione dei fenomeni che il lago già assorbe, sia in termini di quota che in termini di durata.

Durante le piene oltre i due metri il comportamento naturale del lago sovrasta la regolazione determinando sia la quota massima che deve essere raggiunta per alimentare lo scarico della portata che bilancia gli afflussi sia la durata della permanenza del colmo.

Riteniamo invece significativo introdurre un'interessante verifica al termine di ogni evento che consenta la sperimentazione diretta degli effetti della maggior quota estiva di ritenuta.

Qualora nelle prossime stagioni estive si verifichi un evento di piena nei mesi di maggio, giugno o luglio con la diga attorno a + 1,50, al termine dell'evento produrremo una simulazione dell'istogramma di piena che si sarebbe avuto se la ritenuta iniziale fosse stata a +1,00, per confrontare il comportamento del lago nel caso reale a +1,50 con quello teorico a +1,00, senza perdere di vista il caso di evoluzione naturale del fenomeno in caso di assenza totale della diga.

Verranno quindi prodotte e sovrapposte tre curve di piena, nei tre casi di assenza di ritenuta, di ritenuta a +1,00 (caso simulato) e di ritenuta a +1,50 (ovvero alla quota reale di ritenuta iniziale verificatasi nell'evento).

Nostro convincimento è che la ritenuta iniziale superiore non produrrà effetti significativamente maggiori di quelli conseguenti alla ritenuta estiva di +1,00.