



Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po



Tavolo Tecnico per la sperimentazione della regolazione estiva dei livelli idrometrici del Lago Maggiore

Protocollo di sperimentazione nuovi livelli di esercizio del Lago Maggiore

(ai sensi delle Deliberazioni del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po n. 1/2014 del 22 luglio 2014 e n. 1/2015 del 12 maggio 2015 e della Deliberazione della Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po n. 7/2017 del 14 dicembre 2017)

RELAZIONE FINALE SULLA SPERIMENTAZIONE

Parma, lì 17 marzo 2021

Sommario

1.	PREMESSA.....	5
1.1.	Le attività della sperimentazione.....	7
2.	MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	13
2.1.	Aree di intervento.....	13
2.2.	Elenco indicatori.....	14
2.3.	Andamento dei livelli del lago.....	17
2.4.	Canneto lacustre.....	19
2.4.1.	LM01 – Canneto Lacustre.....	19
2.4.2.	LM02 – Estensione delle aree a canneto.....	22
2.4.3.	LM02.B – Variazione dell'estensione delle aree a canneto durante il periodo di sperimentazione.....	25
2.5.	Habitat di interesse comunitario e incidenze sugli habitat.....	30
2.5.1.	LM03 – Emersione dei litorali.....	30
2.5.2.	LM04 – Perdita di habitat e incidenze sull'habitat.....	32
2.5.1	LM05 – Condizione e trend di specie o gruppi di specie vegetali e animali di interesse comunitario.....	59
2.5.2.	LM08 – Nidificazione dell'avifauna: frazione del periodo di nidificazione in cui il livello lacuale è superiore o inferiore al livello critico per i nidi.....	68
2.5.3.	LM09 – Fioriture algali.....	70
2.6.	Fiume Ticino.....	70
2.7.	Considerazioni finali.....	72
2.8.	Il progetto INTERREG PARCHIVERBANOTICINO.....	73
3.	ANALISI DEL MODELLO DI CALCOLO PER LA PREVISIONE DEL LIVELLO IDROMETRICO.....	74
3.1.	Introduzione.....	74
3.2.	Le attività svolte nell'ambito del Gruppo di Lavoro.....	75
3.3.	Lo sviluppo del modello di calcolo per la previsione e la simulazione dei livelli.....	76
3.4.	Rapporti tecnici e di monitoraggio.....	83
3.5.	I benefici della sperimentazione.....	95
3.6.	Considerazioni finali.....	99
4.	IMPATTO SUI BENI DEMANIALI.....	101
4.1.	Aree di intervento.....	101
4.2.	Rilievi topografici.....	102
4.3.	Indice di fruibilità delle spiagge.....	107
4.4.	Risultati ottenuti.....	112
4.5.	Considerazioni finali.....	120
5.	CONCLUSIONI.....	123

Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po

5.1.	Gruppo I – Monitoraggio ambientale	124
5.2.	Gruppo II – Analisi del modello di calcolo per la previsione del livello idrometrico	125
5.3.	Gruppo III – Impatto sui beni demaniali.....	126
6.	Proposta di sperimentazione 2021 - 2026	128
7.	Elenco Allegati alla relazione finale del Protocollo di sperimentazione nuovi livelli di esercizio del lago Maggiore.....	129

1. PREMESSA

Il Consorzio del Ticino, Ente Pubblico non economico avente natura di consorzio obbligatorio, ha ottenuto la concessione per la costruzione, la manutenzione e l'esercizio dell'opera regolatrice del Lago Maggiore (la traversa della Miorina) in forza del R.D. 6 giugno 1940 n. 3344, regolato da disciplinare 24 gennaio 1940 n. 3680 di Repertorio.

I limiti superiore e inferiore della regolazione del Lago Maggiore, compresi tra -0,50 m e +1,00 m rispetto allo zero dell'idrometro di Sesto Calende, stabilito a quota 193,016 m s.l.m., sono indicati nel disciplinare di concessione anzidetto che è stato predisposto in conformità all'esito delle valutazioni congiunte condotte dalle autorità italiane ed elvetiche contenute nel verbale Italo-Elvetico del 24 ottobre 1938.

Sulla realizzazione dei lavori le autorità italiane ed elvetiche ebbero modo di esprimersi in verbali congiunti in data 14 agosto 1941 e in data 17 aprile 1943.

Con successivo verbale congiunto in data 21 ottobre 1947 le autorità italiane ed elvetiche hanno previsto, in via provvisoria e sperimentale, la possibilità di sopralzare il livello di massima regolazione lacuale fino a +1,50 m nel periodo 15 novembre – 28 febbraio.

Con istanza del 23 aprile 2012 il Consorzio del Ticino ha richiesto al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e alle Regioni Piemonte e Lombardia di essere autorizzato, in via sperimentale, ad innalzare nel periodo dell'anno che va dal 1 marzo al 15 settembre, il limite superiore di regolazione estiva del lago, fissato dal disciplinare di concessione in +1,00 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende (corrispondenti a 194,016 m s.l.m.), fino a +1,50 m (corrispondenti a 194,516 m s.l.m.) al fine di incrementare il volume idrico accumulabile nel lago e disporre di una maggiore scorta di risorsa idrica da utilizzare per fronteggiare eventuali carenze idriche estive e, più in generale, per sostenere le portate ecologiche nel Ticino sublacuale e quindi nel Po.

In esito a tale istanza il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con nota in data 26 aprile 2012 ha chiesto all'Autorità di Bacino del fiume Po di avviare una Conferenza dei Servizi al fine di valutare con le Regioni e le altre Amministrazioni interessate la richiesta del Consorzio del Ticino ed avviare una sperimentazione per verificare la possibilità di procedere all'elevazione del livello di massima regolazione anche nella stagione primaverile-estiva.

Con la Deliberazione n. 1/2014 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po ha dato avvio alla sperimentazione della regolazione estiva del Lago Maggiore per un periodo di 5 anni, chiedendo al Consorzio del Ticino di presentare un Programma di sperimentazione definitivo e contestualmente autorizzando in via sperimentale il livello massimo estivo di + 1,25 m fino al 15 settembre 2014.

Con la Deliberazione n. 1/2015 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, ha approvato l'avvio della sperimentazione della durata di 5 anni, con l'obiettivo di verificare la possibilità di addivenire per il periodo indicato (15 marzo-15 settembre) a stabilire il nuovo limite superiore di regolazione.

La durata della sperimentazione è stata fissata in 5 anni ed è stata articolata in fasi intermedie di progressivo incremento del livello di massima regolazione fino a raggiungere il livello di +1,50 m richiesto dal Consorzio del Ticino.

Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po

La sperimentazione è disciplinata dal “*Protocollo di sperimentazione nuovi livelli di esercizio del Lago Maggiore*” allegato alla citata Deliberazione n. 1/2015 e, al fine di assicurare il buon andamento e l’efficienza delle attività di sperimentazione, è stato costituito un “*Tavolo Tecnico per la sperimentazione della regolazione estiva dei livelli idrometrici del Lago Maggiore*”, coordinato dal Segretario Generale dell’Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po.

I componenti ufficiali del Tavolo della sperimentazione sono, oltre all’Autorità di Bacino del Fiume Po, in rappresentanza del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare:

Regione Lombardia

Regione Piemonte

Dipartimento della Protezione Civile

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Dir. Gen. Dighe e Infrastrutture Idriche ed Elettriche

Ministero dei Beni e delle Attività culturali e del Turismo

Agenzia Interregionale per il Fiume Po

ARPA Lombardia

ARPA Piemonte

CNR IRSA

Consorzio del Ticino

Ente di gestione delle aree protette del Ticino e del Lago Maggiore

Parco Lombardo della Valle del Ticino

Gestione associata del Demanio idrico lacuale del bacino del Lago Maggiore

Provincia Verbano Cusio Ossola (presso Comune di Verbania)

Gestione associata del Demanio idrico del basso Lago Maggiore (presso Unione Comuni del Vergante)

nonché

Confederazione Elvetica (Ufficio federale dell’Ambiente e Dipartimento del territorio del Cantone Ticino, Ufficio dei corsi d’acqua)

Autorità Bacini lacuali della Provincia di Varese

Fondazione Bolle di Magadino

Al termine del quinquennio di sperimentazione, sulla base della documentazione tecnica acquisita nel corso delle attività sperimentali, risulta necessario valutare gli esiti delle osservazioni e dei monitoraggi effettuati tenendo conto delle valutazioni del Tavolo Tecnico.

La presente Relazione illustra le attività e i risultati ottenuti durante la sperimentazione con la raccolta e la presentazione dei risultati ottenuti dai Gruppi di lavoro.

Nel paragrafo finale “CONCLUSIONI” si riportano le osservazioni e le indicazioni emerse in sede di Tavolo Tecnico sulle suddette attività per condurre le necessarie valutazioni ai fini dell’adozione delle misure previste quali obiettivi del Protocollo di sperimentazione, evidenziando eventuali criticità o aspetti non del tutto chiariti che richiedono ulteriori approfondimenti.

1.1. Le attività della sperimentazione

La gestione della traversa della Miorina riveste importanza strategica per la regolazione dei livelli idrometrici del Lago Maggiore e per costituire una scorta idrica strategica per il territorio distrettuale. La regolazione artificiale dei livelli lacuali genera ricadute importanti sulla disponibilità idrica, nei mesi estivi, al fine di accumulare nel lago scorte idriche a garanzia delle utenze irrigue ed industriali dell’emissario, per il mantenimento del DMV del Ticino sublacuale, e ha ricadute positive sia a scopo irriguo e industriale, sia sul settore balneare, con rilevanti ricadute economiche sui comparti produttivi connessi; essa ha efficacia, in caso di piena, sulla sicurezza dei territori e delle popolazioni e delle infrastrutture rivierasche del lago con il coinvolgimento anche di aree ricadenti nella Confederazione Elvetica, nonché incide sulla sicurezza, in caso di piena, sull’intero emissario lacuale e sulla gestione coordinata delle risorse idriche disponibili nell’intero distretto del fiume Po durante gli eventi siccitosi e di scarsità idrica che interessano il territorio distrettuale di area vasta.

Già nel 1800 tecnici e opinionisti discutevano sulla realizzazione di un’opra di regolazione del Lago Maggiore.

Il Disciplinare n. 3680 del 24 gennaio 1940, allegato alla concessione assentita con il R.D. n. 3344 del 6 giugno 1940 all’ente pubblico Consorzio del Ticino per la costruzione, manutenzione ed esercizio dell’opera regolatrice del Lago Maggiore, fu stabilito (in esito ad interlocuzioni con la Confederazione Elvetica) un limite massimo di oscillazione della regolazione dei livelli idrometrici del lago medesimo rispetto allo zero idrometrico di Sesto Calende, cui si convenne di assegnare la quota di 193,016 m s.l.m. (cfr. art. 1 del Disciplinare). Per l’esattezza, il massimo vaso artificiale (quota di massima regolazione) del lago fu fissato a +1,00 m (194,016 m s.l.m.) ed il massimo svaso (quota di minima regolazione) fu fissato a -0,50 m (192,516 m s.l.m.) rispetto alla quota dell’idrometro di Sesto Calende.

Negli anni successivi, per una serie di ragioni connesse a finalità di interesse pubblico che richiedevano la presenza di un maggior quantitativo di risorsa idrica invasata nel Lago Maggiore, il Consorzio del Ticino ha richiesto ed ottenuto (previo assenso della Confederazione Elvetica) l’autorizzazione provvisoria ad effettuare, per determinati periodi dell’anno, un *sovralzo*, cioè l’innalzamento del livello di massima regolazione al di sopra del limite di +1,00 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende di cui all’articolo 1 del Disciplinare di Concessione del 1940 (cfr verbale congiunto del 1947)..

In particolare, già nell’inverno 1944/45, essendosi rilevato insufficiente rispetto ai fabbisogni irrigui ed idroelettrici il limite superiore di +1,00 m, venne convenuto di sovralzare il Lago Maggiore fino alla quota di +1,50 m. Successivamente, a partire dal 1949/50, ogni inverno in cui sia stato idrologicamente possibile si è proceduto con un sovralzo fino a +1,50 m.

A partire dagli anni '60, il Consorzio del Ticino propose al Ministero dei Lavori pubblici (all'epoca competente) di poter procedere ad effettuare *in via sperimentale e con procedura graduale* un sovralzato per il periodo estivo (dal 1 giugno al 15 settembre) di ogni anno, innalzando l'invaso artificiale fino al livello di +1,50 m rispetto allo zero idrometrico di Sesto Calende e cioè fino ad un massimo di +0,50 m oltre alla quota di massimo vaso definito dal Disciplinare di Concessione di cui ai punti precedenti.

Le finalità di interesse pubblico che avevano indotto, in origine, il Consorzio del Ticino a proporre il suddetto *sovralzato estivo* erano connesse allo scopo di ridurre le criticità cui erano esposte le colture irrigue nei periodi estivi (con specifico riguardo, inizialmente, al problema di ridurre, durante tale periodo, le fallanze cioè il mancato attecchimento degli innesti e la mancata germinazione dei semi).

Successivamente, tuttavia, a tali finalità originarie se ne sono aggiunte altre, tra cui quella di rendere disponibile, nel periodo estivo, una maggiore riserva idrica da destinare ad usi ambientali e, al contempo, valutare gli effetti dell'innalzamento del livello di regolazione in termini sia di possibili variazioni delle condizioni di rischio idraulico sia di eventuali impatti sugli ambienti naturali e sul patrimonio culturale nonché sulle aree demaniali, sulla balneazione e sui lidi. Tali ulteriori finalità corrispondono anche ai contenuti ed agli obiettivi degli strumenti della pianificazione di bacino distrettuale del fiume Po nel frattempo elaborati, adottati ed approvati in adempimento alle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. ed in attuazione delle previsioni comunitarie contenute nella DQA.

Nel 2012 il Consorzio ha quindi nuovamente richiesto al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) e alle Regioni Piemonte e Lombardia, nel contempo succedute ai sensi del D. Lgs 112/1998 al Ministero dei LL.PP., di essere autorizzato, in via sperimentale, ad innalzare nel periodo dell'anno che va dal 1 marzo al 15 settembre, la soglia di regolazione estiva del lago, fissata dal disciplinare di concessione in +1,00 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende, fino a +1,50 m al fine di incrementare il volume idrico immagazzinabile nel lago nel periodo primaverile 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 sublacuale.

A fronte di tale richiesta, il MATTM ha investito della questione, per la prima volta, l'Autorità di bacino del fiume Po, in forza della competenza ad essa attribuita dal citato art. 63 del D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. All'esito di un'istruttoria che ha visto il coinvolgimento di tutti i soggetti istituzionali interessati, con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 22 luglio 2014 l'Autorità ha quindi approvato l'avvio della sperimentazione della regolazione estiva del Lago Maggiore, permettendo l'innalzamento fino al 15 settembre 2014 del livello di regolazione a +1,25 m sull'idrometro di Sesto Calende, previa informativa alla Confederazione Elvetica ed a condizione che si mettessero in atto tutte le cautele per evitare effetti negativi su persone, ambiente e infrastrutture. L'articolo 3 di tale Deliberazione ha inoltre stabilito che per gli anni successivi al 2014, il livello di regolazione avrebbe potuto essere progressivamente innalzato, da +1,25 m a +1,50 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende, sulla base di un programma di sperimentazione definitivo approvato dal Comitato Istituzionale all'esito della sperimentazione, previa acquisizione del parere favorevole della Conferenza dei Servizi attivata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare nel 2012 ed adeguata informativa alla Confederazione Elvetica.

In seguito alla Deliberazione C. I. n. 1/2014, in seno alla suddetta Conferenza di Servizi si è sviluppato un ampio e approfondito dibattito in ordine agli effetti che potrebbero essere indotti da una regolazione estiva della traversa della Miorina sino a +1,50 m, esaminati i sistemi di preannuncio e previsione delle piene esistenti, i tempi per mettere in atto eventuali operazioni di svasso preventivo necessarie per garantire gli attuali livelli di sicurezza. Contestualmente è stato elaborato dal Consorzio del Ticino un *Protocollo* per la regolazione della *sperimentazione quinquennale dei nuovi livelli di esercizio del Lago Maggiore* (di seguito brevemente definito "*Protocollo di sperimentazione*") necessaria a verificare gli effetti sull'ambiente perilacuale e sublacuale prodotti dall'incremento del livello massimo di regolazione del Lago Maggiore nel periodo estivo (dal 15 marzo al 15 settembre) da +1,00 m a +1,50 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende. Infine, il Protocollo è stato sottoposto al Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po, che lo ha approvato con Deliberazione n. 1 del 12 maggio 2015, istituendo al tempo stesso (articolo 2 della Deliberazione) un *Tavolo tecnico* per il coordinamento ed il controllo delle attività di sperimentazione, composto da rappresentanti di tutti i soggetti istituzionali interessati e presieduto dal Segretario Generale dell'Autorità stessa. La sperimentazione approvata con la Deliberazione n. 1/2015 (la cui durata complessiva, suddivisa in fasi intermedie, è stata stabilita per il quinquennio 12 maggio 2015 – 15 settembre 2020) è finalizzata a rendere disponibile nel periodo estivo una maggiore riserva idrica da destinare ad usi ambientali e, nel contempo, valutare gli effetti dell'innalzamento del livello di regolazione in termini sia di possibili variazioni delle condizioni di rischio idraulico sia di eventuali impatti sugli ambienti naturali e sul patrimonio culturale nonché sulle aree demaniali, sulla balneazione e sui lidi.

Il "*Protocollo di sperimentazione*" ha previsto, inoltre, che già al termine del primo triennio di sperimentazione (2014-2017) il Tavolo tecnico potesse valutare, nell'ambito di un'apposita Relazione sulle attività svolte, la possibilità di autorizzare un primo sovrizzo della quota di regolazione estiva dal livello di +1,25 m al livello di +1,30 m (comportante un incremento dell'acqua invasata nel Lago pari a circa 10,5 milioni di metri cubi) sullo zero idrometrico di Sesto Calende;

Nell'ambito della Relazione del primo triennio di sperimentazione, redatta nel 2017, il Tavolo tecnico ha valutato il lavoro svolto, segnalando la sussistenza di alcuni elementi di incompletezza ed incertezza tali da richiedere un approccio di tipo precauzionale. Tra tali elementi figura la questione dell'incremento del livello lacuale durante il periodo estivo fino al livello di +1,30 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende, rispetto alla quale non tutti gli orientamenti espressi sono stati unanimemente favorevoli. È stato altresì evidenziato, tuttavia, che per il perseguimento dell'obiettivo di ottimizzare la conservazione e la gestione della risorsa ai fini ambientali (come stabilito dalla Deliberazione di C. I. n. 1/2015), sussiste la necessità di tenere conto delle esigenze e delle criticità che potrebbero manifestarsi al verificarsi di severe crisi idriche analoghe a quelle registrate nel triennio di sperimentazione nel contesto di area vasta rappresentato dal Ticino sublacuale e dall'asta del Po. È stato quindi rilevato in sede di Relazione che, in presenza di tali situazioni di criticità idrica caratterizzate da particolare severità, non possano sussistere motivi ostativi al rialzo del livello di regolazione estiva del Lago Maggiore al di sopra del livello di +1,25 m, pur non rientrando tale tema nel campo della sperimentazione in corso.

Le conclusioni cui è pervenuto il Tavolo tecnico nell'ambito della Relazione del 2017 hanno anche tenuto conto delle attività avviate dall'*Osservatorio Permanente sugli Usi dell'Acqua nel Distretto Idrografico del Fiume Po* (brevemente definito anche come "*Osservatorio di Distretto*") istituito con il protocollo d'Intesa stipulato il 13 luglio 2016 tra il MATTM, l'Autorità di bacino del fiume Po, le Regioni del Distretto ed altri Enti ed Amministrazioni Pubbliche (tra cui figura il Consorzio del Ticino) "*con l'obiettivo di rafforzare la cooperazione e il dialogo tra i soggetti appartenenti al sistema di governance della risorsa idrica nell'ambito del distretto, promuovere l'uso sostenibile della risorsa idrica in attuazione della Direttiva 2000/60/CE e coordinare l'attuazione delle azioni necessarie per la gestione proattiva degli eventi estremi siccitosi, sia di valenza distrettuale che di sottobacino, anche ai sensi e per gli effetti dell'art. 145, comma 3 e degli artt. 167 e 168 del D. Lgs. 152/2006, nonché per l'adattamento ai cambiamenti climatici*". Tali obiettivi vengono perseguiti fornendo indirizzi per la regolamentazione dei prelievi e degli usi, in funzione degli obiettivi del "Piano di Gestione del Distretto Idrografico del Fiume Po" (PdGPO) per quanto attiene allo stato ambientale dei corpi idrici ai sensi della DQA, del "Piano del Bilancio Idrico del Distretto Idrografico del Fiume Po" (PBI) e della Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNACC). In particolare, le attività dell'Osservatorio di Distretto fanno riferimento alle situazioni individuate nell'Allegato 3 (Piano di gestione siccità e Direttiva magre) del Piano del Bilancio Idrico del Distretto Idrografico del Fiume Po (stralcio del Piano di bacino distrettuale adottato con Deliberazione C. I. n. 8 del 7 dicembre 2016 e successivamente approvato con DPCM 11 dicembre 2017), e corrispondono a diversi scenari di severità idrica, cioè di situazioni in cui i valori degli indicatori di crisi idrica - quali le portate, i livelli, i volumi e gli accumuli di risorsa - sono tali da far prevedere condizioni caratterizzate da criticità idrica (carenza delle risorse rispetto agli usi) per determinati periodi di tempo e per determinate aree considerate.

Sulla scorta della suddetta Relazione del Tavolo tecnico, l'Autorità di bacino ha quindi ritenuto che, in sede di sperimentazione della regolazione dei livelli estivi del Lago Maggiore, fosse necessario adottare misure in grado di fronteggiare situazioni di severità idrica come manifestatasi negli ultimi anni, modificando, all'uopo, le disposizioni della Deliberazione C. I. n. 1/2015 in modo da renderle coerenti con questa finalità. A tale scopo, nel corso della seduta del 14 dicembre 2017, la Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po ha adottato la Deliberazione n. 7/2017, con la quale sono state apportate modifiche all'art. 1, comma 4 della Deliberazione C. I. n. 1/2015, sostituendo quest'ultimo con 4 commi, il secondo dei quali (comma 4*bis*) ammette la possibilità di autorizzare per il periodo estivo un sovrizzo del livello del Lago Maggiore fino a +1,35 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende nel caso di crisi idrica severa e prolungata che possa interessare l'area vasta costituita dall'asta del Ticino e del Po, allo scopo di ottimizzare la conservazione e la gestione della risorsa e al fine di incrementare il volume idrico immagazzinato nel lago per disporre di una scorta idrica da utilizzare per fronteggiare eventuali carenze idriche estive e, più in generale, per sostenere le portate ecologiche nel Ticino sublacuale e nel Po. Nel successivo comma 4*ter* la Conferenza Istituzionale Permanente ha poi delegato la potestà di autorizzazione del sovrizzo estivo in esame al Segretario Generale di questa Autorità, stabilendo che esso debba provvedere all'uopo con apposito decreto, su proposta dell'*Osservatorio Permanente sugli Usi dell'Acqua nel Distretto Idrografico del Fiume Po* e previo parere del Tavolo tecnico istituito con la Deliberazione C. I. n. 1 del 12 maggio 2015.

Con Nota del 12 marzo 2019, il Tavolo tecnico, per il tramite del suo Presidente delegato, ha pertanto formulato una *valutazione sull'andamento della stagione estiva 2018 e sul quadriennio 2015 - 2018*, nell'ambito della quale si è pervenuti ad una proposta di regolazione quanto più condivisa ed efficace in relazione alle finalità della sperimentazione, la quale consiste nella richiesta, formulata nei confronti dell'*Osservatorio Permanente sugli Usi dell'Acqua nel Distretto Idrografico del Fiume Po*, che lo stesso (nell'ambito delle competenze ad esso attribuite dall'Intesa del 2016 e sulla base della documentazione riguardante lo stato delle riserve idriche presenti nel bacino imbrifero del Lago Maggiore e, più in generale, dell'intero bacino del Fiume Po) formuli una proposta in merito alla necessità che il Segretario Generale dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po autorizzi (in conformità alle previsioni dell'art. 1, commi 4 *bis* e 4 *ter* della Deliberazione C. I. n. 1/2015 come modificata dalla Deliberazione C. I. n. 7/2017) il sovranzo estivo del Lago Maggiore fino alla quota sperimentale di +1,35 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende, salva la presentazione della richiesta di aggiornamento del limite di regolazione estiva del Lago Maggiore alla Conferenza Istituzionale Permanente nel corso della prima seduta utile della stessa e della previsione che tale limite possa eventualmente essere ulteriormente innalzato previa autorizzazione di detta Conferenza anche fino alla quota massima di +1,50 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende in presenza delle condizioni previste dal citato art. 1, commi 4 ss. della Deliberazione C. I. n. 1/2015 al fine di consentire il completo sviluppo del Programma di sperimentazione adottato con tale Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po.

A seguito della conclusione del quinquennio di sperimentazione, con scadenza 15 settembre 2020, il Tavolo tecnico è stato convocato in riunione plenaria in data 15 dicembre 2020, al fine di valutare i risultati delle attività svolte durante il quinquennio di sperimentazione della regolazione estiva dei livelli del Lago Maggiore. I risultati raggiunti dai tre Gruppi di Lavoro:

- GdL I - "Monitoraggio Ambientale";
- GdL II - "Analisi del modello di calcolo per la previsione del livello idrometrico",
- GdL III - "Impatto sui beni demaniali"

costituiti dal Tavolo tecnico in data 30 luglio 2015, hanno evidenziato la coerenza delle attività tecniche svolte durante il quinquennio in ottemperanza del programma approvato nel "*Protocollo di sperimentazione*", oltre alla necessità di analizzare ulteriori aspetti tecnici durante un ulteriore periodo di sperimentazione a supporto della definizione della nuova regola estiva dei livelli lacuali. A tal riguardo, a seguito della presentazione dei risultati, la maggioranza delle Amministrazioni presenti che compongono il Tavolo tecnico hanno condiviso la proposta di continuare ulteriormente il periodo di sperimentazione, aggiornando altresì il limite di regolazione estiva del Lago Maggiore a +1,35 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende ed eventualmente innalzando tale limite a +1,50 m nel caso di crisi idrica severa e prolungata con interessamento dell'area vasta costituita dall'asta del Ticino e del Po.

In data 12 dicembre 2020, il MATTM, con nota nr. 92683, ha richiesto a questa Autorità la presente relazione finale sugli esiti della sperimentazione effettuata nel quinquennio di sperimentazione, comprensiva di una sintesi delle posizioni assunte dalle varie

Amministrazioni nell'ambito del tavolo tecnico istituito, al fine di consentire lo sviluppo delle attività istruttorie presso il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché la rapida pianificazione dei lavori dell'Organismo di consultazione bilaterale italo-elvetico sulla regolazione del Lago Maggiore.

Durante l'incontro conclusivo del 15 dicembre 2020 sono stati presentati i risultati del quinquennio di sperimentazione, durante il quale è emerso che l'innalzamento del livello a +1,35 m non ha creato particolari problemi, si delinea la necessità di proseguire con la sperimentazione che dovrà consentire il raggiungimento di tutti gli obiettivi che sono emersi, con particolare attenzione agli aspetti connessi al deflusso ecologico, habitat, biodiversità, gestione coordinata dei grandi laghi e risalita del cuneo salino nel Delta del Po. Occorre consentire lo sviluppo completo della sperimentazione portando a +1,35 m il livello di massima regolazione e con la possibilità di raggiungere, temporaneamente e verificate tutte le condizioni, +1,50 m in caso di crisi idriche, severe e prolungate che interessano l'area vasta del bacino del Po.

Infine, in data 18 dicembre 2020 la Conferenza Operativa è stata informata che, come già precedentemente richiesto dal Tavolo tecnico con Nota del 12 marzo 2019 e ulteriormente condiviso durante la riunione dello stesso Tavolo tecnico in data 15 dicembre 2020, si procederà a presentare alla Conferenza Istituzionale Permanente la richiesta di aggiornare il limite di regolazione estiva del Lago Maggiore a +1,35 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende e la possibilità che tale limite venga innalzato, in via temporanea e qualora sussistano le condizioni indicate all'art. 1 commi 4 *bis* e 4 *ter* della Delibera 7/2017 fino alla quota massima di +1,50 m al fine di consentire il completo sviluppo del Programma durante un ulteriore periodo di sperimentazione.

2. MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il Gruppo di Lavoro I “Monitoraggio ambientale”, istituito come gli altri gruppi nella seduta del Tavolo tecnico del 30 luglio 2015, ha come obiettivo la valutazione di eventuali effetti negativi sugli ambienti naturali derivanti dall’innalzamento del livello di regolazione del Lago Maggiore nel periodo primaverile-estivo. Le attività previste di basano soprattutto su quanto previsto al punto 6.2 del Protocollo di sperimentazione. Le priorità individuate dal Protocollo di sperimentazione sono il monitoraggio delle principali aree a canneto, la nidificazione dell’avifauna, la biodiversità nei Siti delle Rete Natura 2000, la riproduzione della fauna ittica, oltre ad eventuali altri elementi da definire d’intesa con i gestori delle Aree Naturali Protette, per il Lago Maggiore; mentre per quanto riguarda il Fiume Ticino sono indicati gli effetti della regolazione sui pesci e sugli uccelli oltre quelli connessi alle operazioni di svasso, nonché sugli habitat ripari.

2.1. Aree di intervento

Le attività di monitoraggio hanno interessato quattro aree, due sulla sponda lombarda e due su quella piemontese, selezionate tra quelle di maggior pregio naturalistico, afferenti quindi alla Rete Natura 2000 e alle aree protette:

- **SIC-ZPS IT1140001 “Fondo Toce”**, che costituisce anche la Riserva Naturale omonima (Ente gestore: Ente di Gestione delle Aree Protette del Ticino e del Lago Maggiore);
- **ZSC IT2010015 “Palude Bruschera”**, inserita nella ZPS IT2010502 “Canneti del Lago Maggiore” e coincidente con i confini dell’Oasi regionale della Bruschera (Ente gestore: Provincia di Varese);
- **ZSC IT2010017 “Palude Bozza-Monvallina”**;
- **ZSC IT2010021 “Sabbie d’oro”**, inserite nella ZPS IT2010502 “Canneti del Lago Maggiore” (Ente gestore: Provincia di Varese) che sono state considerate insieme in relazione alla loro prossimità e alle caratteristiche omogenee.

Le ZSC IT2010017 “Palude Bozza-Monvallina” e ZSC IT2010021 “Sabbie d’oro” sono state considerate insieme in relazione alla loro prossimità e alle caratteristiche omogenee.

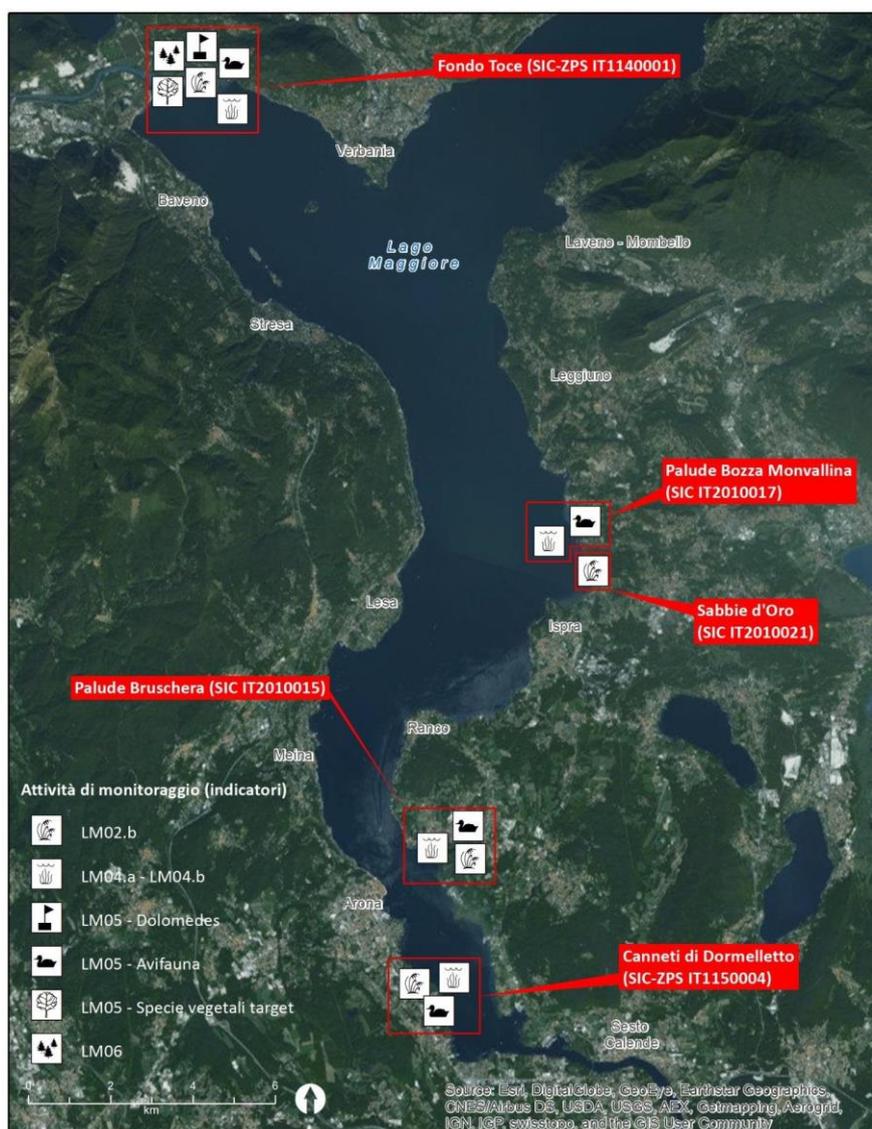


Figura 1 - Localizzazione dei siti della Rete Natura 2000 interessati dal monitoraggio.

2.2. Elenco indicatori

Sulla base delle osservazioni e delle richieste di integrazione avanzate durante gli incontri del Tavolo Tecnico, il Gruppo I "Monitoraggio Ambientale" ha individuato degli indicatori ambientali che rappresentano in modo significativo i fenomeni oggetti di interesse.

In termini di approcci operativi e di valutazione dei dati sono state previste tre differenti modalità:

- raccolta in campo di dati sperimentali;
- elaborazioni idrologiche dei dati di livello del lago in relazione ad indicatori per i quali sono già stati definiti in precedenza i parametri di valutazione (rapporto livello/accettabilità per l'indicatore);
- elaborazioni di dati forniti da Enti e Agenzie di controllo.

Gli indicatori monitorati sono stati articolati in cinque macro-componenti:

1. Canneto lacustre.
2. Habitat di interesse comunitario.
3. Specie di interesse comunitario nei Siti di interesse comunitario oggetto di monitoraggio.
4. Variazioni nelle comunità di specie target.
5. Presenza/assenza di fioriture algali.

Nello specifico gli indicatori proposti sono di seguito elencati:

- **LM01 - Erosione del canneto;**
- **LM02 - Estensione delle aree a canneto**, comprendente i sotto-indicatori “LM02.a – Modifiche all'estensione delle aree a canneto e caratterizzazione dello stato di fatto” e “LM02.b – Variazione dell'estensione delle aree a canneto durante il periodo di sperimentazione”; il primo analizza, sulla base di immagini satellitari, l'andamento del canneto negli ultimi decenni, il secondo valuta, sulla base di apposite misurazioni di campo, le variazioni durante il periodo sperimentale;
- **LM03 - Emersione dei litorali;**
- **LM04 - Perdita di habitat e incidenze sugli habitat** comprendente i sotto-indicatori “LM04.a –Modificazione del popolamento a macrofite in transetti campione” e “LM04.b – Rilievo idromorfologico (Compilazione schede LHS)”;
- **LM05 - Condizione e trend di specie o gruppi di specie vegetali e animali di interesse comunitario;**
- **LM06 - Stato e trend degli habitat di interesse comunitario: 91E0, 3130, 3150, 3260, 3270, 6510, 9160 e 6410;**
- **LM07 - Variazione di interazioni e di struttura dei popolamenti faunistici e floristico-vegetazionali che possono avere ripercussioni sulla sussistenza di SIC/ZPS e ZSC.** Questo indicatore consiste in un'analisi dello stato delle comunità biologiche attraverso i risultati ottenuti dal monitoraggio di tutte le componenti indagate nel corso del periodo ai fini di individuare eventuali variazioni occorse a seguito della sperimentazione;
- **LM08 - Nidificazione dell'avifauna: frazione del periodo di nidificazione in cui il livello lacuale è superiore o inferiore al livello critico per i nidi;**
- **LM09 - Fioriture algali;**

Una volta identificati gli indicatori è stato possibile definire un cronoprogramma delle attività di monitoraggio (Figura 2).

LM01 – EROSIONE DEL CANNETO

L'analisi viene condotta su base stagionale, con riferimento al periodo tardo primaverile-estivo, compreso tra il 15 marzo e il 15 settembre.

LM02 – ESTENSIONE DELLE AREE A CANNETO

LM02.a – Modifiche all'estensione delle aree a canneto e caratterizzazione dello stato di fatto

L'indicatore è stato calcolato all'avvio del monitoraggio quale base informativa cui riferire le indagini svolte per il popolamento dell'indicatore LM02.b.

LM02.b – Variazione dell'estensione delle aree a canneto durante il periodo di sperimentazione

Nel 2016 l'analisi è stata condotta 1 volta nel periodo tardo primaverile-estivo per i transetti e 2 volte (primavera e fine estate) per i punti fermi di controllo (punti lungo il perimetro dei canneti, la cui localizzazione è stata rilevata tramite GPS topografico, per monitorare eventuali variazioni nell'estensione). Negli anni 2017 e 2018, come concordato con il GdL e il Tavolo tecnico, l'analisi è stata condotta solo nel periodo tardo estivo, periodo di maggiore espansione del canneto, poiché ritenuto più rappresentativo.

LM03 – EMERSIONE DEI LITORALI

L'analisi è stata condotta su base stagionale, con riferimento al periodo primaverile (15-30 marzo) e tardo estivo (1-15 settembre) per tutto il periodo di sperimentazione (è escluso il restante periodo di emersione potenziale, quello autunnale e invernale, in quanto non compreso nella fase annuale in cui si attua la sperimentazione dei livelli).

LM04 – PERDITA DI HABITAT E INCIDENZE SUGLI HABITAT

LM04.a – Modificazione del popolamento a macrofite in transetti campione

L'analisi è stata condotta una volta nel periodo estivo.

LM04.b – Rilievo idromorfologico (Compilazione schede LHS)

L'analisi è stata condotta una volta nel periodo estivo.

LM05 – CONDIZIONE E TREND DI SPECIE O GRUPPI DI SPECIE VEGETALI E ANIMALI DI INTERESSE COMUNITARIO

Per l'avifauna sono stati condotti 4 campionamenti in periodo primaverile-estivo; il monitoraggio di *Dolomedes plantarius* ha previsto 2 campionamenti ad inizio e fine estate nel 2016 e due campionamenti in primavera ed estate nel 2017 e nel 2018. Le specie vegetali target sono state monitorate ad inizio e fine estate nel 2016 (2 campionamenti) e tre volte nel periodo estivo nel 2017 e nel 2018 in relazione ai diversi adattamenti ecologici delle specie monitorate.

LM06 – STATO E TREND DEGLI HABITAT DI INTERESSE COMUNITARIO: 91E0, 3130, 3150, 3260, 3270, 6510, 9160 E 6410

L'analisi è stata condotta due volte all'anno a inizio e fine estate.

LM07 - VARIAZIONE DI INTERAZIONI E DI STRUTTURA DEI POPOLAMENTI FAUNISTICI E FLORISTICO-VEGETAZIONALI SUI SITI DELLA RETE NATURA 2000

L'indicatore viene sviluppato sull'intero set di dati raccolti negli anni di monitoraggio durante il triennio 2016-2018.

LM08 - NIDIFICAZIONE DELL'AVIFAUNA: FRAZIONE DEL PERIODO DI NIDIFICAZIONE IN CUI IL LIVELLO LACUALE È SUPERIORE O INFERIORE AL LIVELLO CRITICO PER I NIDI

L'analisi è stata condotta su base stagionale, con riferimento al periodo tardo primaverile-estivo, compreso tra il 15 marzo e il 15 settembre, per tutto il periodo di sperimentazione.

LM09 - FIORITURE ALGALI

I dati relativi a fenomeni di fioritura algale sono stati raccolti e organizzati annualmente al termine della stagione balneare.

INDICATORE		frequenza	PRIMAVERA	INIZIO ESTATE	ESTATE	FINE ESTATE
Lago	LMo1	EROSIONE DEL CANNETO	15/03-15/09			
	LMo2.a	ESTENSIONE DEL CANNETO Ortofoto/dato areale	annuale			
	LMo2.b	ESTENSIONE DEL CANNETO Transetti/punti fermi	1 volta l'anno			
	LMo3	EMERSIONE LITORALI	15/03-15/09			
	LMo4.a	MACROFITE	1 volta l'anno			
	LMo4.b	PERDITA HABITAT	1 volta l'anno			
	LMo5	SPECIE TARGET – Avifauna	3 volte l'anno			
		SPECIE TARGET - <i>D. plantarius</i>	2 volte l'anno			
		SPECIE TARGET – specie vegetali	2 volte l'anno			
		LMo6	HABITAT COMUNITARI	2 volte l'anno		
Fiume	LMo7	VARIAZIONE POPOLAMENTI Aree di interesse	annuale			
	LMo8	NIDIFICAZIONE AVIFAUNA	15/03-15/09			
	LMo9	FIORITURE ALGALI	annuale			
	FTo1	HABITAT DELLA FAUNA ITTICA	15/03-15/09			
	FTo2	AVIFAUNA NIDIFICANTE SUI GRETI	15/03-15/09			
	FTo3	HABITAT RIPARI	15/03-15/09			

Monitoraggio compilativo
 Monitoraggio operativo

Figura 2 - Indicatori e relativo cronoprogramma di monitoraggio.

2.3. Andamento dei livelli del lago

Prima di passare alla presentazione ed alla valutazione dei risultati ottenuti si ritiene utile una sintetica presentazione del reale andamento dei livelli del lago (Figura 3), che dipendono non solo dalla sperimentazione, ma in particolare dal reale andamento delle portate in ingresso ed in uscita dal lago.

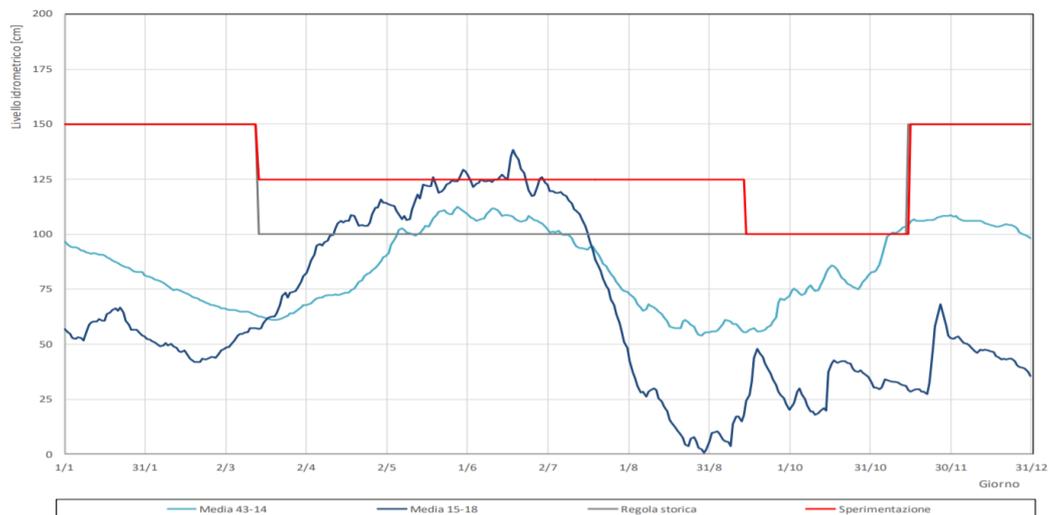


Figura 3 - Andamento dei livelli del lago nel periodo di sperimentazione rispetto ai periodi di riferimento.

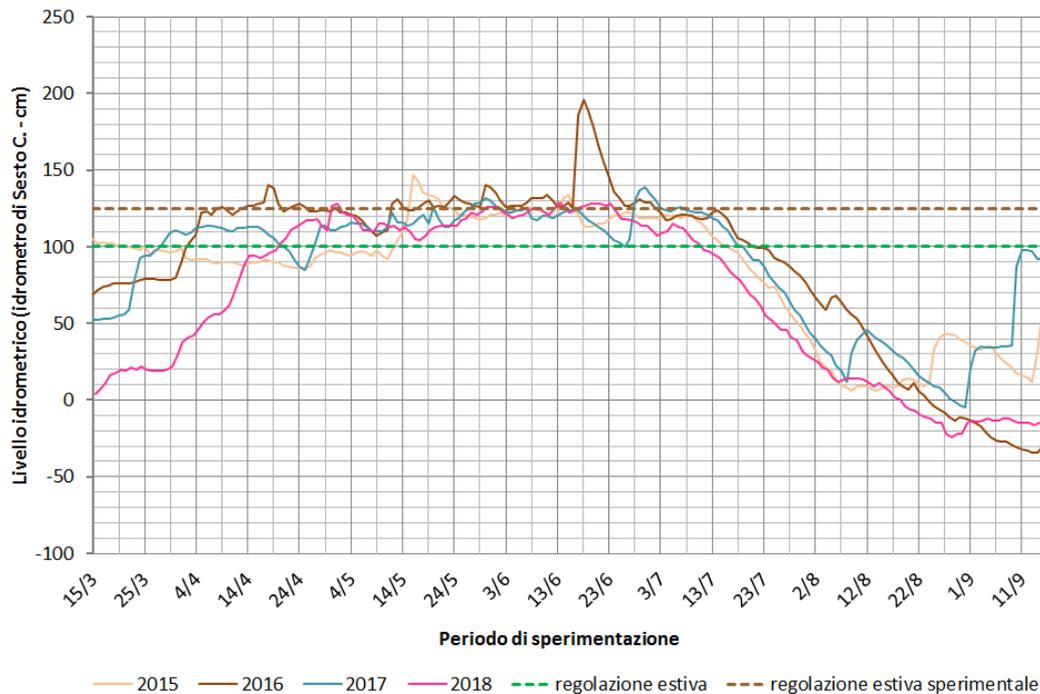


Figura 4 - Andamento dei livelli del lago dal 2015 al 2018. La riga verde tratteggiata indica il limite superiore di regolazione della regola storica (+1,00 m), la linea rossa tratteggiata indica invece il limite di regolazione superiore sperimentale (+1,25 m).

Gli andamenti dei livelli del Lago Maggiore nel periodo sperimentale (15 marzo - 15 settembre) rispetto ai due limiti di regolazione +1,00 m (regola storica) e +1,25 m (limite sperimentale) rispetto allo zero idrometrico di Sesto Calende mostrano due fasi principali (Figura 4):

1. Si registrano livelli del lago superiori a +1,00 m indicativamente dall’inizio di aprile o comunque dal periodo primaverile fino alla metà o fine di luglio, a seconda degli anni, per un valore che mediamente si aggira attorno a 20 cm;

2. Si registrano livelli inferiori al limite di +1,00 m indicativamente dopo la metà di luglio.

2.4. Canneto lacustre

I risultati riportati riguardano gli indicatori **LM01 – Erosione del canneto** e **LM02 – Estensione delle aree a canneto**, quindi quelli relativi alla componente “canneto lacustre”, ovvero quelle fitocenosi in cui si ha la dominanza di una o due specie (accompagnate da poche sporadiche compagne), generate da *Phragmites australis* che, pur non essendo incluse nelle liste degli habitat di interesse conservazionistico, sono comunque meritevoli di tutela ed interesse, soprattutto per il ruolo funzionale che rivestono all'interno degli ecosistemi delle aree umide.

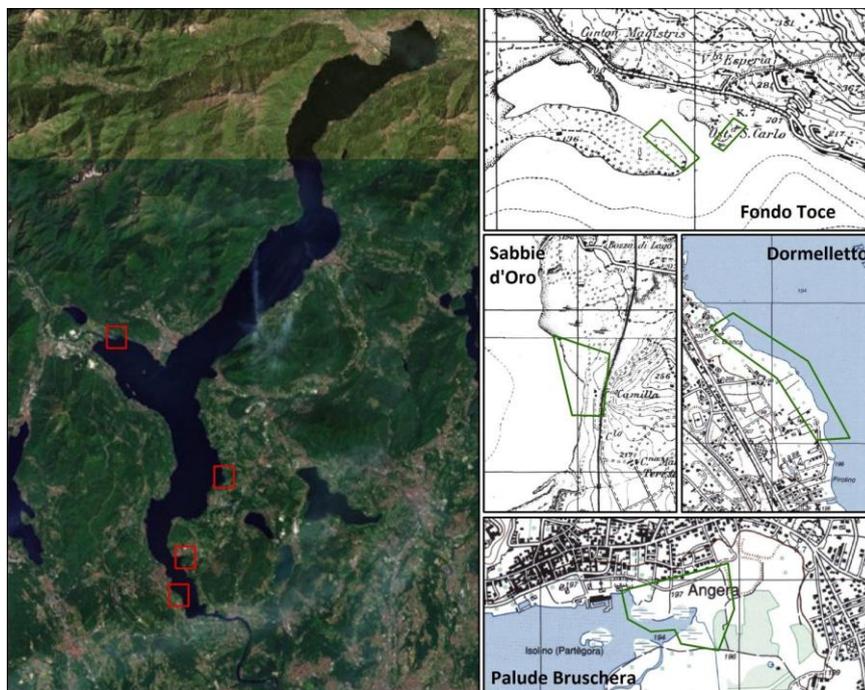


Figura 5 – Localizzazione delle aree di monitoraggio.

2.4.1. LM01 – Canneto Lacustre

L'indicatore LM01 valuta la potenziale erosione del canneto, fenomeno che si verifica a causa del moto ondoso ai piedi delle formazioni vegetali, causando l'erosione del terreno con conseguente sradicamento delle cannuce. La persistenza del fenomeno può essere una delle principali cause della perdita di questo particolare tipo di habitat, motivo per cui l'indicatore era stato già definito in precedenti studi.

Materiali e metodi

L'indicatore prevede la raccolta dei dati relativi ai livelli lacustri giornalieri riferiti all'idrometro di Sesto Calende ed il calcolo del periodo in cui essi ricadono nella fascia di potenziale erosione del canneto.

L'analisi è stata effettuata su base stagionale, con periodo di riferimento analogo a quanto stabilito dal protocollo di sperimentazione, ovvero dal 15 marzo al 15 settembre di ogni anno. L'unica eccezione è rappresentata dal 2015, il cui periodo di sperimentazione annuale è iniziato a partire dalla data del 12 maggio.

I dati necessari alla valutazione sono resi disponibili dal Consorzio del Ticino, ente gestore dell'opera di regolazione del Lago Maggiore che quotidianamente registra e divulga il valore del livello idrometrico rilevato presso l'idrometro di Sesto Calende. I livelli idrometrici reali sono stati confrontati con i livelli simulati nel caso in cui fosse stato mantenuto il limite di regolazione antecedente al periodo di sperimentazione (+1,00 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende). Questi dati vengono prodotti nell'ambito del lavoro svolto dal Gruppo II che si occupa dell'*"Analisi del Modello di Calcolo per la previsione del livello idrometrico"*.

La fascia di erosione viene individuata alla quota idrometrica compresa tra 0.00 e +0.20 m rispetto all'idrometro di Sesto Calende, così come già stabilito all'interno di progetti precedenti quali il Progetto Verbano e il Progetto STRADA. Questi livelli identificano l'intervallo in cui potenzialmente si innescano i citati fenomeni erosivi generati dal moto ondoso ai piedi del canneto, causando il conseguente sradicamento delle piante.

Il risultato finale è rappresentato dal numero annuo di giorni in cui il livello del lago è nella fascia di erosione del canneto. Tale stima è stata verificata su base annuale al termine di ogni singolo periodo di sperimentazione e al termine dell'intero periodo di studio, con lo scopo di valutare l'eventuale incidenza che i nuovi livelli di gestione del lago possono avere su formazioni vegetali di questo tipo.

Risultati delle analisi

I risultati relativi al monitoraggio dell'indicatore LM01 sono riportati nella Figura 6. I grafici riportano l'andamento dei livelli idrometrici del lago rilevato per ciascun anno (livello a Sesto Calende reale, **HSc-RE**), confrontato con il livello idrometrico simulato con limite di regolazione a +1,00 m (livello a Sesto Calende simulato, **HSc-SI**). La fascia di erosione viene evidenziata dalla banda rossa contornata dalle linee tratteggiate, le quali rappresentano i limiti superiore e inferiore della suddetta fascia.

Nella stagione 2015, il livello del lago è rimasto per gran parte della stagione al di sopra della fascia di erosione. Complessivamente, la sperimentazione condotta nel 2015 è durata 127 giorni, circa 60 giorni in meno rispetto al periodo previsto per le successive stagioni (essendo iniziata il 12 maggio e non il 15 marzo). In totale solo 25 giorni sono rientrati all'interno della fascia di erosione e tutti ricadono nel periodo tardo estivo, quando i livelli raggiungono i minimi stagionali.

Per quanto riguarda il periodo di sperimentazione, la stagione 2016 presenta dei livelli idrometrici simili alla precedente. Le principali differenze sono dovute alla diversa distribuzione degli eventi di morbida lungo l'asse temporale. Il periodo di sperimentazione del 2016 è durato 187 giorni, di cui solo 9 sono rientrati nella fascia di erosione. Anche in questo caso, questi giorni rientrano nel periodo tardo-estivo, in corrispondenza dei minimi stagionali.

Nel 2017 il livello del lago è rimasto per gran parte della stagione al di sopra della fascia di erosione (continuativamente dal 15 marzo al 6 agosto). In totale il livello idrometrico è

rientrato all'interno della fascia di erosione dei canneti solo per 11 giorni, tutti nel periodo tardo-estivo, quando i livelli raggiungono i minimi stagionali. In base alla simulazione, si può calcolare che i giorni interessati da un livello compreso nella fascia di erosione dei canneti, in assenza della sperimentazione, sarebbe stato pari a 17.

Anche nel 2018 il livello del lago è rimasto per gran parte della stagione al di sopra della fascia di erosione. In totale il livello idrometrico è rientrato all'interno della fascia di erosione per 29 giorni (in parte all'inizio della stagione e in parte alla fine). In base alla simulazione si può calcolare che i giorni interessati da un livello compreso nella fascia di erosione dei canneti, in assenza della sperimentazione, sarebbe stato pari a 23.

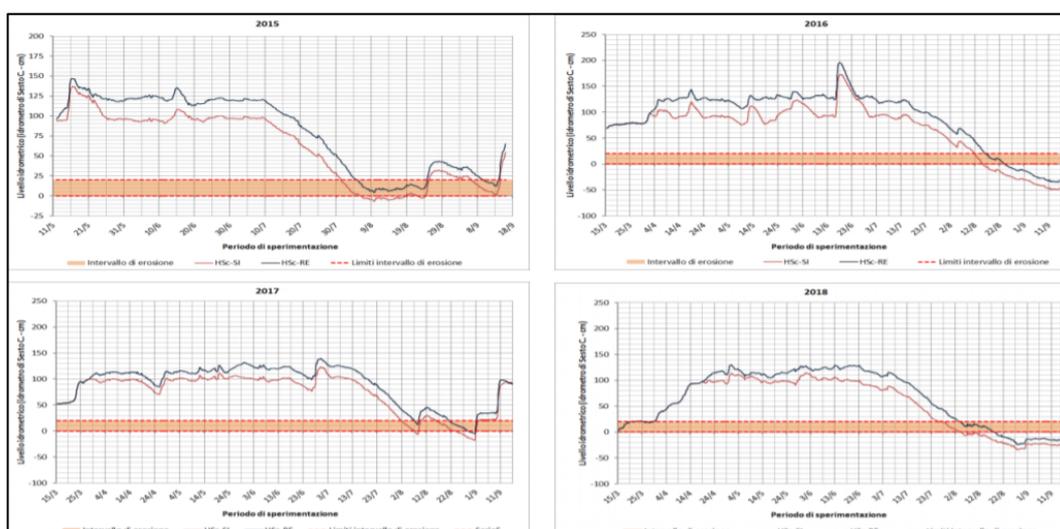


Figura 6 – Livelli idrometrici del periodo di sperimentazione per gli anni 2015, 2016, 2017 e 2018.

Dal confronto tra giorni totali in cui il livello idrometrico è compreso nell'intervallo 0.00 e +0.20 m, ovvero il livello compreso nella fascia di erosione dei canneti, per il periodo di sperimentazione in cui il livello idrometrico è +1,25 m e i livelli idrometrici simulati di +1,00 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende. Dal confronto, Tabella 1, non si evidenziano differenze significative.

Tabella 1 - Confronto tra i dati idrologici reali e i livelli simulati di +1,00 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende

Anno	Giorni fascia di erosione a +1,25 m	Giorni fascia di erosione a +1,00 m
2015	25	23
2016	9	5
2017	11	17
2018	29	23

Come evidenziato dai grafici il periodo che può risultare maggiormente “problematico” è quello tardo estivo, rappresentato prevalentemente dal mese di agosto. Infatti, in tale periodo, il lago raggiunge i livelli minimi stagionali, che potrebbero assestarsi per alcuni giorni attorno a valori compresi nella fascia di erosione.

2.4.2. LM02 – Estensione delle aree a canneto

Il programma di monitoraggio prevede anche una valutazione dello stato attuale dell'estensione delle aree a canneto e il suo trend durante il periodo di sperimentazione, per quanto breve, confrontato con l'evoluzione mostrata negli ultimi 30 anni.

Come precedentemente specificato, l'indicatore comprende due sotto-indicatori:

- **LM02.a – Modifiche all'estensione delle aree a canneto e caratterizzazione dello stato di fatto**
- **LM02.b – Variazione dell'estensione delle aree a canneto durante il periodo di sperimentazione**

LM02.A – Modifiche all'estensione delle aree a canneto e caratterizzazione dello stato di fatto

Materiali e metodi

Tramite l'indicatore viene valutata l'estensione delle aree a canneto (Figura 8), permettendo di confrontare le eventuali modifiche osservate durante il periodo di sperimentazione con ciò che è avvenuto negli ultimi trent'anni circa. La principale sorgente dati per quanto riguarda l'andamento dell'estensione prima della sperimentazione è rappresentata dal servizio WMS del Geoportale Nazionale (<http://www.pcn.minambiente.it/GN/accesso-ai-servizi/servizi-di-visualizzazione-wms>), tramite cui è possibile visualizzare le ortofoto relative agli anni 1988-89, 1994-98, 2000, 2006 e 2012. Per quanto riguarda il periodo sperimentale, invece, viene utilizzata la cartografia ricavata da appositi rilievi di campo, come descritto nel capitolo relativo all'indicatore LM02.b. Le immagini vengono caricate all'interno di un ambiente di lavoro GIS, nel caso particolare rappresentato da ArcMap versione 10.1 (applicazione del software proprietario ArcGIS della ESRI). Dall'analisi delle ortofoto si ricava dunque la cartografia in formato vettoriale relativa alle aree a canneto di interesse, tramite la digitalizzazione dei poligoni corrispondenti alle suddette aree. Il metodo ha così permesso di sviluppare una cartografia specifica per ogni ortofoto appartenente a un determinato anno. Tutta la cartografia prodotta è georeferenziata nel sistema di coordinate WGS84 UTM 32N (EPSG 32632). Ogni mappa è dunque rappresentata da uno shapefile costituito da poligoni rappresentanti le aree a canneto di interesse e nella cui tabella attributi sono contenute le informazioni relative alla loro localizzazione, l'anno di acquisizione della foto da cui derivano e la rispettiva area espressa in ettari. Queste informazioni sono esportate in un foglio di calcolo per effettuare i confronti necessari per evidenziare l'evoluzione dei canneti di interesse.

Va evidenziato che nel 2018 le aree sono ricavate sulla base dei dati raccolti nel mese di settembre, ossia al massimo della stagione vegetativa e quindi al massimo dell'estensione delle aree a canneto.

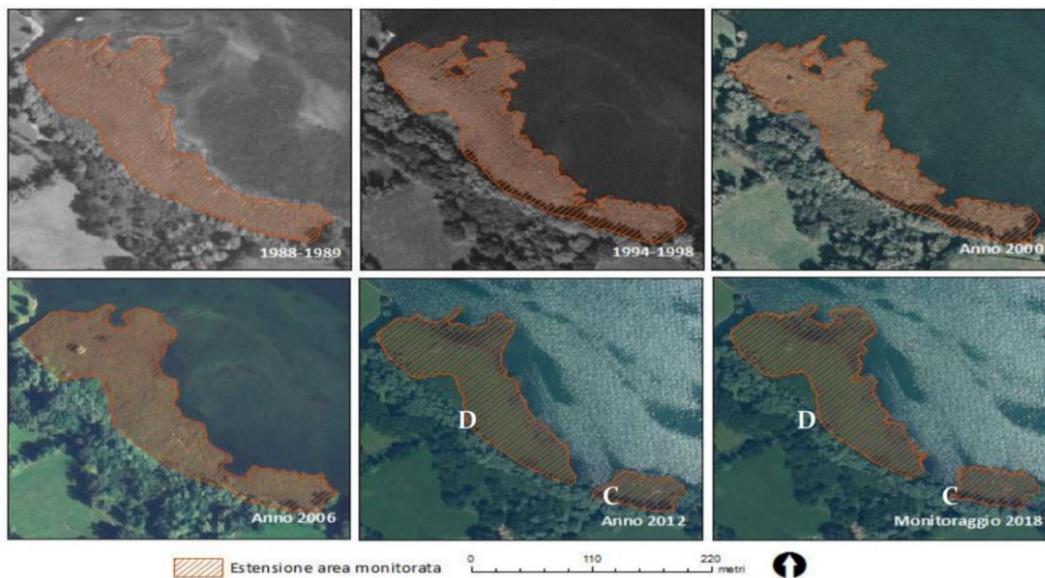


Figura 7 - Esempio di un canneto in riduzione (Dormelletto).

Le aree campione per l'analisi sono 8 all'interno di 4 siti della Rete Natura 2000 come riportato in Tabella 2.

Tabella 2 – Aree campione per l'analisi della riduzione dell'estensione delle aree a canneto

Denominazione area a	Aree Rete Natura 2000
Fondo Toce – A	ZSC – ZPS “Fondo Toce”
Fondo Toce – B	
Dormelletto – A	ZSC – ZPS “Canneti di Dormelletto”
Dormelletto – B	
Dormelletto – C	
Dormelletto – D	
Monvalle	ZSC “Palude Bozza-Monvallina” e ZSC “Sabbie d'oro”
Angera	ZSC “Palude Bruschera”

Risultati delle analisi

La cartografia prodotta a partire dalle ortofoto ha permesso di sviluppare le mappe delle singole aree di interesse e di metterle a confronto tra loro. Dal confronto dei dati si evidenzia una tendenza generale discendente, con l'area del periodo 1988 – 1989 tendenzialmente superiore a quella calcolata nel 2012. Le due aree che fanno eccezione sono la zona A di Fondo Toce e Monvalle: nel primo caso si vede un certo incremento dell'estensione del canneto, di circa 0,150 ettari (pari al 12,8% dell'area iniziale), mentre nel secondo caso il dato rimane pressoché stabile, di poco superiore. Per quanto riguarda i canneti monitorati a Dormelletto, le aree C e D dal 1988-89 fino al 2006 risultavano unite

tra loro, motivo per cui in tabella viene presentato un unico valore nei campi ad esse corrispondenti.

Considerando gli anni compresi tra il 1988-89 e il 2012, l'andamento generale è piuttosto fluttuante, con aree che decrescono o crescono alternativamente. L'unica che presenta una costante e marcata perdita di area è la zona di Angera (Palude Bruschera) che nell'arco di trent'anni si riduce del 21,9%, per un totale di circa 1,4 ettari; altre aree presentano una perdita ancora più marcata ma con andamento altalenante.

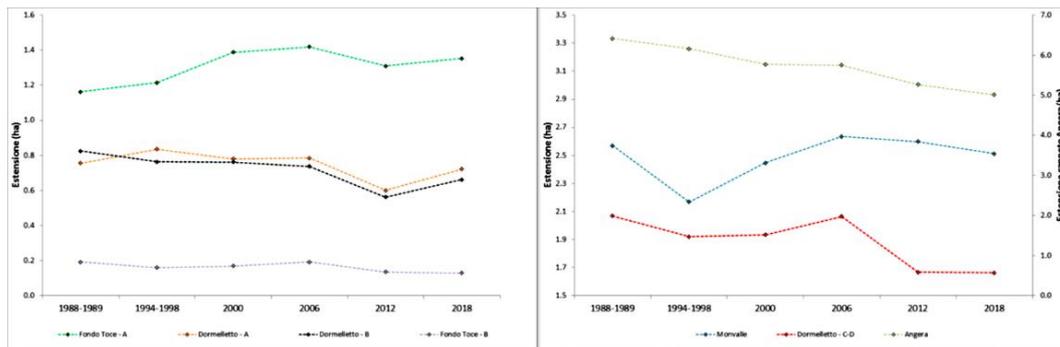


Figura 8 - I grafici mostrano la variazione dell'estensione delle otto aree campione (in ettari) dal 1988 al 2018.

Prendendo in considerazione le singole aree (Figura 8), si vede chiaramente come il canneto di Angera (ZSC Palude Bruschera) sia l'unico a presentare una costante ed evidente diminuzione areale, sebbene in termini percentuali non abbia subito la perdita maggiore. Al 2012, l'area A di Fondo Toce e l'area di Monvalle (ZSC Sabbie d'oro) sono le uniche che presentano un aumento di area. Ciononostante, mentre il canneto di Monvalle si è prima ritirato e successivamente espanso, quello di Fondo Toce ha subito una continua e graduale espansione.

Considerando quanto già espresso nel primo anno di monitoraggio e tenendo conto del trend degli ultimi anni (considerando in particolare il trend fino al 2012) la situazione appare stabile e potenzialmente relativa alle condizioni ambientali del singolo anno di monitoraggio.

2.4.3. LM02.B – Variazione dell'estensione delle aree a canneto durante il periodo di sperimentazione

Materiali e metodi

L'acquisizione dei punti di controllo è stata effettuata tramite rilievo topografico, effettuato in parte da terra e in parte da lago in barca, ove il livello dell'acqua risultava troppo alto per procedere a piedi. Nel caso specifico il rilievo topografico è stato condotto con lo scopo di caratterizzare il più precisamente possibile il perimetro delle aree a canneto.

Per ognuna di esse sono stati dunque presi i seguenti dati:

- Dei capisaldi, con lo scopo di orientare e confrontare i rilievi che verranno eseguiti in futuro.
- Punti topografici sul limite interno del canneto (rivolto verso la costa), rilevando la presenza di aree che dessero la possibilità di espansione del canneto.
- Punti topografici sul limite esterno del canneto (verso lago) da piedi o da barca.
- Profondità di ogni punto topografico rilevato sul limite esterno del canneto, tramite l'uso di un'asta metrata.

Il rilievo è stato eseguito con ricevitori GPS topografici secondo la metodologia denominata *Differential Global Navigation Satellite System (DGNS)* in cui vengono utilizzati due ricevitori: uno, chiamato *base*, acquisisce i dati inviati dai satelliti rimanendo in una posizione nota, mentre il secondo, denominato *rover*, si muove attorno al primo. Questa metodologia di lavoro permette di effettuare una valutazione dell'errore commesso confrontando i valori delle misure con quelli desunti dalle effemeridi dei satelliti; tali correzioni vengono dunque trasmesse e applicate alle misure eseguite dal *rover*. Nel caso specifico si è ricorso al sistema *base-rover* in cui la base, posizionata dagli operatori in un punto noto, comunica tramite segnale radio le correzioni al *rover*. La scelta del sistema *base-rover*, piuttosto che il metodo RTK (*Real Time Kinematic*), è dovuta al fatto che non si aveva certezza di una buona copertura del segnale GSM: questo metodo prevede infatti che il *rover* si connetta ad una rete di stazioni fisse chiamata "NatGeo" e da cui riceve in tempo reale le correzioni della posizione. La comunicazione avviene grazie ad una connessione internet alla rete "NatGeo", tramite segnale GSM/GPRS.

Tale metodo ha consentito di raccogliere dati con una precisione che raggiunge i 10 mm sul piano orizzontale.

I rilievi topografici sono stati eseguiti con la seguente strumentazione (Figura 9):

- *Topcon HiperV*, utilizzabile esclusivamente come *rover*;
- *Topcon GR-3*, utilizzabile come base in un sistema *base-rover* oppure esclusivamente come *rover*.



Figura 9 – Strumenti utilizzati per i rilievi topografici; Topcon HiperV e Topcon GR-3 rispettivamente.

Tutte le informazioni spaziali raccolte sono state restituite nel sistema di coordinate WGS84 UTM 32N (EPSG 32632). Considerando l'intera campagna di campionamento, sono stati rilevati 2621 punti GPS per una media di circa 328 punti per canneto. I dati rilevati sono stati importati all'interno di un ambiente di lavoro GIS, con lo scopo di trasformare i dati grezzi puntuali in poligoni su cui fosse possibile effettuare calcoli di area e confronti con i rilievi successivi. Nel caso specifico i punti rilevati sul perimetro del canneto sono stati uniti tra loro generando una linea chiusa, successivamente trasformata in poligono. L'*output* finale è così costituito da un unico *shapefile*, contenente le geometrie di tutti i canneti monitorati e le relative caratteristiche (zona di ubicazione, data del rilievo e area del canneto).

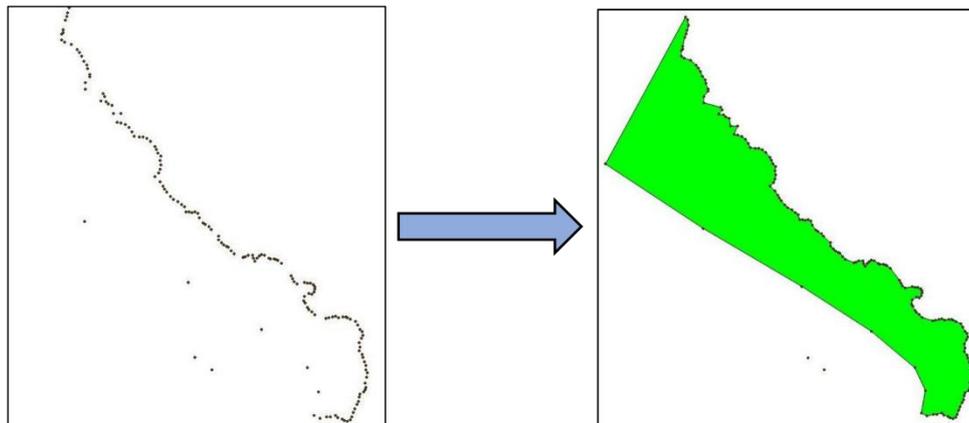


Figura 10 - Esempio di un risultato che deriva dall'elaborazione dei dati rilevati sul campo.



Figura 11 – Settaggio della strumentazione (base-rover) e rilievo dei capisaldi di riferimento.



Figura 12 - Rilievo dei punti GPS a piedi e da barca sul perimetro del canneto.

Al fine di definire i transetti sulla base dei punti rilevati in campo, per ogni area, è stato creato uno *shapefile* contenente geometrie lineari in cui ogni singola linea rappresenta un transetto. I transetti creati vengono quindi sovrapposti graficamente alle aree che rappresentano l'estensione dei canneti, create sulla base dei punti di controllo rilevati in ogni campagna di rilievo.

La misura della lunghezza dei transetti nelle aree a canneto, che rappresenta il risultato dell'analisi, viene ricavata tramite un'operazione di *overlay* tra lo *shapefile* che contiene i transetti e la cartografia sviluppata da ogni rilievo dei punti di controllo. Rimanendo inalterata la procedura di rilievo e georeferenziazione dei punti di controllo durante il periodo di sperimentazione, i transetti ricavati per ogni singola campagna di campionamento saranno perfettamente confrontabili tra loro, poiché deriveranno dal medesimo *shapefile*, in cui le singole linee avranno sempre la stessa posizione nello spazio.



Figura 13 - Esempio di mappa della zona di Fondo Toce in cui vengono mostrati i transetti individuati per le aree monitorate (ortofoto anno 2012).

Risultati del monitoraggio

Nella figura seguente sono rappresentati, per ogni area, l'ubicazione e il codice identificativo dei transetti individuati. Per quanto riguarda il SIC di Fondo Toce si ricorda che sono state monitorate due porzioni di canneto, indicate come "Fondo Toce - zona A" e "Fondo Toce - zona B" e per il SIC "Canneti di Dormelletto" tre porzioni, indicate come "Dormelletto - zona A", "Dormelletto - zona B", "Dormelletto - zona C", "Dormelletto - zona D" (Figura 14).

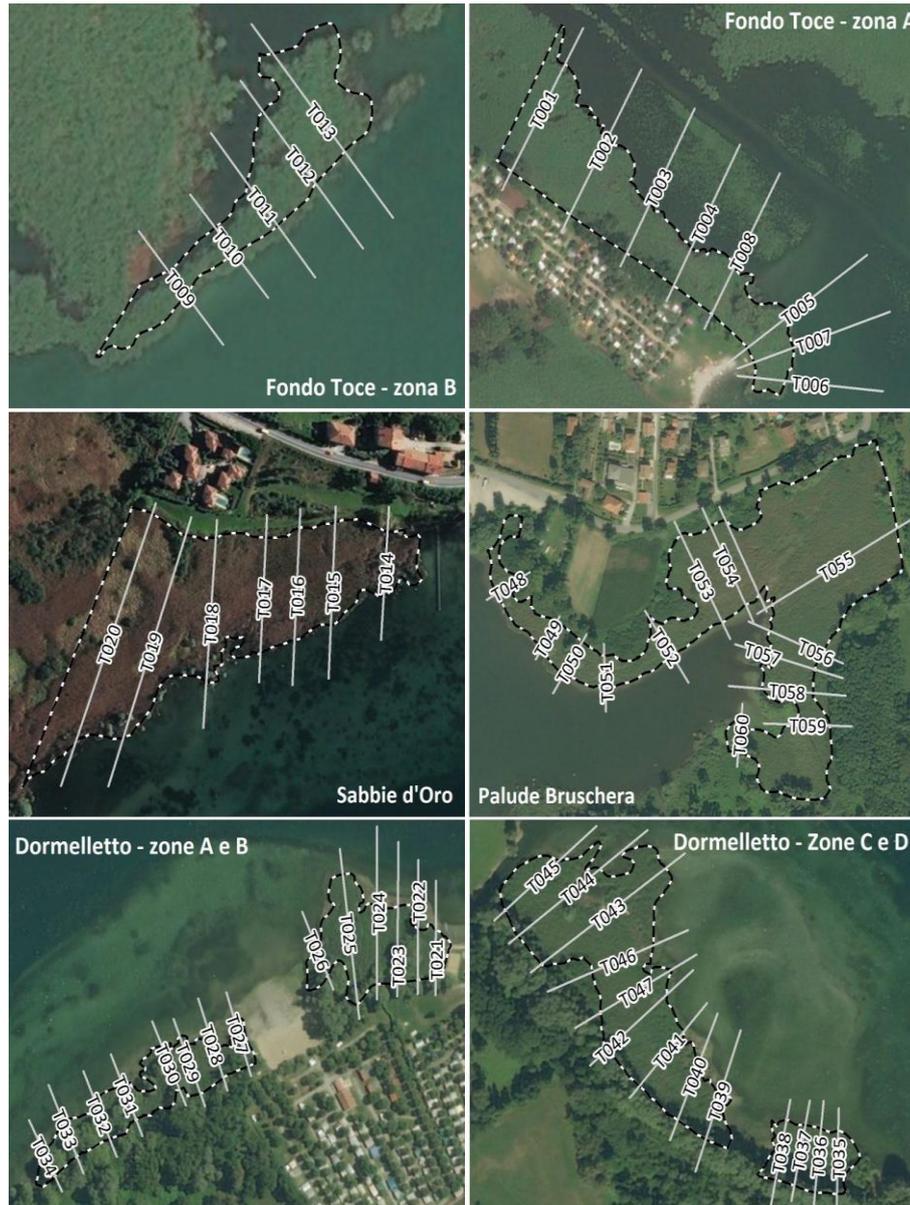


Figura 14 - Ubicazione e codice identificativo dei transetti individuati sulle singole aree di monitoraggio (ortofoto anno 2012).

Quindi note le coordinate xyz dei punti sul canneto è possibile avere una rappresentazione della morfologia della superficie terrestre (TIN - Triangulated Irregular Network - e raster).



Figura 15 -Rappresentazione dell'area ZSC "Palude Bruschera" e la relativa legenda

Il metodo ha permesso di raccogliere una quantità sufficiente ed esaustiva di dati da cui è stato possibile estrarre le informazioni necessarie per effettuare i confronti tra i dati.

Come mostra, a titolo esemplificativo, la Figura 15, i risultati relativi al momento dei rilievi per l'area ZSC "Palude Bruschera" mostrano che, quando i livelli idrometrici seguono la regola storica +1,00 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende, circa il 45 % del canneto è allagato, mentre per livelli idrometrici superiori a +1,25 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende circa il 70 % del canneto risulta allagato. Come mostrato anche nella Figura 16.



Figura 16 - Porzione di canneto sommersa per l'area ZSC "Palude Bruschera", espressa in termini percentuali rispetto a livelli idrometrici reali (durante la fase di sperimentazione: +1,25 m) e simulati (livelli che seguono la regola storica +1,00 m) nel 2018.

I risultati relativi all'intero periodo sperimentale mostrano che la percentuale di inondazione massima e la massima differenza tra livelli reali e livelli simulati è tra aprile e luglio.

Le principali criticità sono rappresentate dall'accessibilità di certe aree: la vegetazione estremamente fitta e il fondale poco consolidato rendono di fatto quasi inaccessibili certe aree localizzate sul retro dei canneti. A ciò si aggiunge che verso terra la copertura vegetale

risulta spesso piuttosto elevata, divenendo così d'ostacolo all'attrezzatura GPS che non risulta più in grado di garantire un'adeguata precisione sulla posizione.

2.5. Habitat di interesse comunitario e incidenze sugli habitat

I risultati riguarderanno gli indicatori **LM03 – Emersione dei litorali**, **LM04 – Perdita di habitat e incidenze sugli habitat** (comprendente due sotto-indicatori: LM04.a – Modificazione del popolamento a macrofite in transetti campione e LM04.b – Rilievo idromorfologico (Compilazione schede LHS) e **LM06 – Stato e trend degli habitat di interesse comunitario: 91E0, 3130, 3150, 3260, 3270, 6510, 9160 e 6410.**

2.5.1. LM03 – Emersione dei litorali

I fondali che emergono con bassi livelli lacustri sono ambienti colonizzati da specie vegetali specializzate a quelle condizioni effimere: i nanocipereti litoranei. Questi microhabitat igrofilo eterogenei, normalmente, sono soggetti a forti variazioni a livello stagionale e annuale; possono infatti scomparire facilmente e ripresentarsi anche a distanza di qualche anno, a patto che le condizioni micromorfologiche di base rimangano intatte ed il tempo d'emersione sia sufficientemente lungo. Tendenzialmente questo habitat raggiunge, a livello regionale, un'estensione territoriale piuttosto limitata e risulta piuttosto raro. L'importanza di questo habitat è data dal fatto che questo rappresenta uno spazio vitale per specie minacciate d'estinzione ed estremamente rare a Sud delle Alpi; ad esempio, risulta legato alla conservazione di specie anfibe rare, talvolta incluse nelle Liste rosse. Inoltre, nelle aree ad alta naturalità contribuisce anche a favorire un'avifauna più ricca.

Materiali e metodi

Come previsto nel programma di monitoraggio l'indicatore è applicato ai dati idrologici, con la raccolta dei dati relativi ai livelli idrometrici del Lago Maggiore, riferiti all'idrometro di Sesto Calende, e la valutazione del periodo in cui essi superano la soglia sopra la quale i litorali risulterebbero sommersi.

I dati relativi ai livelli idrometrici del lago sono stati ottenuti presso il Consorzio del Ticino, ente gestore dell'opera di regolazione del lago. Il valore soglia per l'indicatore risulta pari a 0.35 m rispetto allo zero idrometrico di Sesto Calende, tale valore è stato adottato sulla base di quanto riportato in progetti precedenti, come ad esempio i progetti Verbano e STRADA, secondo cui oltre questo valore i Nanocipereti litoranei risulterebbero sommersi dalle acque del lago.

La valutazione viene effettuata nella stagione primaverile e in quella tardo-estiva, poiché il periodo di sperimentazione è compreso tra il 15 marzo e il 15 settembre e il periodo di massima emersione dei litorali individuato dal 1 settembre al 31 marzo (come riportato nel Progetto STRADA). In questa analisi sono considerati esclusivamente i primi 16 giorni di sperimentazione (15 – 31 marzo) e le ultime due settimane (1 – 15 settembre).

La valutazione viene effettuata anche tramite il confronto dei livelli reali registrati per il periodo di sperimentazione con quelli simulati nel caso si fosse mantenuto il livello di regolazione a +1,00 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende. Questi dati vengono ricavati nell'ambito dell'attività del **Gruppo II**, il quale si occupa dell'**"Analisi del Modello di**

Calcolo per la previsione del livello idrometrico". Il risultato finale è rappresentato dal numero annuo di giorni in cui il livello del lago risulta superiore a 0.35 m sullo zero idrometrico riferito a Sesto Calende.

I risultati sono stati ottenuti mettendo in relazione la soglia oltre la quale i litorali risulterebbero sommersi rispetto sia ai reali livelli idrometrici del lago che a quelli simulati con soglia a +1,00 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende.

Risultati

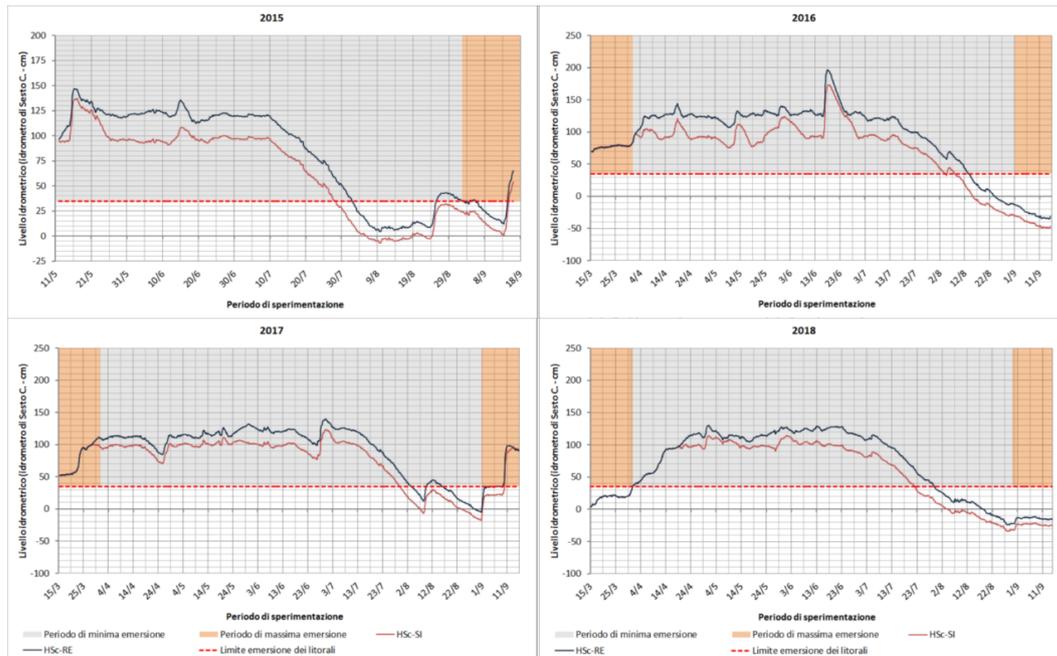


Figura 17 - Andamento dei livelli idrometrici del Lago Maggiore dal 2015 (in alto a sinistra) al 2018 (in basso a destra), in relazione al livello limite per la sommersione dei litorali (HSc - RE: livello reale misurato; HSc - SI: livello simulato).

In riferimento al primo triennio di sperimentazione è possibile fare alcune osservazioni:

- nel 2015 su 127 giorni totali di monitoraggio il livello idrometrico del lago è rimasto oltre i 35 cm sullo zero idrometrico di Sesto Calende per 92 giornate e, con riferimento al periodo di massima emersione del lago corrispondente alle due ultime settimane di sperimentazione (1- 15 settembre), si è assestato per 3 giorni al livello del limite di emersione;
- nel 2016 su 187 giorni totali di monitoraggio il livello idrometrico del lago è rimasto oltre i +35 cm sullo zero idrometrico di Sesto Calende per 152 giornate e, con riferimento al periodo di massima emersione del lago corrispondente alle due ultime settimane di sperimentazione (1- 15 settembre), i livelli del lago sono sempre risultati inferiori alla soglia di riferimento, il periodo di emersione si verifica circa dieci giorni dopo, dal 14 agosto;
- nel 2017 su 185 giorni totali di monitoraggio il livello idrometrico del lago è rimasto oltre i +35 cm sullo zero idrometrico di Sesto Calende per 156 giornate e, con riferimento al periodo di massima emersione del lago corrispondente alle due ultime settimane di sperimentazione (1- 15 settembre), i livelli del lago sono

risultati inferiori alla soglia di riferimento per 7 giorni su 15, il periodo di emersione avviene nella prima settimana di agosto risalendo però proprio a inizio settembre.

- Nel 2018, i livelli del lago sono stati superiori al limite di emersione dei litorali per 122 giorni a partire dal 29 luglio per i livelli reali e per 114 giorni per i livelli simulati a partire dal 21 luglio. In entrambi i casi, i livelli lacustri non hanno mai superato i livelli soglia nei periodi di massima emersione.

Nonostante i risultati mostrino che mediamente per l'80% del tempo il livello del lago sia superiore ai 35 cm sopra lo zero idrometrico (valore individuato come soglia massima per la sommersione dei litorali), è possibile ipotizzare che i nuovi livelli di gestione non portino drastici cambiamenti rispetto a quanto avviene con i livelli di gestione finora stabiliti. Il limite di concessione, precedente al periodo di sperimentazione è di +1,00 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende e quindi già ampiamente al di sopra del valore soglia di +35 cm individuato per la sommersione dei litorali. Inoltre, come riportato nel Progetto STRADA, l'emersione dei litorali risulta massima nel periodo compreso tra il 1° settembre e il 31 marzo, quindi in un periodo che è solo marginalmente compreso all'interno della fase di regolazione.

2.5.2. LM04 – Perdita di habitat e incidenze sull'habitat

Al fine di monitorare l'insorgenza di effetti di carattere negativo sullo stato di conservazione degli habitat di interesse presenti nelle aree della Rete Natura 2000, il programma di lavoro prevede di monitorare i cambiamenti in termini di biodiversità e di copertura vegetazionale delle coste.

L'attenzione è stata rivolta alla componente macrofita tipica degli habitat d'interesse (sotto-indicatore **LM04.a – Modificazione del popolamento a macrofite in transetti campione**), in quanto esistono dati pregressi e recenti di confronto. Nel 2012, infatti, sono stati svolti da ARPA Lombardia campionamenti lungo l'intera linea di costa del Lago Maggiore, nell'ambito del programma di monitoraggio "Ecomorfologia rive delle acque comuni" della Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo Svizzere (CIPAIS), applicando le linee guida APAT (Protocolli di campionamento - Metodi biologici per le acque - Parte I, 2007 e successive revisioni). È stato quindi individuato un insieme di transetti di campionamento, scelti anche tra quelli indagati nell'ambito del suddetto studio, dove ripetere i campionamenti nel corso degli anni della sperimentazione dei livelli lacustri primaverili ed estivi, in modo tale da valutare l'andamento nel tempo dell'indicatore "Perdita di habitat e incidenza sugli habitat".

I transetti ricadono all'interno dei seguenti siti di monitoraggio:

- SIC-ZPS IT1150004 "Canneti di Dormelletto"
- SIC-ZPS IT1140001 "Fondo Toce"
- ZPS IT2010502 "Canneti del Lago Maggiore"; all'interno delle varie aree della ZPS sono stati monitorati i seguenti siti:
 - ZSC IT2010017 "Palude Bozza Monvallina"

- ZSC IT2010021 "Sabbie d'Oro"
- ZSC IT2010015 "Palude Bruschera"

I transetti condotti nelle ZSC Palude Bozza Monvallina e Sabbie d'Oro sono stati considerati in un unico sito di monitoraggio in relazione alla loro prossimità e alle caratteristiche omogenee.

In corrispondenza degli stessi siti di monitoraggio, è stato effettuato anche un rilievo con lo scopo di osservare e valutare l'insorgenza di modifiche alle caratteristiche idromorfologiche lacustri (sotto-indicatore **LM04.b – Compilazione schede LHS**).

LM04.a – Modificazione del popolamento di macrofite in transetti campione

Il fine ultimo di questo indicatore è quello di valutare eventuali cambiamenti in termini di biodiversità e di copertura vegetazionale delle coste nelle aree di maggior pregio naturalistico (Natura 2000 e aree protette) durante il periodo di sperimentazione.

Materiali e metodi

Secondo quanto stabilito nel Programma di monitoraggio, si è proceduto al rilievo della vegetazione macrofita lacustre (muschi, epatiche, pteridofite, angiosperme erbacee e alghe macroscopiche appartenenti al gruppo delle Characeae). Il metodo di campionamento (ISPRA 2014) prevede una fase preliminare di raccolta di tutte le informazioni utili nell'indirizzare il successivo rilievo dei dati in campo (Figura 18), da effettuarsi all'interno dei quattro siti individuati (Palude Bruschera, Canneti di Dormelletto, Fondo Toce e Palude Bozza Monvallina); in particolare, in ognuno dei quattro siti è stato scelto un numero variabile di transetti (4 in Palude Bruschera e Canneti di Dormelletto, 6 a Fondo Toce e 2 in Palude Bozza Monvallina) nei quali effettuare, per ogni intervallo di profondità, il campionamento delle macrofite acquatiche.

Il rilievo della vegetazione è stato eseguito da barca con l'ausilio di un batiscopio e, in caso di ridotta visibilità (solitamente oltre i 3-4 m di profondità), di un rampino; inoltre, per ogni transetto sono state rilevate le caratteristiche della zona di costa a ridosso del sito e la tipologia del substrato del fondale lacustre.

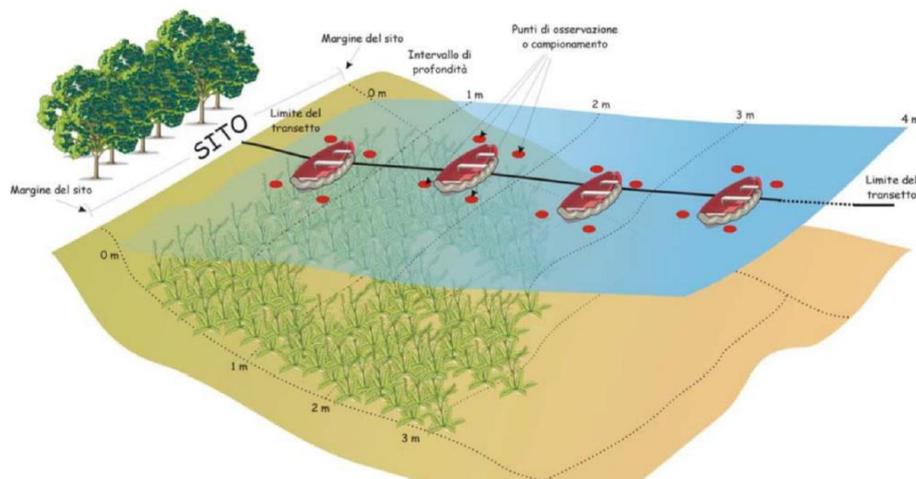


Figura 18 – Schema della metodologia di campionamento.



Figura 19 – Esempi di impiego del batiscopio e rampino.

La fase di raccolta dati è stata seguita dal calcolo del valore dell'abbondanza relativa, secondo la scala di Kohler, di ciascuna specie all'interno degli intervalli di profondità (individuati sulla base della presenza/assenza del *taxon*) e dal calcolo, per ciascuna specie rinvenuta lungo il transetto, del valore medio di abbondanza.

Tabella 3 - Scala delle abbondanze di Kohler

Valore	Abbondanza della specie	Descrizione
1	Molto rara	Presenza di 1 - 5 piante
2	Rara	Presenza di 6 - 10 piante
3	Comune	Deve essere ritrovata senza una ricerca dedicata appositamente
4	Frequente	Frequente ma non in massa con zone estese in cui è assente
5	Molto frequente	Dominante con una copertura oltre il 50%

Risultati

Il monitoraggio ha avuto luogo dal 2016 al 2018 nei 4 siti in esame: Palude Bruschera, Canneti di Dormelletto, Fondo Toce e Palude Bozza Monvallina.

Tabella 4 - Tabella riassuntiva delle diverse specie monitorate nei siti in oggetto per gli anni 2016, 2017 e 2018.

	<i>Najas marina</i>	<i>Elodea nuttallii</i>	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	<i>Valisneria spiralis</i>	<i>Zannichellia palustris</i>	<i>Nitelle flexilis</i>	<i>Najas minor</i>	<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Ranunculus trichophyllus</i>	<i>Myriophyllum spicatum</i>	<i>Potamogeton trichoides</i>	<i>Potamogeton crispus</i>	<i>Potamogeton pusillus</i>	TOTALE SPECIE		
															2016	2017	2018
Palude Bruschera	■	■	■	■	■			■							5	6	6
Canneti di Dormelletto	■	■	■	■	■	■			■		■	■			7	8	9
Fondo Toce	■	■	■	■	■			■		■	■	■			5	7	8
Palude Bozza Monvallina	■	■	■	■	■			■					■	■	5	6	8
Legenda	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> ■ 2016 ■ 2017 ■ 2018 </div>																

Nel 2016 sono 10 le specie censite: *Najas marina*, *Elodea nuttallii*, *Potamogeton perfoliatus*, *Valisneria spiralis*, *Zannichellia palustris*, *Nitelle flexilis*, *Najas minor*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus* e *Ranunculus trichophyllus* (Tabella 4).

Nel 2017 le specie censite sono state 11: alle specie già censite nel 2016 si aggiunge *Myriophyllum spicatum* (Tabella 4).

Nel 2018 le specie censite sono 14: a quelle già censite nel 2016 e nel 2017 si aggiungono *Potamogeton crispus*, *Potamogeton pusillus* e *Potamogeton trichoides* (Tabella 4).

Seppure Canneti di Dormelletto sia il sito più ricco in termini di specie (7 specie monitorate nel 2016, 8 nel 2017 e 9 nel 2018) la ricchezza specifica è risultata simile nei vari siti.

La maggior parte delle specie monitorate nei diversi siti negli anni di monitoraggio appartengono alle Spermatophyta, queste possono essere suddivise in due gruppi: quelle completamente sommerse all'interno della massa d'acqua, mai o non emergenti, ancorate al substrato tramite radici oppure rizoidi (sommerse radicate) e quelle con forma di crescita infracquatica (specie le cui strutture trofiche non sono mai emergenti e che vivono completamente sommerse, includendo anche forme prive di apparato radicale). In entrambi gli anni la forma di crescita più rappresentativa è risultata quella delle sommerse radicate; come suggerito da Oggioni (2010), ciò starebbe ad indicare il persistere nel bacino lacustre di condizioni di trasparenza tali da poter supportare una popolazione di macrofite subacquee. Solitamente, infatti, in condizioni di stress luminoso o di forte eutrofizzazione dove l'acqua è ricca di particelle e organismi viventi in sospensione (soprattutto fitoplancton), la trasparenza è minima e le prime piante a scomparire sono proprio le sommerse. Indice numerico diretto di questa condizione è la massima profondità di crescita, che ha raggiunto i 7 m. Per quel che riguarda densità e distribuzione nei vari siti le specie presentano una differente copertura complessiva (solo parzialmente confrontabile con i dati disponibili in bibliografia). Nel 2016 *Najas marina* è risultata essere la più abbondante e comune, seguita da *Elodea nuttallii*, *Potamogeton perfoliatus* (anch'esse presenti in tutti i siti) e *Zannichellia palustris* (rinvenuta solo a Palude Bruschera e Canneti di Dormelletto); *Nitella flexilis*, *Ceratophyllum demersum*, *Najas minor*, *Ranunculus trichophyllus* e *Potamogeton pectinatus* presentano, invece, abbondanze nettamente inferiori e popolazioni localizzate. Un discorso a parte va fatto per *Valisneria spiralis* che, pur essendo stata individuata in 3 siti, mostra densità molto basse. Nel 2017

Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po

Elodea nuttallii è risultata essere mediamente la più abbondante (anche se completamente assente a Fondo Toce), seguita da *Najas marina*, *Zannichellia palustris* e *Potamogeton perfoliatus* (rinvenute invece in tutti i siti); *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus*, *Nitella flexilis*, *Najas minor* e *Ranunculus trichophyllus* presentano, invece, abbondanze nettamente inferiori e popolazioni localizzate. Un discorso a parte si può fare per *Vallisneria spiralis* e *Myriophyllum spicatum* che, pur essendo state campionate in 3 siti, mostrano densità molto basse. Nel 2018 *Najas marina* è la specie mediamente più abbondante seguita da *Elodea nuttallii*, *Potamogeton perfoliatus* e *Zannichellia palustris*. *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum spicatum*, *Nitella flexilis*, *Najas minor*, *Ranunculus trichophyllus*, e le tre specie identificate solo per l'anno 2018 *Potamogeton tricoides*, *Potamogeton crispus* e *Potamogeton pusillus*, presentano abbondanze nettamente inferiori (Tabella 5).

Tabella 5 – Densità e distribuzione delle diverse specie nei siti di interesse per gli anni 2016, 2017 e 2018

	<i>Najas marina</i>	<i>Elodea nuttallii</i>	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	<i>Vallisneria spiralis</i>	<i>Zannichellia palustris</i>	<i>Nitella flexilis</i>	<i>Najas minor</i>	<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Ranunculus trichophyllus</i>	<i>Myriophyllum spicatum</i>	<i>Potamogeton tricoides</i>	<i>Potamogeton crispus</i>	<i>Potamogeton pusillus</i>
2016														
Media	0.9	1.1	0.4	0.6	0.2	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Dev St	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.1	0.2	0.0	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0
2017														
Media	1.7	1.5	0.9	0.7	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Dev St	1.1	1.1	0.6	0.6	0.5	0.3	0.4	0.2	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
2018														
Media	1.4	1.7	1.0	1.3	0.3	0.3	0.5	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0
Dev St	1.0	0.7	0.4	0.9	0.4	0.3	0.8	0.2	0.1	0.2	0.0	0.3	0.3	0.0

Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po

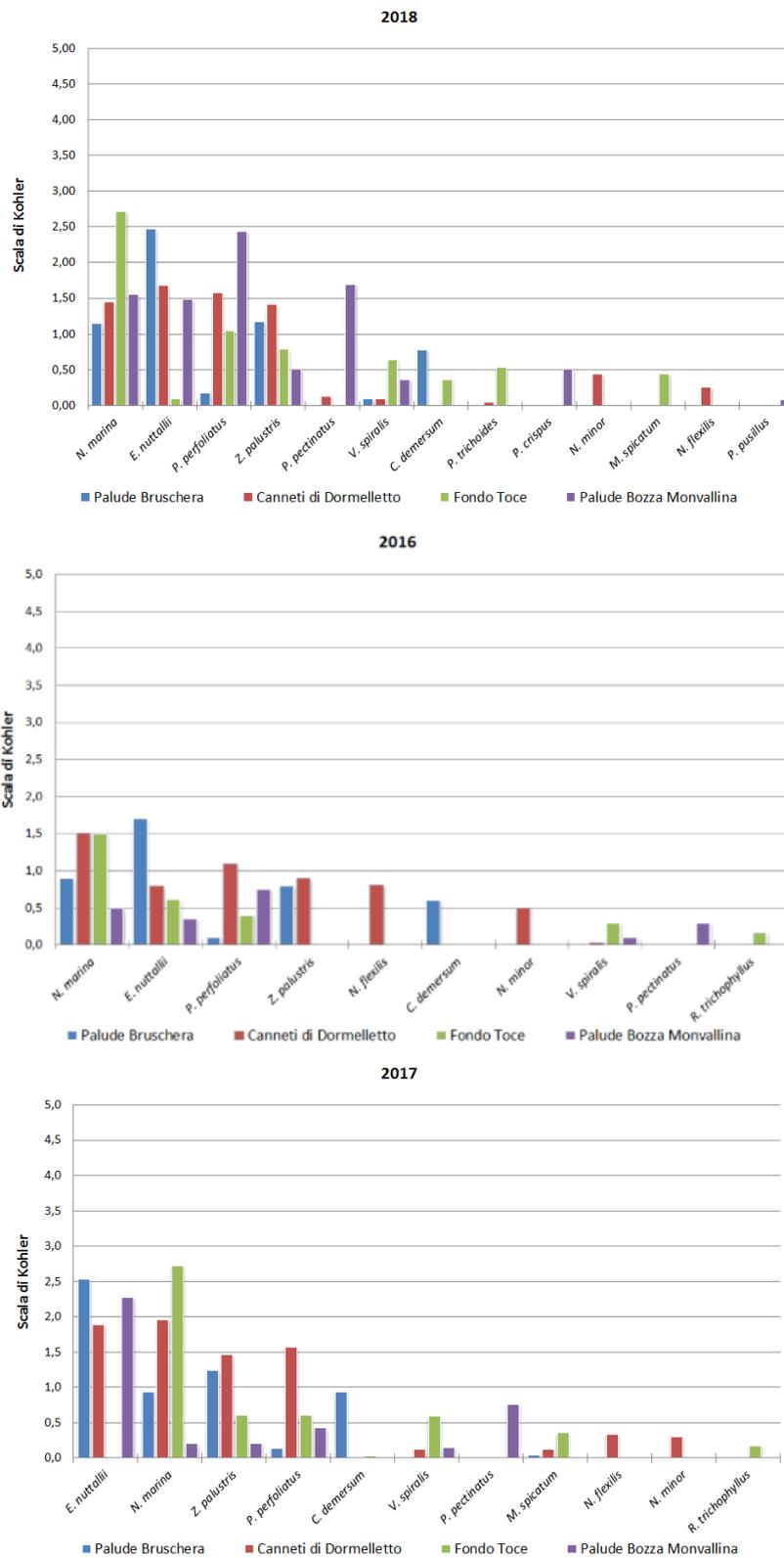


Figura 20 - Confronto tra le distribuzioni, nei diversi siti, delle abbondanze medie di ogni specie per gli anni 2016, 2017 e 2018.

In sintesi, i risultati ottenuti mostrano un aumento progressivo della ricchezza in specie sia a livello del singolo sito che in linea generale negli anni (Figura 20); un'omogeneità nella distribuzione tassonomica; buone condizioni di trasparenza delle acque, mostrata anche da una profondità massima di presenza delle macrofite costante nei diversi anni (circa 7 m) e abbondanze mediamente più elevate negli anni successivi al 2016; una distribuzione verticale che descrive un andamento di tipo gaussiano con coperture ridotte nel primo metro di profondità, che aumentano giungendo ai 2 metri, per poi iniziare nuovamente a decrescere con la diminuzione dell'irraggiamento solare. Tutto quanto mostrato fin'ora per questo indicatore indica che non vi sia nessuna relazione diretta con la modifica dei livelli estivi generati dalla sperimentazione.

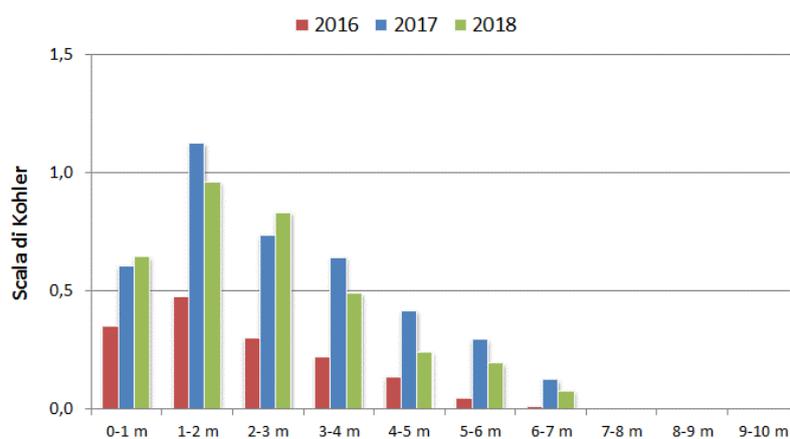


Figura 21 - Confronto tra la distribuzione delle abbondanze medie delle specie in relazione alla profondità.

Descrizione delle specie



NAJAS MARINA L.

Idrofita erbacea perenne (ha carattere annuale solamente ai Tropici) di acque stagnanti o a debole corrente, con radici che la ancorano sul fondo (sommersa radicata), cosmopolita. Predilige acque limpide di paludi e canneti, e mostra una preferenza per le aree riparate. Cresce tipicamente a profondità comprese tra 0,5 e 1,5 m, spesso in acque lievemente salmastre. È una pianta che prospera ad una temperatura di 15°-20°C, cresce molto bene in acque alcaline ricche di carbonati e necessita di molta luce. Rispetto a *Najas minor*, preferisce acque più fredde e profonde, meso-eutrofiche, a fondo sabbioso o ghiaioso, meglio se con presenza di detriti vegetali.



ELODEA NUTTALLII (PLANCH.) H.ST.JOHN

Idrofita erbacea perenne dall'ampia tolleranza ecologica con radici che la ancorano sul fondo (sommersa radicata), originaria del Nord America. Cresce in acque stagnanti o a lento corso, a volte anche in acqua leggermente salmastra. Sopravvive all'inverno con turioni invernali che si estendono sul fondo; questi formano nuovi germogli in primavera che si diramano sulla superficie dell'acqua. È una pianta d'acqua fredda che prospera ad una temperatura di 15°-20°C (temporaneamente può sopportare sino a 28°C), cresce molto bene in acque alcaline ricche di carbonati e necessita di molta luce. La specie si adatta a tutti i substrati, anche se con qualche preferenza per fondali ciottoloso-sabbiosi, sabbioso-limosi. Rispetto alle altre macrofite campionate, l'*optimum* di crescita appare spostato più in profondità.



POTAMOGETON PERFOLIATUS L.

Idrofita erbacea perenne dall'ampia tolleranza ecologica (acque da stagnanti a correnti, da oligotrofe a eutrofe) con radici che la ancorano sul fondo (sommersa radicata), subcosmopolita; il suo ritrovamento esclusivo può essere indice di carico organico. Le piante più vigorose solitamente crescono oltre 1 m di profondità; la specie, infatti, non tollera ripetuti periodi di disseccamento. Non è particolarmente sensibile alla composizione chimica dell'acqua a condizione che rimanga abbastanza limpida e non sia troppo povera in basi. Tuttavia, ad alte concentrazioni di nutrienti è vulnerabile all'ombreggiamento causato da fitoplancton, alghe epifite e alghe filamentose. Può anche crescere in acque salmastre o estuari; tuttavia, le concentrazioni di sali elevate hanno un effetto negativo sulla crescita e la fioritura. Uccelli acquatici, pesci e insetti possono essere importanti brucatori di questa specie, riducendone fortemente la biomassa o addirittura estinguendola localmente. In primavera è in grado di ricrescere dal rizoma. Non manifesta particolare predilezione per specifici substrati, pur preferendo quelli più fini almeno nelle prime fasi del ciclo vitale.



ZANNICHELLIA PALUSTRIS L.

Idrofita erbacea perenne di acque lente o stagnanti con radici che la ancorano sul fondo (sommersa radicata), cosmopolita; il suo ritrovamento esclusivo può essere indice di carico organico. In Europa, la specie si trova in corpi idrici di vario tipo (se con una buona trasparenza), anche salmastri, soprattutto da mesotrofici a eutrofici; il pH dell'acqua può variare da leggermente acido ad alcalino. E' un *taxa* generalista che cresce su tutte le tipologie di substrato, anche se con qualche preferenza per terreni sabbioso-limosi ricchi in detrito vegetale decomposto. Forse a causa delle sue piccole dimensioni e del rizoma sottile ed articolato in grado di insinuarsi ovunque, questo *taxa* colonizza bene le acque basse, anche se disturbate.



VALLISNERIA SPIRALIS L.

Idrofita erbacea perenne dall'ampia tolleranza ecologica con radici che la ancorano sul fondo (sommersa radicata), cosmopolita. Cresce tipicamente in acque oligo-mesotrofiche (pur essendo stata trovata anche in acque eutrofiche), ferme o a debole corrente come canali, fossi, fiumi e laghi; preferisce una buona illuminazione. Molto spesso si propaga tramite stoloni che possono anche portare a popolazioni molto fitte. Nel monitoraggio delle componenti biologiche del Lago Maggiore (Gomarasca e Roella, 2012) le popolazioni di questa specie sono state trovate diffuse su tutti i substrati, anche se preferibilmente in aree ghiaiose con grossi massi. L'ipotesi è che i massi possano fungere da riparo per le piccole piante in via di sviluppo. Un'interpretazione alternativa potrebbe legare i massi alle aree con sponde ripide; in effetti *Vallisneria* è una delle poche specie in grado di colonizzare, sebbene puntualmente, questo tipo di costa.



NITELLA FLEXILIS (L.) C. AGARDH

Alga macrofita appartenente al gruppo delle Caroficee. Specie di grandi laghi, si adatta anche a biotopi reofili (ruscelli e piccoli fiumi); in Italia è segnalata anche in stagni, fossati e risaie. Solitamente cresce in acque profonde o in zone ombreggiate. Sembra essere abbastanza generalista nel confronto del substrato anche se con qualche preferenza per fondali limoso-ciottolosi.



ERATOPHYLLUM DEMERSUM L.

Idrofita erbacea perenne di acque eutrofiche stagnanti o dal corso molto lento, galleggiante sotto il livello dell'acqua, senza radici differenziate (infracquatica), subcosmopolita; il suo ritrovamento esclusivo può essere indice di carico organico. Preferisce acque leggermente alcaline, con temperatura sino a 30°C e moderata illuminazione. Occasionalmente può essere trovata anche in acqua salmastra. Può formare foglie modificate, che utilizza per incrementare l'assunzione di nutrienti ed ancorarsi al substrato, preferibilmente sabbioso o limoso (pur essendo stata rinvenuta anche su fondali ghiaiosi e ciottoli).

Rispetto alla maggior parte delle piante acquatiche, è meno sensibile all'ombreggiatura; è inoltre in grado di tollerare una torbidità non eccessiva. È una specie che risulta essere molto competitiva a certe profondità divenendo, in alcuni casi, la pianta dominante nella fascia vegetazionale più profonda; è inoltre in grado di secernere sostanze che inibiscono la crescita di fitoplancton e cianobatteri.



NAJAS MINOR ALL.

Idrofita erbacea perenne delle acque stagnanti o a debole corrente con radici che la ancorano sul fondo (sommersa radicata), paleotemperata e subtropicale. Preferisce acque calme come stagni, laghi e bacini, ma può crescere anche in torrenti e fiumi, con fondale sabbioso, limoso o fangoso. Predilige ambienti alcalini con livelli di pH tra 6,0 e 9,0 ed un valore ottimale di circa 7. Cresce a profondità fino a 5 metri, con un optimum tra 0,5 e 2 metri, risultando apparentemente meno sensibile ai disturbi legati alle variazioni di livello. Può vivere anche in acque salmastre. Rispetto a *Najas marina* e, in generale, alle altre specie del genere, tollera acque più calde, torbide ed eutrofiche.



***POTAMOGETON PECTINATUS* L.**

Idrofita erbacea perenne delle acque stagnanti o a debole corrente con radici che la ancorano sul fondo (sommersa radicata), subcosmopolita; il suo ritrovamento esclusivo può essere indice di carico organico. Le preferenze sono pieno sole, acque limpide alcaline, calcaree e poco profonde e un fondale fangoso, ma si adatta a condizioni differenti, compresa l'acqua salmastra.



***RANUNCULUS TRICHOPHYLLUS* CHAIX**

Idrofita erbacea perenne delle acque stagnanti o a debole corrente con radici che la ancorano sul fondo (sommersa radicata), europea. Specie presente nelle acque oligotrofiche, poco profonde, stagnanti o con bassa corrente, si ritrova presso rive ed alvei di laghi, stagni, fiumi e corsi d'acqua minori, canali, fossi.

Vegeta nei piani basale, collinare e montano.



***MYRIOPHYLLUM SPICATUM* L.**

Idrofita erbacea perenne di acque stagnanti o lentamente fluenti, con radici che la ancorano sul fondo (sommersa radicata), cosmopolita; il suo ritrovamento esclusivo può essere indice di carico organico. Specie euriecia e generalista presente in acque meso-eutrofe, molto alcaline e calcaree (anche torbide) e con un *range* di temperature da sotto zero fino a circa 32 °C. Predilige un substrato da fini a grossolano con un contenuto di sostanza organica compreso tra 10 e 25% del peso secco. Ha la possibilità di svilupparsi a riva su substrato fangoso molto umido o di resistere a periodi di secca producendo fusti e foglie resistenti in ambiente subaereo.



***POTAMOGETON CRISPUS* L.**

Idrofita radicante. Specie eurasiatica oggi diventata subcosmopolita. Cresce in acque ferme o lentamente fluenti da pulite a relativamente inquinate. Il nome specifico allude all'aspetto fortemente ondulato delle foglie.



POTAMOGETON PUSILLUS L.

Idrofila radicante, è una specie subcosmopolita presente in tutte le regioni d'Italia salvo che in Puglia, Basilicata e Campania. Cresce in stagni, canali e fossi, in acque limpide meso-eutrofiche, dal livello del mare alla fascia montana (raramente anche più in alto). Il nome specifico, che in latino significa 'piccolo', allude alle piccole dimensioni della pianta.



POTAMOGETON TRICHOIDES

Idrofita radicante, è una specie a distribuzione submediterraneo-subatlantica presente in molte regioni d'Italia, da quelle settentrionali (escluse Liguria, Val d'Aosta e forse Trentino-Alto Adige) alla Sicilia. Nel territorio euganeo si trova nelle aree pianeggianti meridionali, attorno a Cinto Euganeo e Arquà Petrarca. Cresce sommersa in stagni e fossati con acque limpide mesotrofe, dal livello del mare alla fascia montana inferiore.

LM04.b - Rilievo morfologico

L'obiettivo nella stima di questo indice è quello di valutare l'insorgenza di eventuali modifiche alle condizioni idromorfologiche delle aree spondali e litorali lacustri in corrispondenza delle aree di maggior pregio naturalistico (Rete Natura 2000 e aree protette) durante il periodo di sperimentazione. Per il rilievo dei parametri utili al monitoraggio si è proceduto alla compilazione delle schede previste nel metodo LHS senza applicare l'indice, poiché quest'ultimo può essere riferito unicamente all'intera superficie lacustre, mentre il monitoraggio previsto nel presente programma è riferito solo a quattro aree come da accordi con gli enti gestori delle aree protette del lago. L'utilizzo delle schede è stato scelto unicamente per avere dati uniformi, confrontabili e ripetibili.

Materiali e metodi

Si è proceduto alla compilazione delle sezioni 1 e 2 della scheda di rilevamento. Il metodo (SNIFFER, 2006)

prevede una fase iniziale di raccolta di informazioni generali relative al lago e al suo bacino imbrifero necessarie alla compilazione della sezione 1 della scheda. A questa prima fase sono seguiti i rilievi in campo, effettuati da barca, in corrispondenza dei 4 siti già individuati per il campionamento delle macrofite (indice LM04.a); in particolare, in ognuno di essi è stato scelto un punto (*Hab-Plot*) in cui raccogliere una serie di informazioni specifiche da registrare nella sezione 2 della scheda:

- zona riparia (per esempio tipo di vegetazione o uso del suolo, caratteristiche del bank-top, presenza di affluenti);

- zona di riva esposta costituita dalla sponda e dall'eventuale presenza di spiaggia (altezza della sponda, materiale di cui è composta, copertura vegetale, larghezza e caratteristiche della spiaggia e presenza di alterazioni);
- zona litorale (substrato, presenza di detriti, di vegetazione sporgente sull'acqua, presenza di piante acquatiche);
- pressioni antropiche nel raggio di 50 m rispetto al punto di osservazione.

Le immagini seguenti rappresentano la localizzazione degli *Hab-Plot* all'interno delle quattro aree.

Risultati

Il monitoraggio delle modifiche alle caratteristiche idromorfologiche lacustri tramite il rilievo dei parametri idromorfologici non ha rivelato particolari criticità (Figura 22). Il confronto con i dati più recenti disponibili (ARPA Lombardia, 2011) non ha evidenziato differenze apprezzabili.



Figura 22 - Le quattro aree oggetto delle attività di monitoraggio delle modifiche alle caratteristiche idromorfologiche lacustri.

LM06 – Stato e trend degli habitat di interesse comunitario: 91E0, 3130, 3150, 3260, 3270, 6510, 9160 e 6410

L'indicatore permette di caratterizzare gli habitat di interesse comunitario e, quindi, di osservare ed eventualmente valutare l'insorgere di modifiche allo stato di conservazione durante il periodo di sperimentazione.

Il sito su cui è stato applicato il monitoraggio è stato quello di Fondo Toce. La ragione risiede nel fatto che, al momento della stesura del Programma di monitoraggio e dell'applicazione delle sue fasi esecutive, questo fosse l'unico dotato di Piano di Gestione e

presentasse una corretta mappatura degli habitat che rendesse così coerente e confrontabile l'attività pratica di monitoraggio.

Materiali e metodi

Il programma di monitoraggio prevede di effettuare la raccolta dati per due volte l'anno, in corrispondenza di siti di controllo georeferenziati. I periodi previsti per il monitoraggio sono inizio e fine estate.

La raccolta dati avviene in maniera analoga a quanto specificato per l'indicatore LM02.b: durante le uscite sul campo vengono acquisiti dei punti GPS tramite cui sarà possibile ricostruire le aree degli habitat di interesse. I rilievi topografici sono stati dunque eseguiti con lo strumento Topcon Hiper V, utilizzato esclusivamente come *rover*. L'acquisizione dei punti GPS è dunque avvenuta tramite il metodo RTK (Real Time Kinematic): la metodologia prevede che il rover si connetta ad una rete di stazioni fisse chiamata "NatGeo" e da cui riceve in tempo reale le correzioni della posizione. La comunicazione avviene grazie ad una connessione internet alla rete NatGeo, tramite segnale GSM/GPRS. Per ogni rilievo sono stati acquisiti un caposaldo di riferimento (Figura 23), con lo scopo di poter confrontare i rilievi che verranno in futuro eseguiti, e i punti GPS sul limite delle aree degli habitat. Nel caso specifico il caposaldo di riferimento è ubicato in località Feriolo, sul lungolago, in prossimità della spiaggia localizzata in Via Repubblica dell'Ossola, ed è costituito da un chiodo GPS preesistente.

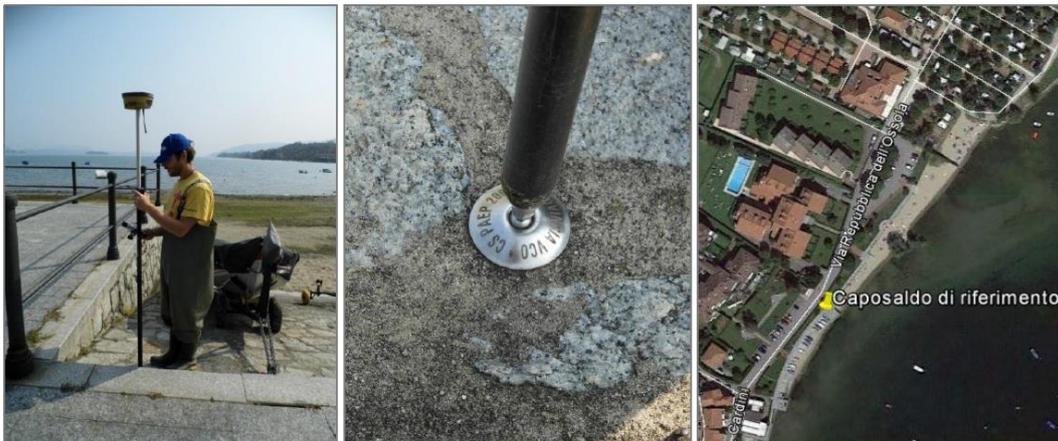


Figura 23 – Localizzazione del caposaldo di riferimento per i rilievi degli habitat.

Risultati

Habitat 3150 – Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnopotamion* o *Hydrocharition*

L'habitat 3150, secondo il Manuale Italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE, è costituito da laghi o paludi con acqua stagnanti di colore grigiastro, blu-verde, solitamente torbide, ricche in basi e con la presenza di vegetazione dulciacquicola idrofita azonale, sommersa o natante, flottante o radicante, ad ampia distribuzione, riferibile alle classi Lemnatea e Potametea. La comunità fisionomica di riferimento è costituita da associazioni vegetali paucispecifiche in cui si ha la dominanza di 1 o 2 specie, accompagnate da poche sporadiche compagne. Tra le specie guida per l'habitat è stata individuata *Potamogeton perfoliatus* (tab 000). Durante le campagne di monitoraggio sono

Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po

state identificate anche le specie *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Najas marina*, *Vallisneria spiralis* e *Trapa natans*. Tra le specie individuate si annoverano anche due specie esotiche: *Elodea nuttallii* e *Lemna minuta*.

Tabella 6 - Resoconto delle specie osservate nel 2016, 2017 e 2018 per l'habitat 3150.

Habitat 3150 - Laghi eutrofici naturali	
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Specie guida per l'habitat
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Specie accessorie
<i>Myriophyllum spicatum</i>	
<i>Najas marina</i>	
<i>Vallisneria spiralis</i>	
<i>Trapa natans</i>	
<i>Elodea nuttallii</i> (esotica)	Altre specie
<i>Lemna minuta</i> (esotica)	



Figura 24 - Panoramica dell'habitat 3150 Fondo Toce.



Figura 25 - Dettagli dell'habitat 3150: a) dettaglio di *Trapa natans*; b) particolari di *Potamogeton perfoliatus*; c) particolari di *lemna minuta*.

Le prossime figure (da Figura 26 a Figura 28) mostrano l'estensione dell'habitat durante le campagne di monitoraggio.



Figura 26 – Habitat 3150 rilevato durante i campionamenti di agosto (sopra) e settembre (sotto) 2016.



Figura 27 – Habitat 3150 rilevato a luglio e settembre 2017, entrambi i periodi presentavano la stessa estensione di habitat.



Figura 28 – Habitat 3150 rilevato durante i campionamenti di agosto (sopra) e settembre (sotto) 2018.

Da questa analisi si evidenzia un rapporto diretto fra l'aumento dei livelli lacustri e l'estensione dell'habitat 3150, così come mostrato nella Tabella 7 seguente.

Tabella 7 - Confronto tra l'area di estensione dell'habitat 3150 (ha) e i livelli del lago per i diversi anni di campionamento, dal 2016 al 2018.

	Metà estate		Fine estate	
	Area	Livello	Area	Livello
2016	8.25 ha	+59 cm	2.64 ha	-21 cm
2017	8.25 ha	+122.6 cm	8.25 ha	+96.4 cm
2018	8.10 ha	+45.7 cm	2.17 ha	-14.5 cm

Habitat 3130 – Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei Littorelletea uniflorae e/o degli Isoeto – Nanojuncetea.

L'habitat 3130, secondo il Manuale Italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE, è rappresentato da una componente vegetazionale costituita da comunità anfibe di piccola taglia sia perenni, sia annuali pioniere (attribuibili rispettivamente all'ordine *Littorelletalia uniflorae* e *Nanocyperetalia fuscii*). Queste comunità colonizzano le fasce litorali di laghi e pozze con acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, su substrati poveri di nutrienti o fondali melmosi periodicamente emersi. I Piani bioclimatiche in cui rientrano sono quelle Meso-, Supra- e Oro-Temperato. Le due tipologie possono presentarsi anche separatamente.

Tabella 8 - Elenco delle specie osservate durante i campionamenti per l'habitat 3130.

Habitat 3130 - Nanocipereti	
Substrato fangoso	
<i>Eleocharis acicularis</i>	Specie guida per l'habitat
<i>Cyperus fuscus</i>	
<i>Cyperus michelianus</i>	
<i>Ludwigia palustris</i>	Specie accessoria
<i>Lindernia dubia</i> specie esotica, dominante su	Altre specie non caratterizzanti l'habitat 3130
<i>Cyperus glomeratus</i>	
<i>Poligonum lapathifolium</i>	
<i>Rorippa amphibia</i>	
<i>Rorippa palustris</i>	
Substrato sabbioso	
<i>Eleocharis acicularis</i>	Specie guida per l'habitat (dominante su substrato sabbioso)
<i>Cyperus fuscus</i>	Specie guida
<i>Cyperus flavescens</i>	
<i>Cyperus michelianus</i>	
<i>Eleocharis palustris</i>	Altre specie non caratterizzanti l'habitat 3130
<i>Ranunculus reptans</i>	
Canneti	
<i>Eleocharis acicularis</i>	Specie guida per l'habitat (dominante tra i
<i>Littorella uniflora</i>	Specie guida
<i>Ranunculus reptans</i>	Altre specie non caratterizzanti l'habitat 3130
<i>Gratiola officinalis</i>	

Le specie identificate durante le campagne di monitoraggio sono state raggruppate in base alla tipologia di tre diverse tipologie di substrato (Tabella 8): fangoso, sabbioso e canneti. Su substrato fangoso sono state identificate le specie guida per l'habitat *Eleocharis acicularis*, *Cyperus fuscus* e *Cyperus michelianus*; una specie accessoria *Ludwigia palustris*; e specie non caratterizzanti l'habitat quali *Lindernia dubia*, specie esotica dominante su substrato fangoso, *Cyperus glomeratus*, *Polygonum lapathifolium*, *Rorippa amphibia*. Su substrato sabbioso è stata identificata la specie guida per l'habitat *Eleocharis acicularis*, dominante su substrato sabbioso, e altre specie guida quali: *Cyperus fuscus*, *Cyperus flavescens*, *Cyperus michelianus*; sono state, inoltre, identificate altre due specie non caratterizzanti l'habitat, *Elocharis palustris* e *Ranunculus reptans*. Fra i canneti la specie guida per l'habitat individuata è *Elocharis acicularis* che è dominante, e un'altra specie guida *Littorella uniflora*; sono state individuate *Ranunculus reptans* e *Gratiola officinalis* come specie non caratterizzanti l'habitat.



Figura 29 - Specie guida dell'habitat 3130 *Cyperus fuscus* e *Elocharis acicularis* a sinistra e *Cyperus flavescens* a destra.



Figura 30 - *Cyperus michelianus*, annoverato tra le specie guida dell'habitat 3130.



Figura 31 - Particolari di *Cyperus fuscus* (sinistra) e di *Cyperus glomeratus* (destra).



Figura 32 - Particolari di *Lindernia dubia* (sinistra) e *Ludwigia palustris* (destra).



Figura 33 - A sinistra *Polygonum lapathifolium* circondato da *Lindernia dubia*; a destra un particolare di *Rorippa amphibia*.



Figura 34 - Particolari di *Gratiola officinalis* (sinistra) e *Rorippa palustris* (destra).

Di seguito viene riportata la mappatura dell'habitat 3130 nei diversi anni di campionamento.

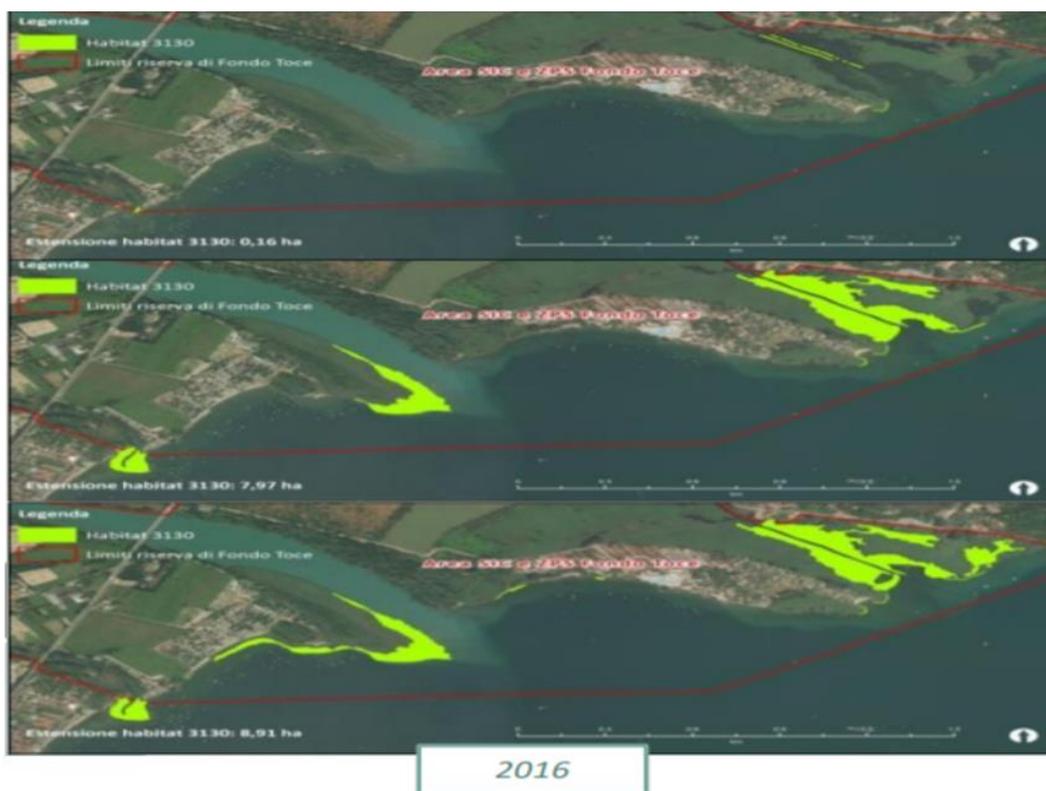


Figura 35 – Mappatura per l'habitat 3130 nel 2016.



Figura 36 – Mappatura per l'habitat 3130 nel 2017.

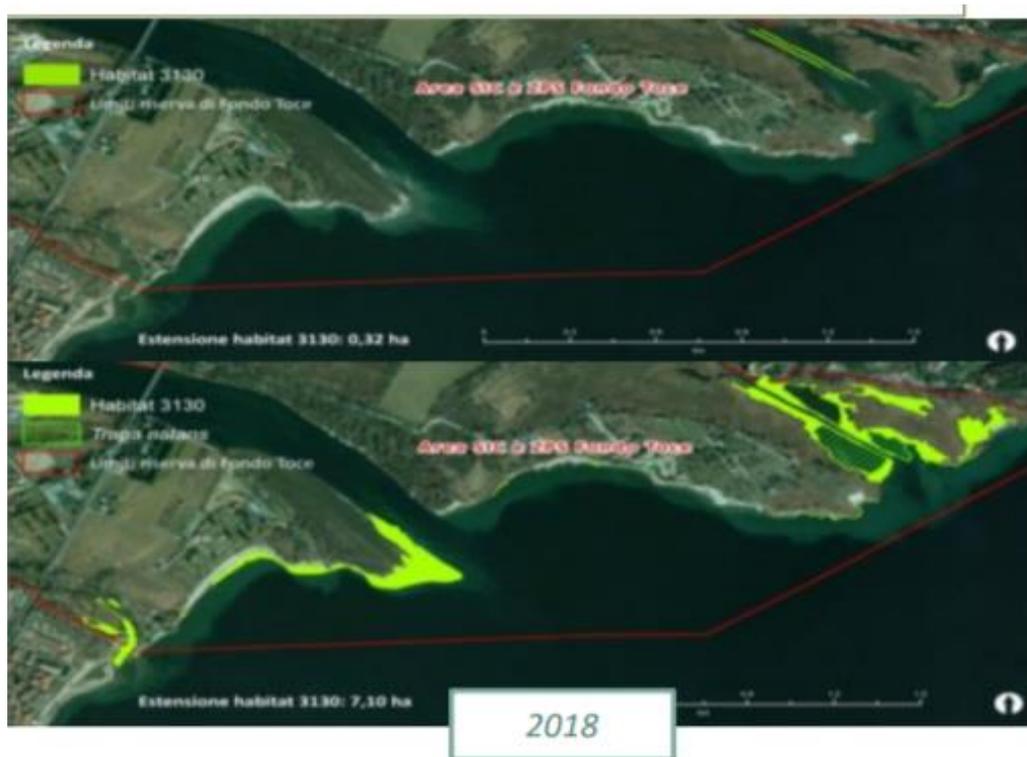


Figura 37- Mappatura per l'habitat 3130 nel 2018.

L'analisi dei risultati mostra come vi sia un rapporto inverso fra l'aumento dei livelli lacustri e l'estensione dell'habitat 3130 (Tabella 9).

Tabella 9 - confronto tra l'area di estensione dell'habitat 3130 (ha) e i livelli del lago per i diversi anni di campionamento, dal 2016 al 2018.

	Metà estate		Fine estate	
	Area	Livello	Area	Livello
2016	0.16 ha	+59 cm	8.91 ha	-21 cm
2017	0 ha	+122.6 cm	0 ha	+96.4 cm
2018	0.32 ha	+45.7 cm	7.10 ha	-14.5 cm

Habitat 91E0 - Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (Alno - Padión, *Alnion glutinosae*, *Alnion inacae*, *salicon albae*)

Tipologia di habitat che comprende diversi tipi di boschi igrofilici tipici delle fasce ripariali di fiumi e torrenti montani (fino ai 1500 m di quota). Queste formazioni si sviluppano su suoli pesanti costituiti da depositi di matrice limoso-sabbiosa che subiscono periodiche inondazioni, alternate a periodi di magra nei quali comunque non si ha siccità estiva. La vegetazione tipica è caratterizzata da alneti di ontano bianco e/o nero, saliceti, alno-frassineti e salici-populeti. Durante i rilievi si è attestata la presenza di quasi tutte le specie dominanti dell'habitat 91E0 che ricordiamo essere: *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Fraxinus excelsior*, *Populus nigra*, *Rubus caesius*, *Salix alba*. Proprio quest'ultima risulta essere la specie più diffusa, occupando tutte le aree di interfaccia con il Fiume Toce, costituendo

delle formazioni quasi monospecifiche, seguita dall'ontano bianco e dell'ontano nero. Tra le altre specie presenti si segnalano numerosi salici arbustivi (ubicati nelle aree più vicine all'acqua), pioppi (tra cui il pioppo bianco), il salicene e il frassino.



Figura 38- Rilievo delle aree segnalate come habitat 91E0.

Con l'intento di valutare l'estensione dell'habitat 91E0 nel periodo di campionamento viene riportata, di seguito, la mappatura dell'habitat 91E0 per gli anni di campionamento.



Figura 39 - Mappatura per l'habitat 91E0 nel 2016.



Figura 40 – Mappatura per l’habitat 91E0 nel 2017.



Figura 41 – Mappatura per l’habitat 91E0 nel 2018.

Così come mostrano le immagini (da Figura 39 a Figura 41), si registra una lieve riduzione di estensione, nel 2017 c’è stato l’abbattimento di alcune piante per l’installazione di un cantiere dovuto alla realizzazione di una pista ciclo-pedonale a Fondo Toce – Suna, e nel 2018 la riduzione è invece legata a degli interventi realizzati presso il Toce Park.

La tabella 10 mostra la relazione tra i livelli di portata e l’estensione misurata in ettari dell’habitat 91E0.

Tabella 10 – Confronto tra l’area di estensione dell’habitat 31E0 (ha) e i livelli del lago per le diverse date di campionamento, dal 2016 al 2018.

	Area	Livello
2016 (22 agosto)	37.73 ha	+6 cm
2017 (17 luglio)	31.60 ha	+105 cm
2018 (19 giugno)	31.20 ha	+128 cm

Dall’analisi dei risultati il l’habitat non sembra aver risentito delle modifiche al livello massimo di regolazione.

Discussione sui risultati dei monitoraggi

Dai rilievi effettuati è stato possibile ricostruire le aree occupate dai tre habitat di interesse presenti nel sito di controllo della Riserva di Fondo Toce e la loro evoluzione durante gli anni di monitoraggio.

Dall'analisi dei risultati si evince che l'estensione dell'habitat 3150 è proporzionale all'aumento dei livelli lacustri, al contrario l'estensione dell'habitat 3130 è inversamente proporzionale all'aumento dei livelli lacustri (Figura 42).

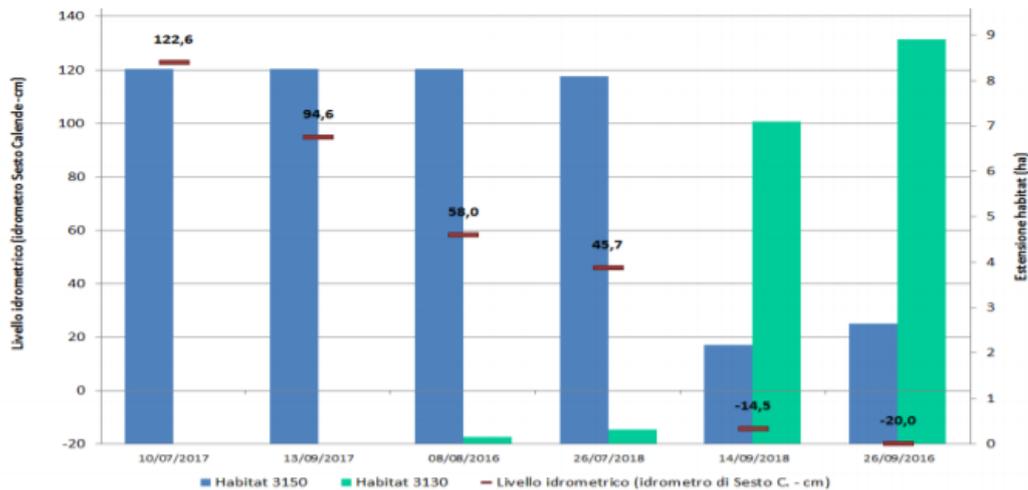


Figura 42 – Confronto tra l'estensione dell'area, misurata in ettari, degli habitat 3150 (blu) e 3130 (verde) rispetto ai livelli idrometrici (rosso).

In riferimento all'habitat 3130 durante le attività di monitoraggio hanno individuato, come precedentemente evidenziato, diverse comunità vegetali colonizzanti diversi substrati, e che queste comunità emergono a diversi livelli (Figura 43), più nello specifico le comunità nei canneti emergono con un livello idrometrico superiore a 88 cm, su substrato sabbioso per livelli superiori a 66 cm e su substrato fangoso per livelli superiori a 44 cm.

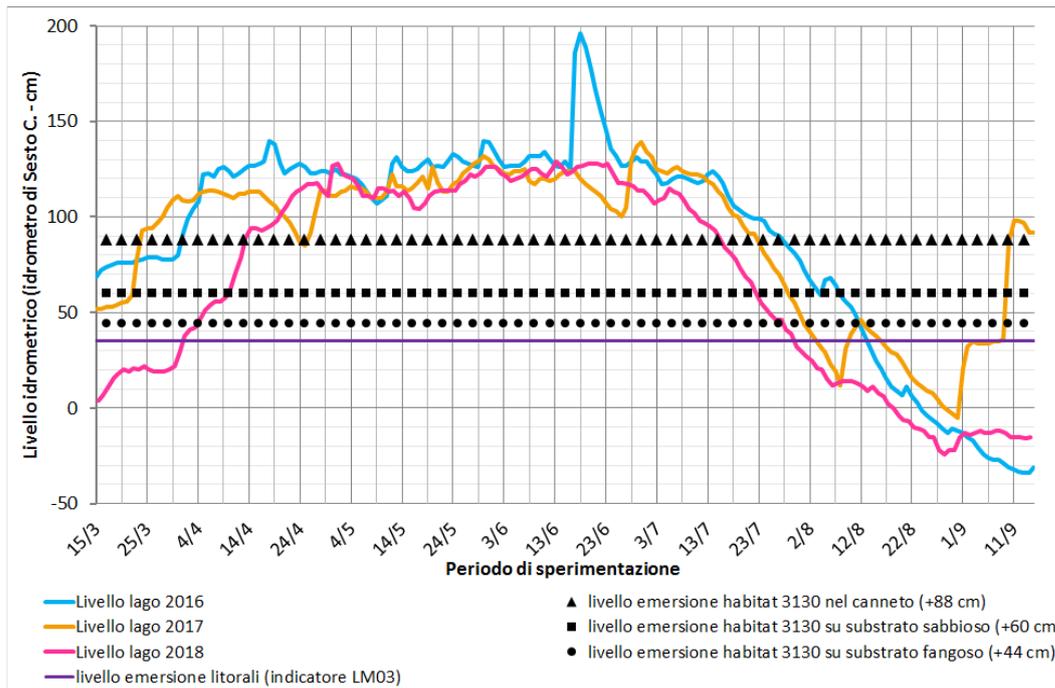


Figura 43 – Misura dei livelli di emersione per le diverse comunità vegetali colonizzanti l’habitat 3130 in relazione al livello idrometrico sulla base dei diversi substrati (i triangoli indicano il livello di emersione per il canneto, i quadrati su substrato sabbioso e i cerchi su substrato fangoso). Le linee continue indicano i diversi livelli del lago: in blu i livelli del lago del 2016, in arancio i livelli del lago del 2017, in rosa quelli del 2018 e la linea viola continua il livello di emersione dei litorali identificato dall’indicatore LM03.

L’aumento del livello massimo di regolazione non ha influenzato lo sviluppo delle specie guida dell’habitat 3130. Dall’analisi dei risultati emerge l’anticipo della fase di fioritura di *L. uniflora* rispetto alle altre specie (Tabella 11), per la quale potrebbe essere utile approfondire il monitoraggio.

Tabella 11 - Descrizione breve e periodo di fioritura per le specie guida dell’habitat 3130.

Specie guida dell’Habitat 3130		
	Forma biologica (classificazione di Raunkjaer)	Fioritura
<i>Cyperus fuscus</i>	Terofite – piante annuali che compiono il loro ciclo vitale nella buona stagione mentre trascorrono la stagione avversa allo stato di semi.	luglio-settembre
<i>Cyperus michelianus</i>		luglio-ottobre
<i>Cyperus flavescens</i>		luglio-settembre
<i>Eleocharis acicularis</i>	Geofite/Terofite – piante perenni che trascorrono la stagione avversa con fusti sotterranei metamorfosati / piante che compiono il loro ciclo vitale nella buona stagione mentre trascorrono la stagione avversa allo stato di semi.	giugno-settembre
<i>Littorella uniflora</i>	Idrofite – piante acquatiche con gemme perennanti completamente immerse o natanti nell’acqua.	maggio-luglio

2.5. Specie di interesse comunitario nei siti di interesse comunitario oggetto di monitoraggio

I risultati descritti sono relativi agli indicatori **LM05 – Condizione e trend di specie o gruppi di specie vegetali e animali di interesse comunitario** e **LM08 – Nidificazione dell'avifauna**. Le metodologie applicate e le aree di indagine variano molto da indicatore a indicatore.

2.5.1 LM05 – Condizione e trend di specie o gruppi di specie vegetali e animali di interesse comunitario

L'indicatore LM05 comprende il monitoraggio delle specie che saranno descritte per gruppi associati in base alle caratteristiche ecologiche. Su indicazione del Tavolo Tecnico sono state oggetto di attenzione specie strettamente legate all'ambiente del canneto per almeno una fase del ciclo vitale, oltre che la scelta delle aree da monitorare.

- Svasso maggiore (*Podiceps cristatus*) e folaga (*Fulica atra*). Specie che costruiscono nidi parzialmente fluttuanti. In aggiunta era stata considerata la gallinella d'acqua (*Gallinula Chloropus*), il cui monitoraggio non ha portato a risultati soddisfacenti.
- Cannaiola comune (*Acrocephalus scirpaceus*) e usignolo di fiume (*Cettia cetti*). Queste costruiscono nidi ancorati alle canne palustri. È inoltre stato aggiunto il cannareccione (*Acrocephalus arundinaceus*) in quanto la sua presenza si è dimostrata significativa. Inoltre, la specie nidifica con modalità analoghe alla cannaiola.
- Ragno pescatore (*Dolomedes plantarius*). Questa specie è stata ricercata in corrispondenza dell'area a canneto che caratterizza la ZSC-ZPS IT11400001 «Fondo Toce». La specie è di interesse legata all'ambiente del canneto, risulta inoltre poco comune e quindi di interesse conservazionistico.
- *Hippuris vulgaris*, *Ranunculus reptans*, *Rorippa amphibia* e *Thelypteris palustris*. Queste specie vegetali sono state ricercate in corrispondenza del SIC-ZPS IT11400001 «Fondo Toce».

Materiali e metodi avifauna

Le attività di monitoraggio per l'avifauna sono state effettuate in aree campione scelte sulla base dell'accessibilità e significatività dei luoghi.

Sono stati seguiti due metodi:

- Un conteggio dei nidi visibili di svasso maggiore e folaga integrato con la ricerca di alcuni nidi di acrocefali, passeriformi tipici dell'ambiente palustre e ripariale, al fine di valutarne la sensibilità rispetto all'innalzamento di livello.

- Il monitoraggio al canto dei piccoli silvidi di canneto.

Le diverse attività di indagine effettuate hanno tenuto conto dei diversi periodi riproduttivi delle specie, infatti mentre svasso maggiore e folaga sono stanziali e tendono a nidificare precocemente, altre specie indagate, iniziano la nidificazione soltanto in primavera inoltrata.

Censimento dei nidi

Questo monitoraggio è stato eseguito con lo scopo di valutare gli effetti del livello delle acque sulla costruzione dei nidi e sul successo riproduttivo.

Il monitoraggio è avvenuto da barca (o a piedi in caso di profondità molto bassa e fondale poco fangoso) lungo i margini dei canneti, individuando i nidi visibili e, dove possibile, valutando la presenza ed il numero di uova o pulli (Figura 44).

Le osservazioni sono state registrate mediante GPS, in modo da poter seguire l'evoluzione del nido.

Le osservazioni dei nidi sono state eseguite riportando i seguenti parametri:

- specie;
- profondità dell'acqua al di sotto del nido o altezza dall'acqua dei nidi di silvidi (se raggiungibile);
- n° di uova;
- n° di pulli;
- punto GPS per un controllo successivo.



Figura 44 – Attività di censimento della nidificazione: a) misura della profondità nei pressi dei nidi raggiungibili; b) percorso di avvistamento con barca lungo i bordi dei canneti; c) esemplare di folaga in cova.

Poiché dal monitoraggio del 2016 sono emerse alcune lacune in merito all'impossibilità di identificare alcuni nidi, si è scelto di limitare l'indagine ad alcuni nidi, scelti in base alla localizzazione particolarmente esposta. I nidi sono stati inoltre contrassegnati da un piccolo galleggiante ancorato al fondo in vicinanza del nido, in modo da garantire la ripetibilità dell'avvistamento. La stima del popolamento delle coppie nidificanti è invece avvenuta mediante stima basata sugli avvistamenti, utilizzando il metodo dei transetti con conteggio degli esemplari adulti e dei richiami territoriali degli esemplari non visibili, in modo da valutare l'evoluzione dei popolamenti di adulti e la frequentazione delle aree monitorate. Quindi le attività di monitoraggio hanno previsto il conteggio dei nidi visibili

di svasso e folaga integrato con la ricerca di alcuni nidi di acrocefali al fine di valutarne la sensibilità rispetto all'innalzamento del livello.

Transetti di monitoraggio al canto

Tra le specie inserite nel monitoraggio sono indicati i silvidi che nidificano in ambiente di canneto (cannaiola, cannareccione ed usignolo di fiume). Per queste specie, particolarmente elusive, il campionamento è stato eseguito con conteggio dei versi territoriali, volto a quantificare le potenziali coppie nidificanti lungo transetti campione prossimi alle aree di ricerca dei nidi. Il censimento al canto è avvenuto percorrendo in barca i transetti, lungo le aree di canneto maggiormente significative, conteggiando il numero di esemplari in canto territoriale. Il conteggio dei maschi in canto territoriale, in periodo di nidificazione, è una buona stima delle coppie potenzialmente nidificanti in loco.

A integrazione sono stati eseguiti censimenti mirati, in periodo di nidificazione, con le stesse modalità sopra descritte per folaga e svasso maggiore, volti a individuare alcuni nidi per valutarne la possibile interazione con gli incrementi di livello idrico. Vista la difficoltà ad individuare i nidi nel canneto si proporrà di seguito di non eseguire più questo tipo di monitoraggio.

Risultati

Non è stata osservata una relazione fra i livelli lacustri e il successo riproduttivo delle specie, va evidenziato come il fattore limitante per la presenza dei nidi sia il canneto nella sua estensione e integrità.



Figura 45 – Nido di cannareccione con pulli.



Figura 46 – A sinistra un nido di folaga a destra un nido di svasso.

I nidi di acrocefali (Figura 45) sono costruiti tra aprile e maggio, ad un'altezza dell'acqua di 40-60 cm, quindi poco interessati dagli incrementi di livello lacustri.

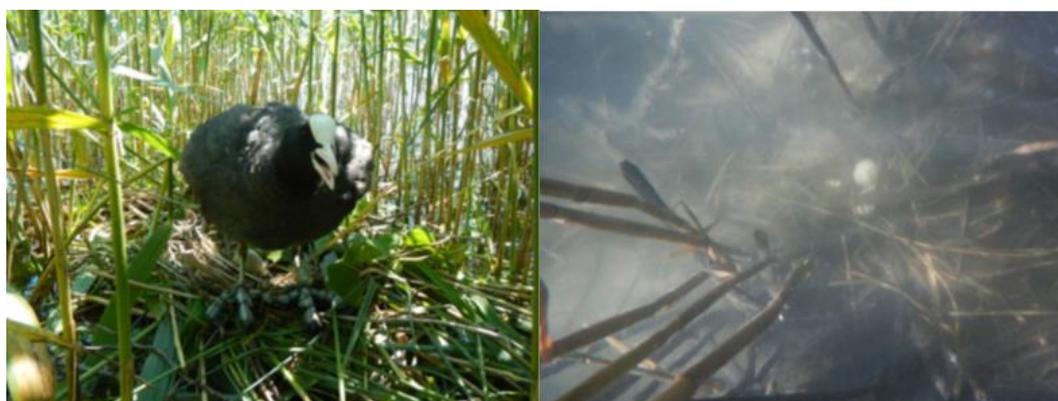


Figura 47 – A sinistra un esemplare di folaga a destra i resti del nido di folaga sul fondo dopo l'evento di morbida le 22 giugno 2016.



Figura 48 - Nido di cigno reale in data 24 marzo (a sinistra) e resti dello stesso nido sommersi in data 15 aprile 2016 che ha determinato la perdita di molti nidi e la messa in opera di accorgimenti per salvare le nidiate da parte di alcune specie.



Figura 49- Nido di folaga evidentemente sollevato dalla coppia di folaghe, utilizzando il canneto attorno come materiale da costruzione, a seguito dell'innalzamento di livello del lago.

Gli sbalzi significativi del livello associati agli eventi di piena e eventi meteorologici catastrofici possono compromettere nidi già esistenti (Figure 47 e 48). Diversamente il nido verrà costruito con margine di sicurezza dal livello idrico al momento della costruzione (Figura 49).

Materiali e metodi *Dolomedes plantarius*

Le attività di censimento di questa specie vengono effettuate a vista, cercando attivamente gli esemplari nelle aree con ambiente idoneo alla presenza della specie. La cattura degli esemplari da sottoporre a riconoscimento viene fatta con l'ausilio di un retino immanicato.

Il riconoscimento degli esemplari avviene mediante stereomicroscopio, che consente di attribuire la specie agli esemplari catturati. Il metodo consiste nel sedare gli animali utilizzando etere dietilico. La determinazione della specie viene effettuata attraverso l'osservazione degli organi riproduttivi, l'epigino esterno delle femmine (parte esterna degli organi copulatori femminili su cui sono posti gli orifizi dai quali si dipartono i dotti che vanno alle spermateche) o per la complessità strutturale del bulbo del pedipalpo maschile (il bubo palpale è l'organo copulatore maschile situato nel tarso del pedipalpo).

Risultati

Conosciuto come ragno pescatore, si tratta di uno dei pochi ragni europei inseriti nelle Red List della IUCN, lo stato della specie è definito come Vulnerabile. La specie è strettamente legata agli ambienti umidi e all'habitat del canneto, ed è stata segnalata nella RN di Fondotoce per la prima volta nel 2009 (si è trattato della prima segnalazione per il Piemonte e della quarta a livello nazionale) (Relazione finale sul progetto "Studi sull'araneocenosi della Riserva Naturale Speciale di Fondotoce (VB)" - Rif. Bando nr.

03/2009/PO/DBAU). Per questa ragione il monitoraggio di questa specie è stato eseguito solo presso il SIC "Fondo Toce". La specie è infatti segnalata in questo sito e le stazioni di monitoraggio sono state ubicate in corrispondenza dell'area per la quale si disponevano dati di presenza (Relazione finale sul progetto "Studi sull'araneocenosi della Riserva Naturale Speciale di Fondotoce (VB)" - Rif. Bando nr. 03/2009/PO/DBAU).

Tra le specie segnalate durante i monitoraggi, si è riscontrata una notevole presenza di esemplari del genere *Pirata* (Figura 50). Aracnidi con ecologia strettamente legata agli ambienti umidi. È inoltre stato indagato il bordo del canneto confinante con il Camping Isolino.



Figura 50 – Esemplare del genera *Pirata* con uova.

La specie cercata non è particolarmente comune e, inoltre, ha abitudini piuttosto elusive. Nel 2017 è stato individuato un esemplare femmina (Figura 51), nella stessa data è stato individuato un altro probabile esemplare che non è stato possibile catturare per accertare la specie di appartenenza. Le dimensioni dell'esemplare fanno comunque propendere per *D. plantarius*.



Figura 51 - Esemplare di *Dolomedes plantarius* femmina e dettaglio dell'epigino fotografato a microscopio (a sinistra).

Nel 2018 le indagini sono state effettuate in orario notturno, vista la maggiore efficacia riscontrata nel precedente anno di monitoraggio, data dalla maggior attività della specie nelle ore notturne. In data 29 maggio sono stati individuati 5 esemplari le cui dimensioni e morfologia conducono a identificarli con la specie ricercata. Di questi 5 esemplari, 3 sono stati catturati e si è provveduto ad effettuare un riconoscimento in laboratorio che ha permesso di accertarne la specie.

Nel corso delle indagini è stata rinvenuta inoltre un'altra specie di interesse: *Argyroneta aquatica* o ragno palombaro (Figura 52). Caratteristica di questa specie è infatti una vita prettamente subacquea.



Figura 52 – Esemplare di *Argyroneta aquatica* o ragno palombaro.

Materiali e metodi – specie vegetali

L'attività legata alle specie vegetali target è stata effettuata in modo analogo a quanto precedentemente specificato per gli habitat di interesse comunitario. L'individuazione delle specie vegetali target è stata accompagnata da un rilievo GPS, effettuato con il metodo RTK; tramite tale rilievo vengono acquisiti i punti necessari a mappare l'area entro cui le varie specie si distribuiscono. Il sito di controllo in cui sono stati effettuati i rilievi è l'area ZSC di Fondo Toce. Il caposaldo di riferimento tramite cui vengono orientati i dati è rappresentato dal chiodo GPS ubicato in località Feriolo, sul lungolago, in prossimità della spiaggia localizzata in Via Repubblica dell'Ossola, già adottato per orientare i rilievi degli habitat di interesse.

I rilievi si sono concentrati sulle quattro specie elencate di seguito e sono stato eseguito solo presso il SIC "Fondo Toce", sito in cui le specie sono state segnalate in passato (Piano di gestione Fondo Toce):

1. *Hippuris vulgaris*

Idrofito tipico di acque limpide, stagnanti o lentamente fluenti, rara nella Padania e nelle Alpi (Figura 53).

2. *Ranunculus reptans*

Piccola idrofito segnalata solo nel Nord Italia, rara (Figura 54).

3. *Rorippa amphibia*

Crucifera ormai rara nella Padania, presente solo ai suoi margini (Figura 55).

4. *Thelypteris palustris*

Felce tipica di luoghi umidi, risulta oggi quasi ovunque scomparsa a seguito delle bonifiche (Figura 56).



Figura 53 - Esempi di *Hippuris vulgaris*.



Figura 54 - Esempi di *Ranunculus reptans*.



Figura 55 – Esemplici di *Rorippa amphibia*.



Figura 56 – Esemplici di *Thelypteris palustris*.

Risultati

Dai rilievi effettuati è stato possibile ricostruire le aree occupate dalle specie di interesse presenti nel sito di controllo della Riserva di Fondo Toce.

Di seguito sono riportate gli inquadramenti generali dell'estensione dei popolamenti di ciascuna specie durante le campagne di monitoraggio.

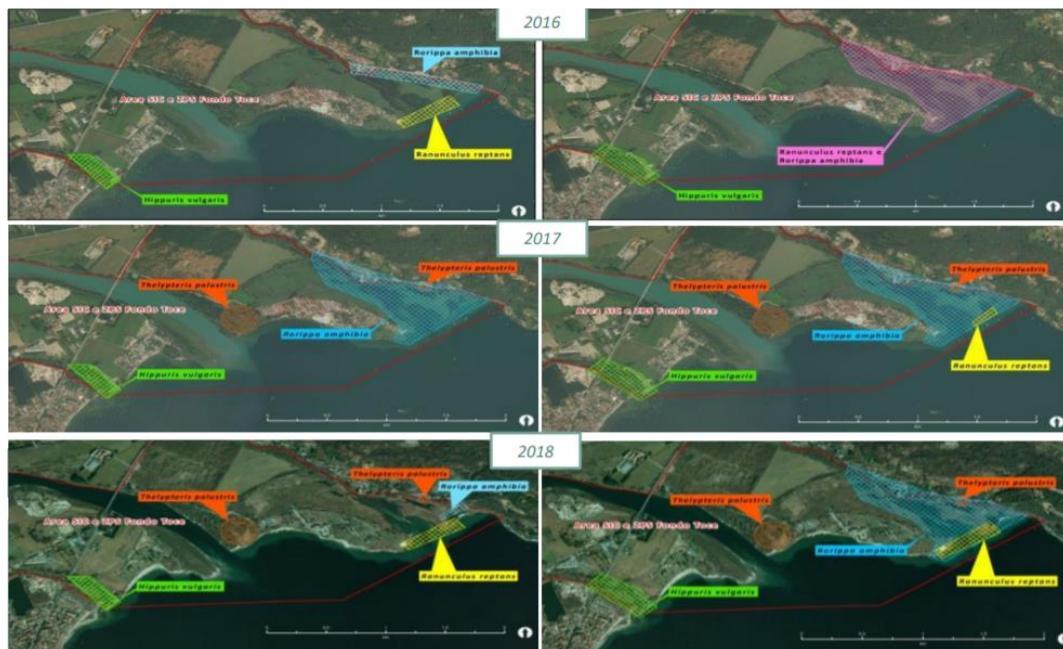


Figura 57 – Inquadramento generale dell'estensione dei popolamenti delle quattro specie monitorate *Hippuris vulgaris*, *Ranunculus reptans*, *Rorippa amphibia*, *Thelypteris palustris*.

In conclusione, confrontando tutti i dati raccolti è stato possibile effettuare alcune osservazioni:

- ***Thelypteris palustris***, felce tipica di luoghi umidi, essendo la più svincolata dalle dinamiche idrologiche, non subisce modifiche della superficie colonizzata;
- ***Hippuris vulgaris*** e ***Rorippa amphibia***, maggiormente influenzate dall'andamento dei livelli lacustri, durante la stagione vegetativa registrano un aumento di superficie, proporzionale all'andamento idrologico (livelli lacustri tali da permettere l'emersione del fondale per un tempo prolungato ne favoriscono l'espansione);
- ***Ranunculus reptans***, mantenendo un forte legame con il margine del canneto rivolto verso il lago, non trae grandi vantaggi dall'abbassamento del livello idrologico (comunque necessario alla sua comparsa).

2.5.2. LM08 – Nidificazione dell'avifauna: frazione del periodo di nidificazione in cui il livello lacuale è superiore o inferiore al livello critico per i nidi

Il canneto rappresenta un habitat di notevole importanza per diverse specie ornitiche, le quali lo utilizzano come sito riproduttivo nella stagione estivo-primaverile. Pertanto, le varie specie adottano diverse "tecniche" per costruire il loro nido (alcuni sono flottanti, altri attaccati alle parti sommitali delle canne), di conseguenza l'innalzamento e l'abbassamento del livello del lago potrebbero avere differenti effetti sul successo riproduttivo delle specie.

Tenendo presente che la riproduzione di questa tipologia di avifauna avviene tra il 15 aprile e il 31 agosto, se il livello del lago supera la quota a cui sono costruiti i nidi questi potrebbero essere distrutti e la stagione riproduttiva risultare potenzialmente compromessa.

Materiali e metodi

Secondo quanto viene indicato nel programma di monitoraggio l'indicatore viene stimato sulla base dei livelli idrometrici del Lago Maggiore riferiti all'idrometro di Sesto Calende e di un livello soglia oltre cui si potrebbe verificare una situazione di criticità per i nidi dell'avifauna. I dati relativi ai livelli lacustri vengono reperiti presso il Consorzio del Ticino, così come avviene per gli indicatori LM01 e LM03. L'indice viene espresso come frequenza di giorni in cui il livello idrometrico del lago si trova al disopra o al disotto del livello soglia.

Risultati

Il livello soglia individuato è pari a un'altezza di 0,85 m sullo zero idrometrico sull'idrometro di Sesto Calende. Tale valore viene individuato come soglia oltre la quale i nidi dell'avifauna nidificante nei canneti potrebbero subire dei danni, compromettendo la stagione riproduttiva della stessa. In generale l'indicatore viene adottato all'interno della seguente sperimentazione, in quanto già individuato e presente all'interno di progetti antecedenti quali il Progetto Verbano e il Progetto STRADA.

Come già evidenziato nel caso degli indicatori LM01 e LM03, gli anni di monitoraggio presentano un andamento medio molto simile nella fase di sperimentazione, pertanto si ribadisce che in questo periodo le principali differenze sono causate dal naturale innalzamento dei livelli lacustri.

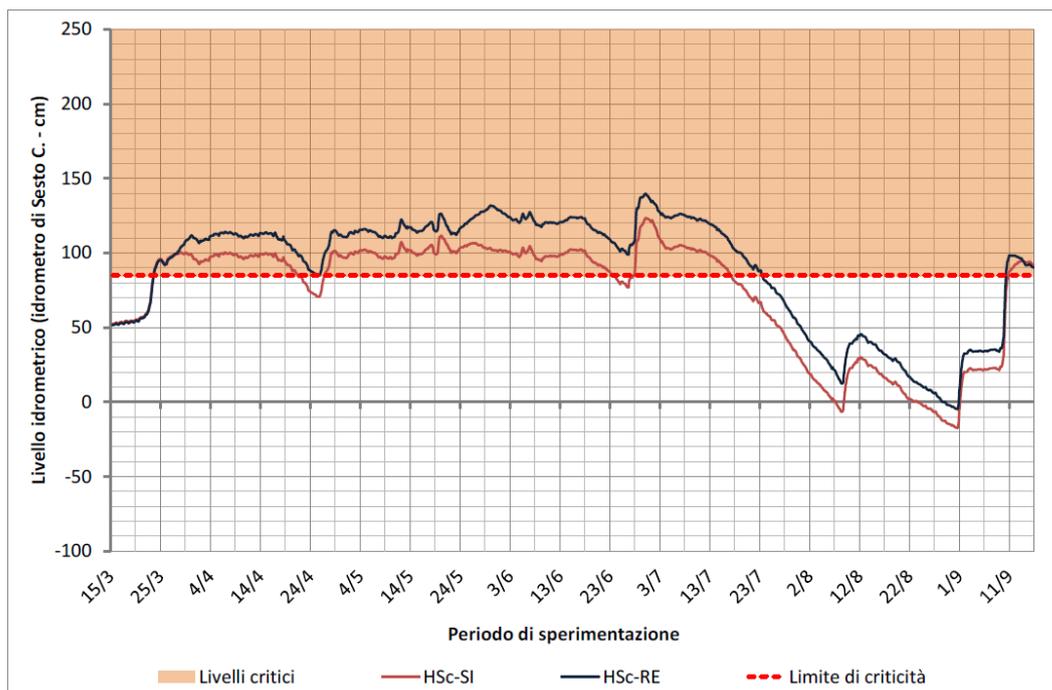


Figura 58 – Esempio di relazione tra i livelli idrometrici (reali e simulati) e il livello soglia per l'indicatore LM08 (2017).

L'indicatore pone un limite inferiore anche rispetto al limite massimo di regolazione antecedente all'inizio della sperimentazione, il quale era fissato a +1,00 m. Ne consegue che sia ragionevole ipotizzare che nella fase di mantenimento del livello del lago non vi siano differenze apprezzabili con l'introduzione del nuovo limite di sperimentazione.

2.5.3. LM09 – Fioriture algali

Lo stato di qualità delle acque per la balneabilità è definito anche attraverso la valutazione del potenziale di proliferazione algale. L'indicatore rileva i casi di fioritura algale registrati dagli Enti preposti nel corso delle stagioni balneari negli anni di sperimentazione in corrispondenza delle spiagge del Lago Maggiore oggetto di monitoraggio. Lo scopo è quello di verificare la relazione tra l'innalzamento dei livelli dovuto all'attuazione del protocollo di sperimentazione e la probabilità di insorgenza di fioriture algali tossiche.

Materiali e metodi

I dati sono resi disponibili dagli Enti: ASL della Provincia di Varese, ARPA Piemonte, Laboratorio cantonale. I dati relativi a fenomeni di fioritura algale sono raccolti e organizzati annualmente al termine della stagione balneare.

Risultati

Nel corso delle campagne di monitoraggio non sono state osservate fioriture anomale di cianobatteri. Le attività di monitoraggio si sono prevalentemente dedicate nel biennio 2016-2017 allo svolgimento delle attività di campo necessarie alla raccolta di dati sperimentali, previste nel Programma di monitoraggio necessarie a popolare gli indicatori suggeriti dal Gruppo di Lavoro, solo alcuni sono riconducibili ad attività pregresse.

Nel complesso, non sono state osservate particolari criticità nell'applicazione delle metodiche indicate.

2.6. Fiume Ticino

È stata condotta un'analisi sugli indicatori di carattere idrologico che riguardano il fiume Ticino. Sono state quindi confrontate le portate erogate e quelle presenti a valle delle derivazioni, tenendo ben presente il valore del Deflusso Minimo Vitale.

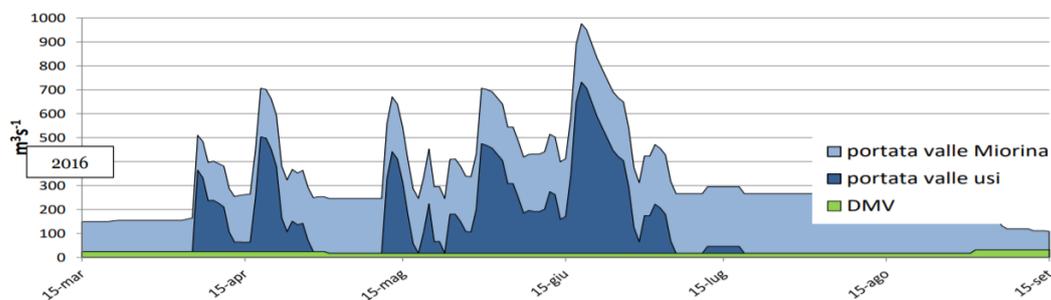


Figura 59 - Confronto tra portate erogate e portate a valle delle derivazioni.

Le indagini condotte in riferimento agli indicatori di carattere idrologico sono legate al tema dell'evoluzione degli habitat a valle delle derivazioni, sono stati studiati, anche i picchi di piena. In particolare, è stato considerato quale siano gli effetti legati alla rapidità degli eventi: si registrano infatti incrementi ampi e repentini più comuni rispetto a diminuzioni ampie e repentine (Figura 60).

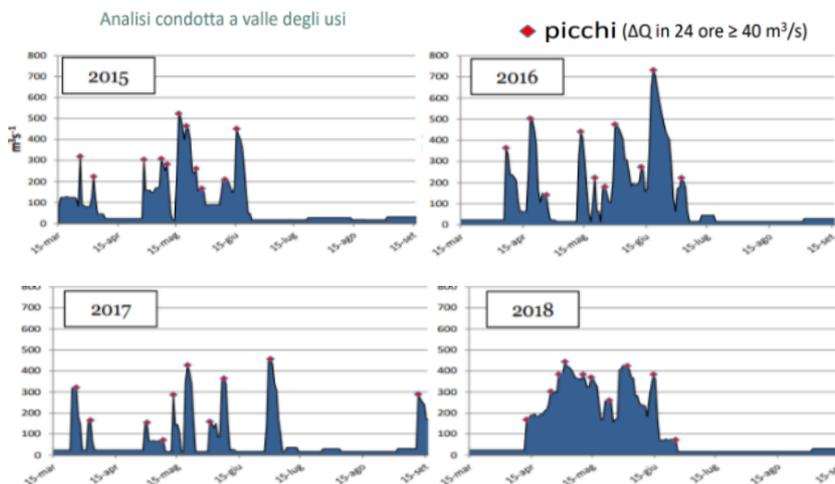


Figura 60 – Analisi dei picchi di piena a valle delle derivazioni. I punti rossi indicano i picchi.

Inoltre, sono state condotte analisi riguardanti gli effetti che variazioni di portata ampie e repentine sull'avifauna nidificante sui greti e alveo. Le specie considerate sono: Sterna comune, Occhione, Fraticello, Corriere piccolo.

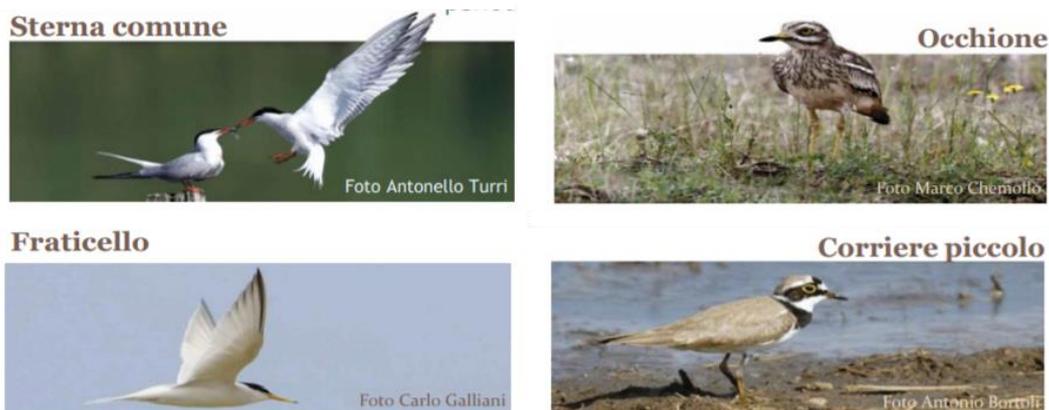


Figura 61 – Le specie considerate sono: Sterna comune, Occhione, Fraticello, Corriere piccolo.

Per queste specie sono state evidenziate importanti colonie, ma lontane dal lago (Figura 62).

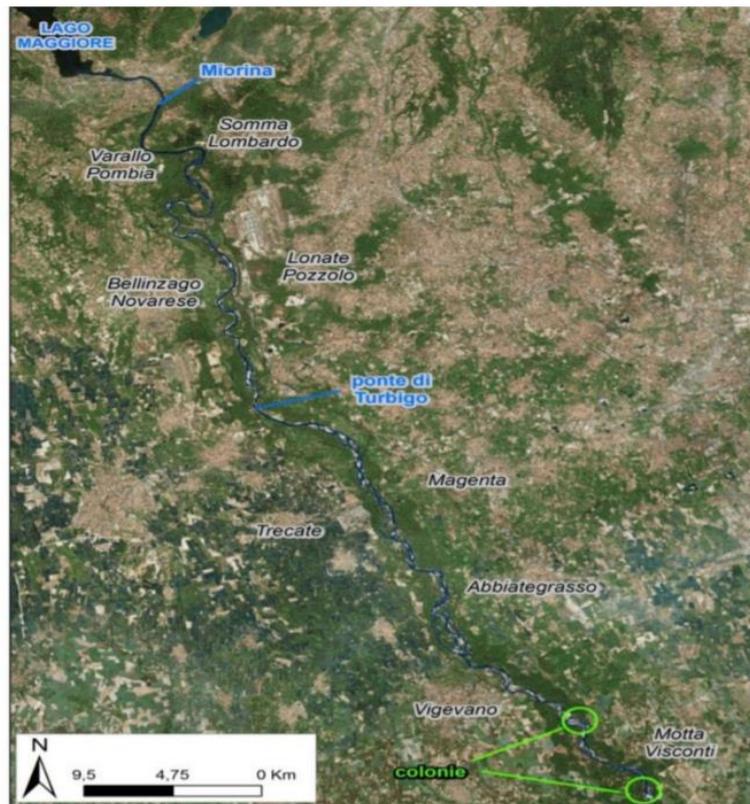


Figura 62 – Distribuzione delle colonie presenti nel fiume Ticino e la distanza di queste dal Lago Maggiore.

I fattori che contribuiscono sulla distribuzione dei nidi sono:

- **struttura dell'alveo**, queste specie necessitano di ampi greti;
- **disturbo antropico**;
- **idrologia**, le portate sono un elemento fondamentale per il mantenimento delle aree idonee alla nidificazione, specie che frequentano i greti sono adattate all'andamento stagionale delle portate.

La sperimentazione non altera queste caratteristiche.

2.7. Considerazioni finali

Tutte le componenti sono state monitorate applicando quanto previsto nel Programma di monitoraggio e, nel complesso, non sono state osservate particolari criticità nell'applicazione delle metodiche indicate. In termini metodologici è però emerso che alcuni indicatori sono particolarmente efficaci rispetto all'obiettivo del monitoraggio altri meno.

Nel merito dei risultati raccolti, in relazione al tema specifico del rialzo sperimentale del livello, estivo è emerso che buona parte degli indicatori analizzati non risultano influenzati negativamente dal livello idrico sperimentale in valutazione. Va però sottolineato che il canneto, nel periodo marzo - aprile alla nascita delle nuove canne, può risentire di un

livello elevato e che alcune specie vegetali ed alcuni habitat di transizione beneficiano di livelli bassi tardo estivi.

Il Fiume Ticino non ha mostrato criticità rispetto agli indicatori analizzati e può solo beneficiare di un incremento delle portate estive legate a un maggiore accumulo in lago nei mesi precedenti.

2.8. Il progetto INTERREG PARCHIVERBANOTICINO

L'avvio dei bandi Interreg ha fornito una risposta all'esigenze e alla volontà, da parte del Gruppo di Lavoro I e del Tavolo tecnico di individuare un contesto tecnico-economico che consentisse una più ampia partecipazione alle valutazioni ambientali anche da parte di alcuni degli enti coinvolti con il reperimento di apposite risorse.

Così, i soggetti maggiormente coinvolti nella tematica ambientale il 15 settembre 2016 hanno presentato una apposta manifestazione di interesse nell'Asse 2 Valorizzazione del patrimonio naturale e culturale.

Il Progetto, denominato "IL LAGO MAGGIORE, IL FIUME TICINO SUBLACUALE E LE AREE NATURALI PROTETTE. VERIFICA E SPERIMENTAZIONE DI SCENARI DI GESTIONE SOSTENIBILI E CONDIVISI" (Acronimo ParchiVerbanoTicino), dopo un lungo e complesso iter di valutazione, è stato approvato con Decreto n. 18691 della D.G. Enti Locali, Montagna e Piccoli Comuni del 12/12/2018. Avviato formalmente nel mese di giugno 2019 con la sottoscrizione delle convenzioni, il progetto vede: - come capofila italiano l'Ente di gestione delle aree protette del Ticino e del Lago Maggiore, - come capofila svizzero la Fondazione Bolle di Magadino, soggetto gestore dell'omonima riserva naturale posta alla confluenza del F. Ticino nel Lago Maggiore, entrambi i soggetti presenti nel Tavolo Tecnico e nel Gruppo di Lavoro I; sono inoltre partner di Progetto: - il Parco Lombardo della Valle del Ticino, - il CNR-IRSA di Verbania, il Consorzio del Ticino, - l'Università dell'Insubria, - la Riserva Naturale Pian di Spagna, come riferimento extra bacino. I primi tre partner sono ricompresi nel Tavolo Tecnico e nel Gruppo di Lavoro I.

Il progetto, che nel merito, dal 2019, ha assorbito tutte le attività di monitoraggio sopra riportate, ampliandole ed approfondendole notevolmente e soprattutto coinvolgendo direttamente nella loro esecuzione tutti i partner citati, ha una durata triennale e, salvo ulteriori proroghe legate alla pandemia Covid -19, terminerà nel 2022.

Dopo la sperimentazione effettuata dal Consorzio del Ticino per il triennio 2016 - 2018, ampliata e dettagliata nei contenuti ed estesa in termini esecutivi alle Aree Naturali Protette coinvolte ed agli Istituti di ricerca del territorio proseguiranno quanto meno per un altro biennio e potranno ragionevolmente rendere disponibili i propri risultati conclusivi nell'anno 2023.

3. ANALISI DEL MODELLO DI CALCOLO PER LA PREVISIONE DEL LIVELLO IDROMETRICO

3.1. Introduzione

Il “*Protocollo di sperimentazione nuovi livelli di esercizio del Lago Maggiore*”, allegato alla Deliberazione del Comitato Istituzionale dell’Autorità di bacino del fiume Po n. 1/2015 del 12 maggio 2015, stabilisce al punto 4.2 che il modello di calcolo per la previsione del livello idrometrico del Lago Maggiore:

- è il supporto decisionale indispensabile per le finalità della sperimentazione;
- deve funzionare in continuo ed in tempo reale come strumento di supporto alle decisioni;
- deve consentire di ottenere una o più curve di previsione dell’andamento del livello del lago in base alle previsioni degli afflussi ed a diversi scenari gestionali (livelli del lago, assetto dello sbarramento, tempi e modalità di attuazione delle manovre).

L’esigenza della costituzione del Gruppo di Lavoro II è emersa dall’esito del percorso propedeutico alla Deliberazione n. 1/2015, in cui il Gestore aveva elaborato un modello di calcolo per la previsione del livello idrometrico del Lago Maggiore che, sulla base delle indicazioni fornite nell’ambito delle Conferenze di servizi istruttorie, doveva essere integrato per il suo utilizzo in continuo ed in tempo reale, anche nella fase gestionale e di evento, quale strumento di supporto alle decisioni.

Il modello predisposto dal Consorzio all’inizio del periodo di sperimentazione utilizzava un codice di calcolo semplice, realizzato su foglio elettronico (in formato EXCEL), che si basa sull’equazione di continuità:

$$dQ = \frac{dV}{dt}$$

ed un input manuale dei dati, mediante passaggio alle differenze finite e risoluzione con metodo esplicito.

Come indicato nel Protocollo di sperimentazione, allegato alla Delibera n. 1/2015, l’integrazione consiste in un ampliamento delle funzioni di calcolo, che consentirà di ottenere una o più curve di previsione dell’andamento del livello del lago in base alle previsioni degli afflussi, con conseguente affinamento delle capacità di elaborazione. La fase di sperimentazione prevedeva l’attuazione di tale implementazione, tenendo conto delle seguenti priorità:

- verifica ed aggiornamento della *scala di deflusso* della traversa (determinazione del deflusso);
- aggiornamento ed implementazione della *curva di invaso* (diagramma aree, volumi e livello);

- implementazione della *durata effettiva delle manovre* in relazione a prestabilite configurazioni della traversa della Miorina;
- *acquisizione della curva degli afflussi* fornita dal sistema modellistico previsionale idrologico-idraulico “FEWS Po” di cui alla direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri dell'8 febbraio 2013 recante: “indirizzi operativi per l'istituzione dell'Unità di Comando e Controllo del bacino del fiume Po”;
- utilizzo di un congruo numero di stazioni, esistenti nel bacino di alimentazione del lago e sul medesimo, per la verifica delle curve di previsione;
- verifica a *scenari* (diverse opzioni di assetto e/o gestione dello sbarramento) degli eventi storici estremi (piena e crisi idrica) anche per il periodo precedente al 1993, in base ai dati disponibili.

3.2. Le attività svolte nell'ambito del Gruppo di Lavoro

Le attività svolte nell'ambito del Gruppo di Lavoro II si basano su quanto indicato ai punti 6.1 e 6.5 del Protocollo di sperimentazione.

In particolare, il punto 6.1 stabilisce che il Gestore debba effettuare ex post, per ogni evento di piena e di crisi idrica, un confronto tra:

- 1) livelli reali raggiunti dal lago nelle diverse stazioni idrometriche, attuando lo svaso preventivo;
- 2) livelli simulati raggiunti dal lago nelle diverse stazioni idrometriche, nell'ipotesi di non attuare lo svaso preventivo e di regola gestionale secondo il protocollo storico (con lo stesso limite massimo di regolazione del punto 1);
- 3) livelli simulati del lago, nell'ipotesi di non modificare il limite massimo di regolazione.

Il punto 6.5 stabilisce inoltre che il Gestore, all'interno dei rapporti di monitoraggio semestrali, debba produrre la curva di durata dei livelli del lago riferita alle cinque stazioni di interesse.

I contenuti e la periodicità dei rapporti di monitoraggio sono stati indicati direttamente dal protocollo di sperimentazione.

Gli aspetti inerenti alla modellazione idrologica del sistema lago-fiume sono invece stati definiti nel *Programma delle attività per l'integrazione del modello di calcolo per la previsione dei livelli idrometrici del Lago Maggiore*. Il documento, predisposto dal Consorzio del Ticino, è stato discusso, integrato e approvato durante la sessione del Gruppo di Lavoro II del 29 ottobre 2015; le principali integrazioni richieste si riferivano alla predisposizione da parte del Consorzio del Ticino di documenti tecnici specifici descritti nei successivi paragrafi di questo elaborato.

Nel paragrafo seguente sono descritte le principali fasi attraverso le quali è stato implementato ed aggiornato il **modello di calcolo**, strumento che rappresenta la base di

tutte le attività svolte nell'ambito del Gruppo di Lavoro II e attraverso il quale è stato possibile generare gli scenari simulati, utilizzati anche per le attività di confronto svolte all'interno degli altri due gruppi di lavoro.

Sono poi descritte le **attività di approfondimento e di analisi** svolte nell'ambito del Gruppo di Lavoro II. Infine, è riportato un elenco sintetico dei **rapporti di monitoraggio** semestrale e dei rapporti predisposti *ex post, per ogni evento di piena*, redatti tra il 2015 e il 2020.

3.3. Lo sviluppo del modello di calcolo per la previsione e la simulazione dei livelli

Il modello di calcolo utilizzato nell'ambito della sperimentazione costituisce un'evoluzione del modello già utilizzato per le simulazioni di diversi scenari di regolazione del lago nelle fasi precedenti alla sperimentazione. Di seguito, le principali caratteristiche del modello iniziale:

- possibilità di elaborare dati previsionali in tempo reale per l'andamento dei livelli del lago su un orizzonte temporale di 72 ore;
- possibilità di simulare, sempre su un orizzonte di 72 ore, l'effetto di manovre o serie di manovre sull'andamento delle grandezze idrometriche.

Una **prima versione** del modello in continuo per la previsione dei livelli del Lago Maggiore è stata pubblicata nella sezione dedicata alla *sperimentazione di nuovi livelli di esercizio del Lago Maggiore* del sito internet www.laghi.net nel **dicembre 2015**. Questa versione del modello utilizzava le prime versioni della curva di invaso e della scala di deflusso in regime libero.

Il modello si basa sull'equazione di continuità ed esegue un calcolo previsionale ogni 30 minuti utilizzando i seguenti dati in ingresso:

1. previsione degli afflussi elaborate dal modello FEWS-Po ogni 3 ore;
2. portate erogate (dato fornito dal Consorzio del Ticino);
3. livello idrometrico istantaneo e progresso a Sesto Calende;
4. livelli idrometrici istantanei e progressi nelle altre stazioni di riferimento.

Il modello di calcolo fornisce come output le seguenti informazioni:

- 1) previsione del livello idrometrico a Sesto Calende nelle 72 ore successive;
- 2) previsione dei livelli idrometrici nelle altre stazioni di riferimento nelle 72 ore successive;
- 3) previsione dei deflussi (solo in condizioni di regime libero) nelle 72 ore successive.

L'approvazione del *Programma delle attività per l'integrazione del modello di calcolo per la previsione dei livelli idrometrici del Lago Maggiore* è stata subordinata al fatto che il Consorzio del Ticino sviluppasse una serie di attività di approfondimento relative ai seguenti aspetti:

- 1) Tempi e modalità di esecuzione delle manovre
- 2) Scale di deflusso in regime libero e regolato
- 3) Curva di invaso

Si tratta di temi che il Tavolo Tecnico ha ritenuto dovessero essere affrontati e sviluppati all'inizio della sperimentazione, tant'è che la scadenza per la consegna dei rapporti tecnici che avrebbero dovuto trattare in modo esaustivo questi temi era stata inizialmente fissata per la fine di novembre 2015. Successivamente, nel corso della sperimentazione, sulla base di valutazioni emerse all'interno del Gruppo di Lavoro II, sono state proposte e avviate ulteriori attività di approfondimento e di verifica.

La necessità di effettuare delle analisi integrative, finalizzate principalmente alla verifica dell'affidabilità del modello di calcolo, è stata evidenziata la prima volta all'interno della *Relazione d'istruttoria della Segreteria Tecnica del Gruppo di Lavoro II, relativa alla valutazione dell'affidabilità del modello di calcolo*.

Nel **marzo 2016** il Consorzio del Ticino ha trasmesso al Tavolo Tecnico il rapporto relativo all'aggiornamento della scala di deflusso in regime libero e in regime regolato, condividendo le informazioni e le attività relative alla scala di deflusso:

- raccolta misure dirette storiche;
- raccolta misure in continuo storiche;
- digitalizzazione dati storici Consorzio;
- analisi dati storici;
- ulteriori misure dirette;
- aggiornamento curva regime libero;
- ipotesi funzione di calcolo regime regolato;
- verifica e calibratura funzione di calcolo regime regolato;
- aggiornamento funzione di calcolo regime regolato.

La scala di deflusso in regime libero è data da:

$$Q = 72.02 * (H_{sc} + 1.92)^{1.98}$$

dove Q [m³/s] è la portata scaricata e H_{sc} [m] è il valore del livello idrometrico a Sesto Calende

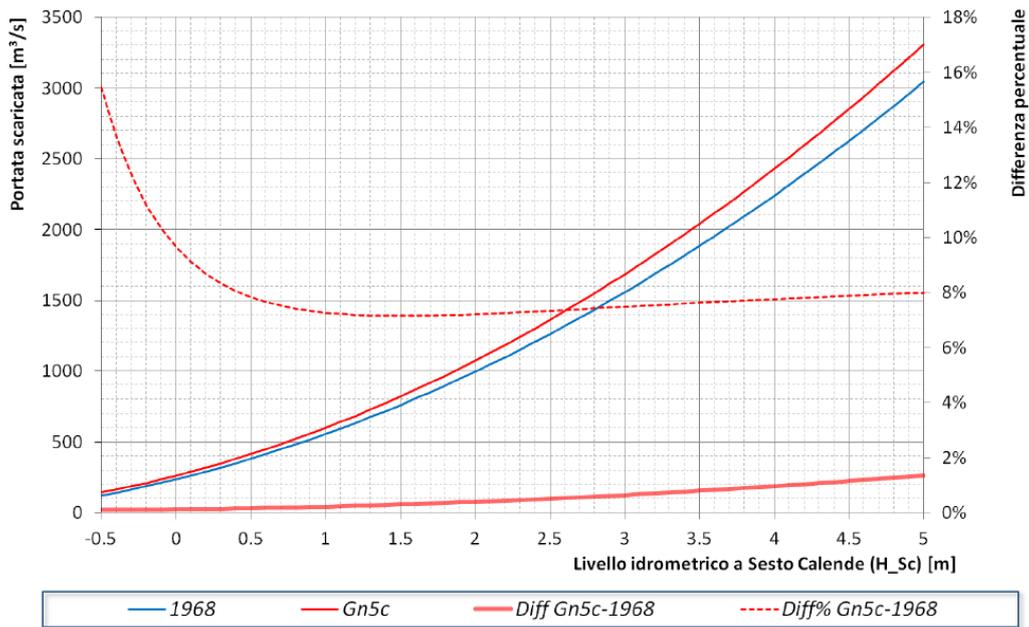


Figura 63 – Differenza tra la scala di deflusso precedente e successiva all’aggiornamento.

In regime regolato è necessario considerare più variabili per calcolare la scala di deflusso:

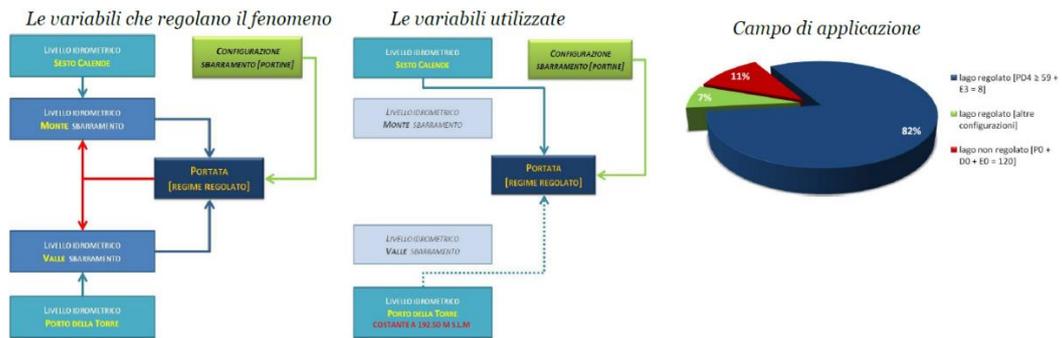


Figura 64 – Schema degli elementi che compongono le variabili della scala di deflusso ed il relativo campo di applicazione (grafico a torta).

L’equazione della scala di deflusso assume quindi una forma più complessa:

$$Q = 0.4269852d_4h'^2 + 1.703322d_3h'^2 + 1.483861d_0h'^2 - 0.9047721d_4h' - 0.1207282d_3h' + 1.623429d_2h' + 3.04090d_0h' + 85.31032$$

Dove:

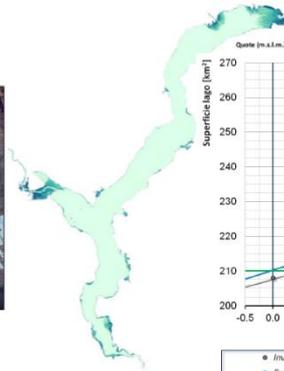
- Q [m³/s] è la portata erogata
- h' [m] altezza idrometrica a Sesto Calende incrementata (h'=h+0.5)
- h [m] altezza idrometrica Sesto Calende
- d₄ [-] numero di portine dispari in posizione 4
- d₃ [-] numero di portine dispari in posizione 3

- d_2 [-] numero di portine disparti in posizione 2
- d_0 [-] numero di portine disparti in posizione 0

Nel **settembre 2016** Il Consorzio del Ticino ha trasmesso al Tavolo Tecnico il rapporto relativo all'aggiornamento della curva di invaso a seguito delle seguenti attività:

- raccolta informazioni preliminari su DTM;
- valutazione sull'opportunità di procedere con l'elaborazione dei DTM;
- aggiornamento curva di invaso (superficie e gradiente P.L.);
- verifica e calibratura curva di invaso;
- (eventuale) aggiornamento curva di invaso.

L'acquisizione e l'elaborazione dei rilievi LIDAR



La relazione quota / superficie [194,25 -> 201,00 m s.l.m.]

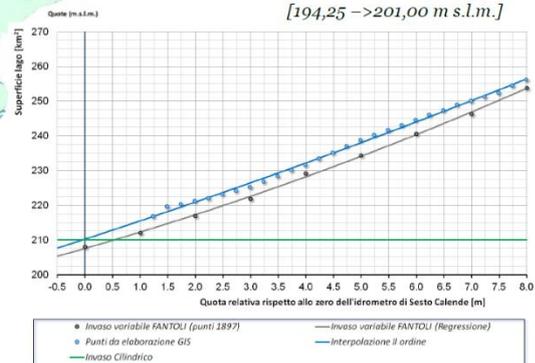
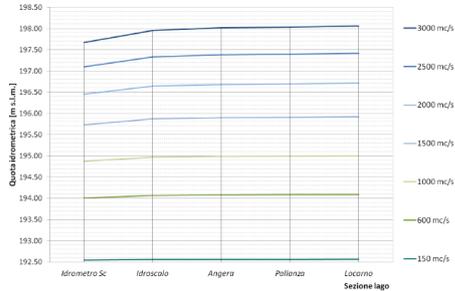


Figura 65 – Esempio rilievo lidar (a sinistra), elaborazione superficie del Lago (al centro) e Curva d’invaso del Lago (a destra).

In particolare, a seguito dell'aggiornamento della curva d'invaso è stato possibile ricostruire il profilo del lago in regime di piena e la curva di invaso a profilo non-orizzontale.

Il profilo del lago in regime di piena



La curva di invaso a profilo non-orizzontale

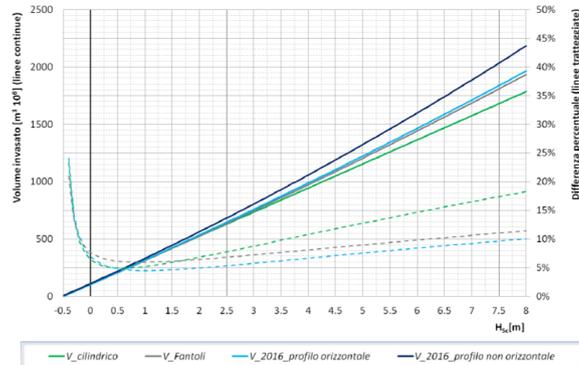


Figura 66 – Profilo del Lago in regime di piena (a sinistra). Curva d’invaso a profilo non orizzontale (a destra).

Nel corso dell'**inverno 2016**, prima dell'avvio del II anno di sperimentazione, il modello è stato migliorato aggiungendo un modulo da utilizzare per simulare il comportamento del lago in risposta a diverse modalità di regolazione dello sbarramento. Grazie a questo strumento è stato possibile confrontare la "naturale" evoluzione dei parametri idrometrici in assenza di manovre di regolazione, fornita dal modello in continuo, con due scenari di confronto che prevedono diverse modalità di regolazione. Per generare gli scenari di confronto, oltre ai dati in ingresso sopra elencati che vengono recepiti direttamente dal modello in continuo, è necessario fornire al modello di calcolo le informazioni relative alla successione di manovre previste nelle successive 72 ore per gli scenari che si intendono simulare.

Nell'**ottobre 2016**, la versione del modello on line è stata integrata con una nuova pagina attraverso la quale è possibile visualizzare e confrontare:

- 1) gli afflussi a lago previsti in diversi momenti (ultima previsione, -24 h, -48 h e -72 h), tra loro e con quelli calcolati con diversi algoritmi di calcolo;
- 2) i livelli del lago a Sesto Calende previsti in diversi momenti (ultima previsione, -24 h, -48 h e -72 h), tra loro e con quelli effettivamente rilevati.

Nel **novembre 2016** sono state aggiornate le principali funzioni di calcolo utilizzate dal modello, sulla base dei risultati delle attività di approfondimento, in particolare:

- 1) scala di deflusso in regime libero;
- 2) scala di deflusso in regime regolato;
- 3) curva di invaso;
- 4) funzioni di previsione dei livelli nelle altre stazioni idrometriche di controllo.

Il processo di approfondimento si è concluso con la revisione del documento di verifica predisposta dal Consorzio del Ticino nel **novembre 2018**.

Le principali attività di approfondimento intraprese in questo periodo hanno riguardato:

- 1) Lo sviluppo di un nuovo algoritmo per il calcolo degli afflussi in base alle portate dei tributari
- 2) Le analisi eseguite ex post, applicando il modello di calcolo su eventi storici significativi occorsi tra il 1977 e il 2014

Di seguito vengono riportati gli eventi analizzati con le differenti tipologie identificate durante la fase preliminare:

- Analisi di tipo A: calcolo a posteriori della portata uscente dal lago
- Analisi di tipo B: calcolo a posteriori dell'afflusso totale al lago

Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po

- Analisi di tipo C: simulazione dell'evento
- Analisi di tipo E: simulazione degli scenari di svasso preventivo per diverse ipotesi di livello iniziale

ID evento	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Anno	2016	2014	2013	2009	2002	2002	2000	1993	1986	1983	1977	1977	
Inizio analisi	30/5	20/10	1/4	10/4	25/10	15/4	15/9	1/9	8/4	1/5	1/10	20/4	
Fine analisi	2/7	26/11	31/5	14/6	15/12	11/6	22/11	19/10	21/5	31/5	20/10	15/5	
Durata analisi	33	37	60	65	51	57	68	48	43	30	19	25	
CATEGORIA EVENTO	1			2						3			
TIPO A	Q _{OUT I}	o	x	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
	Q _{OUT IIa}	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Q _{OUT IIb}	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Q _{OUT III}	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Misure dirette	o	x					x					
	Somma utenze	o	x	x	/	/	/	/	/	/	/	/	/
TIPO B	Q _{IN I}	x	x	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
	Q _{IN II}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Q _{IN IVa}	x	x	x	x						/	/	
	Q _{IN IVb}	x	x	x	x						/	/	
	Q _{IN IVc}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	/	/	
	Q _{IN VI}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	/	/	
	Q _{IN VII}	x	x	x	x	x	x	x			/	/	
TIPO C	H _{SC 0}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	H _{SC II}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	H _{SC VI}	x	x	x	x	x	x	x	x		/	/	
	H _{SC VII}	x	x	x	x	x	x	x			/	/	
	H _{SC VIII}	x	x	x	x	x	x	x			/	/	
TIPO E	H _{SC 0}	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	E1-0	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	E2-0, 24, 48, 72, 7	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
E3-0, 24, 48, 72, 7	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		

Figura 67 – Confronto tra differenti tipologie.

Gli algoritmi di calcolo sviluppati ed affinati nell'ambito di queste cinque attività sono stati progressivamente utilizzati per implementare e aggiornare il modello di calcolo.

Nel **novembre 2017**, per far fronte alle richieste emerse durante la seduta del Tavolo Tecnico del 5 settembre 2017 relative alla necessità di utilizzare il modello di calcolo per effettuare delle simulazioni su eventi storici di particolare rilievo, il modello è stato arricchito con un'ulteriore funzione in grado di prevedere l'andamento dei parametri idrometrici basandosi su serie numeriche di afflussi a lago "artificiali", ricostruite ex post, e non solo su quelle generate dal modello previsionale FEWS Po.

Nella seduta in **data 22/05/2018**, in esito alla verifica sugli eventi storici, il Tavolo tecnico ha ritenuto che le prestazioni del modello di calcolo siano adeguate agli scopi della sperimentazione. Il modello potrà comunque essere aggiornato a seguito di condivise valutazioni circa la possibilità di ottenere risultati più attendibili.

Nel **maggio 2019**, a seguito dei progressi fatti nell'ambito delle attività di validazione richieste nell'ambito del Gruppo di Lavoro II, è stato introdotto un nuovo algoritmo in grado di calcolare, sia in tempo reale, sia ex post, gli afflussi a lago sulla base delle portate misurate sui principali immissari. Tale funzione è stata aggiunta nella rappresentazione in cui sono confrontati gli afflussi a lago già introdotta nell'ottobre 2016.

Il modello di calcolo, con tutte le varie estensioni sviluppate durante il periodo della sperimentazione, è stato utilizzato per effettuare le elaborazioni che stanno alla base di tutti i rapporti di monitoraggio idrologico e di approfondimento prodotti nell'ambito del Gruppo di Lavoro II durante il periodo della sperimentazione.

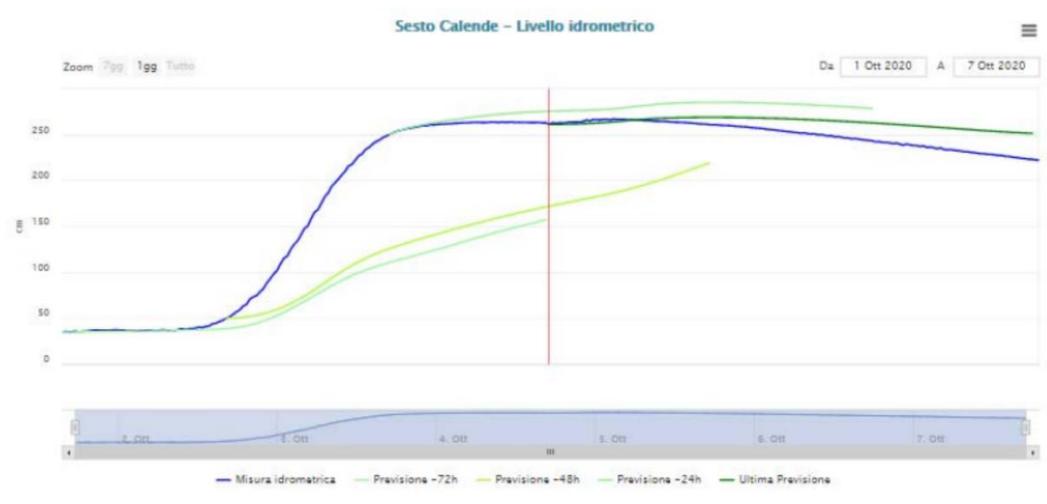


Figura 68 - Modello Previsionale: confronto tra andamenti dei libelli misurati e previsti (0, -24, -48, -72 h).

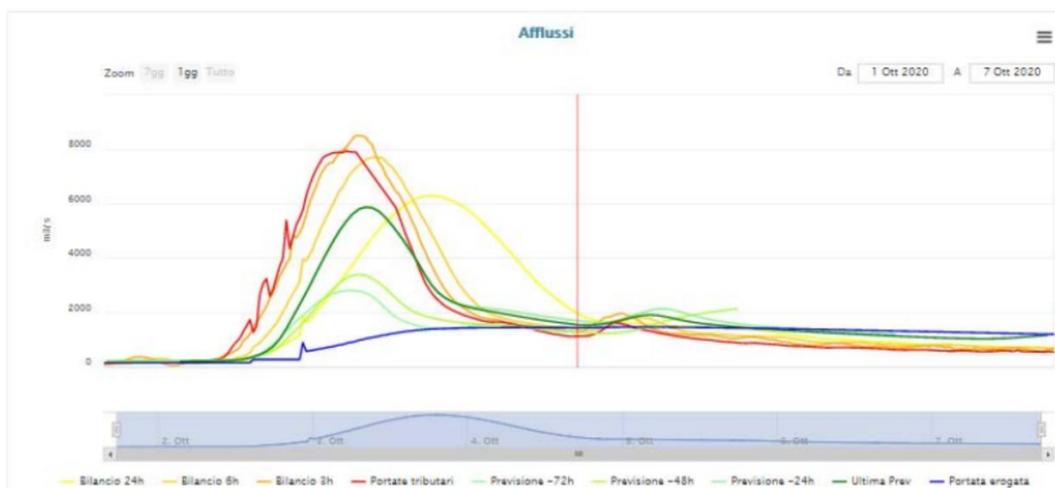


Figura 69 - Modello previsionale: confronto tra afflussi al lago, calcolati con metodo diretto, con metodo indiretto (diversi passi di calcolo) e previsti (0, -24, -48, -72 h).



Figura 70 - Modello previsionale: confronto tra l'effettivo andamento delle grandezze idrometriche e le previsioni elaborate dal modello di calcolo rispetto a determinate serie di manovre sullo sbarramento.

3.4. Rapporti tecnici e di monitoraggio

Durante il periodo di attività del Gruppo di Lavoro II sono stati prodotti e presentati rapporti di lavori relativi a diversi ambiti, in particolare:

- rapporti di monitoraggio semestrali e pluriennali;
- rapporti di monitoraggio ex post predisposti a seguito di eventi di piena o di morbida;
- rapporti tecnici di approfondimento.

Di seguito si riporta un elenco completo della documentazione prodotta per ciascuno di questi tre ambiti. Si è trattato di oltre 20 rapporti tecnici, suddivisi per tipologia, così come riportati nell'elenco che segue.

Rapporti di monitoraggio semestrali e pluriennali

Nel rapporto di monitoraggio relativo alla stagione estiva 2015 si rileva che, pur non essendoci stati eventi che hanno comportato afflussi rilevanti (portate in ingresso superiori a 1.000 m³ /s continuativamente per qualche giorno), nel periodo considerato si sono verificati quattro eventi degni di interesse:

1. all'inizio di maggio, prima dell'avvio della sperimentazione;

2. metà maggio, subito dopo l'avvio della sperimentazione;
3. a metà giugno;
4. a metà settembre, dopo il termine del periodo oggetto di sperimentazione

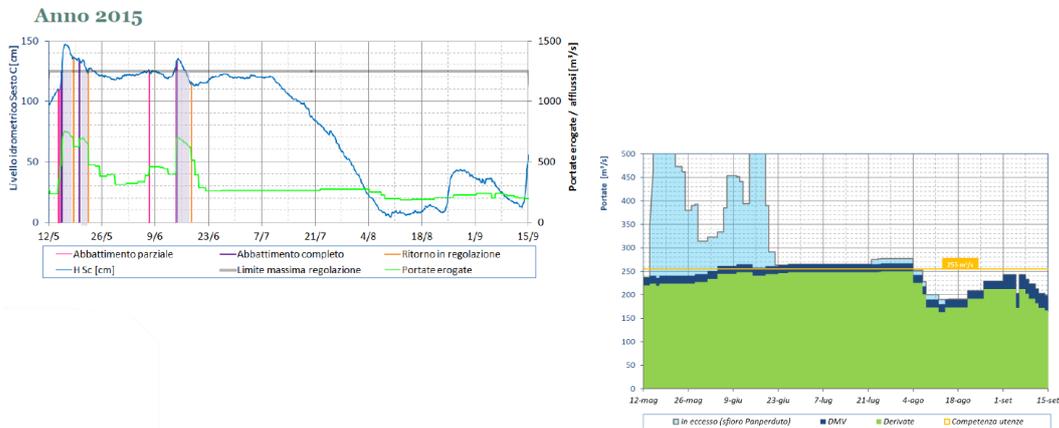


Figura 71 - Rappresentazione grafica della stagione estiva 2015.

Nel rapporto di monitoraggio relativo alla stagione estiva 2015 sono riportati i grafici di dettaglio relativi all'andamento delle grandezze idrometriche (livelli a Sesto Calende e portate erogate) e alle relative scelte operate dal gestore per ciascuna delle otto fasi individuate.

All'avvio della stagione estiva 2016 il livello idrometrico del lago era pari a circa +70 cm (193,72 m s.l.m.), 30 cm al di sotto del massimo livello di regolazione estiva standard (+1,00 m) e oltre 50 cm al di sotto del massimo livello sperimentale (+1,25 m). L'unico evento caratterizzato da afflussi rilevanti (portate in ingresso superiori a 1.000 m³/s continuativamente per qualche giorno) si è verificato tra il 15 ed il 18 giugno; altri eventi di interesse per lo studio dei livelli piena e di morbida si sono verificati:

1. tra il 17 e il 18 aprile;
2. tra l'11 e il 12 maggio;
3. tra il 29 e il 30 maggio.

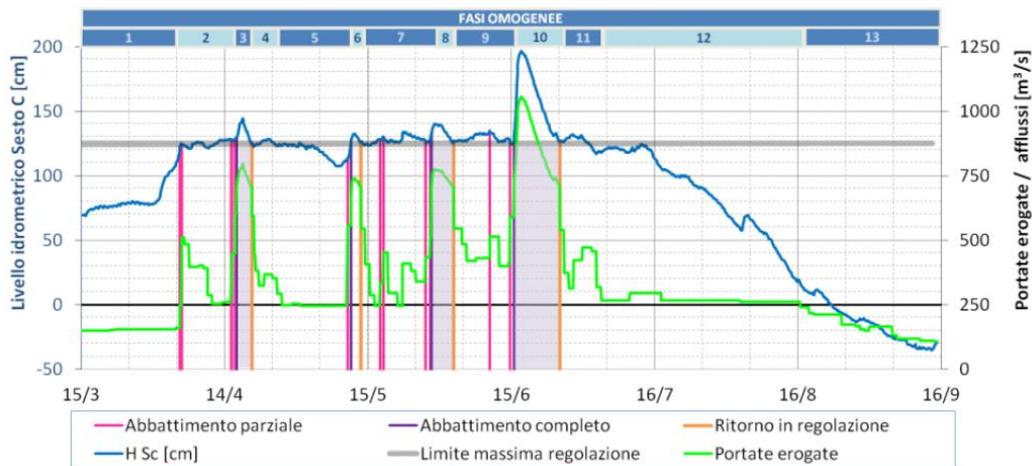


Figura 72 - Parametri idrometrici e manovre effettuate sullo sbarramento nella stagione estiva 2016.

Nel rapporto di monitoraggio relativo alla stagione estiva 2016 sono riportati i grafici di dettaglio relativi all'andamento delle grandezze idrometriche (livelli a Sesto Calende e portate erogate) e alle relative scelte operate dal gestore per ciascuna delle tredici fasi individuate. Nell'estate 2016 il Consorzio del Ticino ha regolato lo sbarramento della Miorina mantenendo un livello oscillante intorno al limite di massima regolazione (+1,25 m) fino agli inizi di luglio. Dal 5 luglio al 16 agosto il gestore ha operato con lo scopo di soddisfare la domanda di acqua delle utenze di valle e l'obbligo di rilascio del Deflusso Minimo Vitale. Ne è conseguito un progressivo abbassamento del livello del lago fino alla fine della stagione estiva.

Il modello ha funzionato con continuità e le funzioni di calcolo, che regolano il modello, sono state progressivamente aggiornate. La revisione si è conclusa all'inizio del mese di settembre 2016 con l'elaborazione della nuova curva di invaso del lago.

A partire da questa stagione estiva le elaborazioni del modello sono state rese disponibili in una apposita sezione del sito www.laghi.net e ciò ha reso possibile apprezzare pienamente il lavoro svolto ed i miglioramenti apportati al modello tuttavia ha evidenziato alcune criticità ed in particolare la necessità che nel seguito della sperimentazione ogni funzione di calcolo fosse, comunque, regolarmente sottoposta a verifica e, eventualmente aggiornata, sulla base del confronto tra i dati rilevati e quelli risultanti dalle simulazioni.

Il "Rapporto di monitoraggio semestrale sull'andamento del livello idrometrico" relativo alla stagione estiva 2016 e la "Relazione illustrativa dell'evento di morbida del 15 - 18 giugno 2016" sono stati predisposti avvalendosi del modello di calcolo con implementate tutte le nuove funzioni di calcolo aggiornate.

All'avvio della stagione estiva 2017 il livello idrometrico del lago era pari a +51 cm (193,02 m s.l.m.), 49 cm al di sotto del massimo livello di regolazione estiva standard (+1,00 m) e 74 cm al di sotto del massimo livello sperimentale (+1,25 m).

Sono stati considerati di interesse per lo studio dei livelli piena e di morbida i seguenti eventi che hanno comportato una regolazione:

- tra il 23 marzo e il 3 aprile;

- tra il 18 e il 21 maggio;
- tra il 27 giugno e il 4 luglio;
- tra il 9 e il 14 settembre.

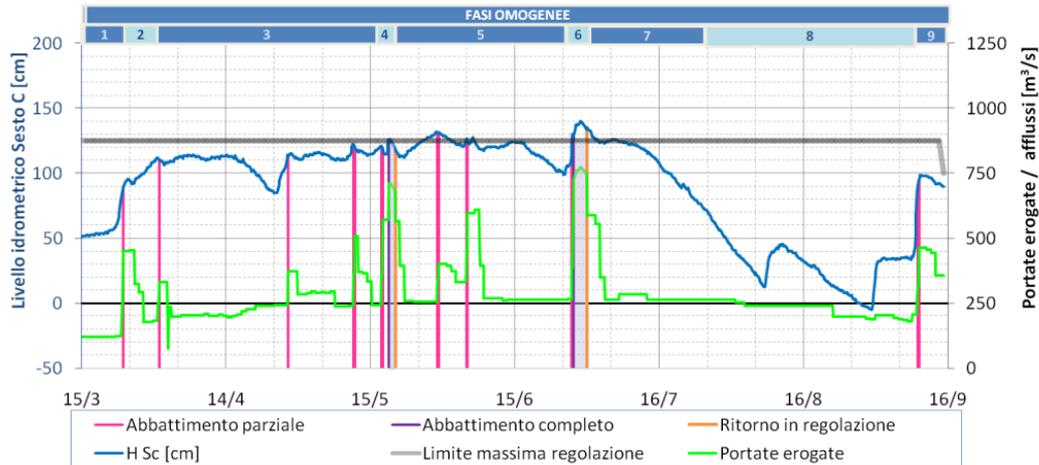


Figura 73 - Parametri idrometrici e manovre effettuate sullo sbarramento nella stagione estiva 2017.

Nel rapporto di monitoraggio relativo alla stagione estiva 2017 sono riportati i grafici di dettaglio relativi all'andamento delle grandezze idrometriche (livelli a Sesto Calende e portate erogate) e alle relative scelte operate dal gestore per ciascuna delle nove fasi individuate. Nel rapporto di monitoraggio si conclude rilevando che, dai risultati ottenuti, nella stagione 2017, l'aver innalzato il limite di massima regolazione da +1,00 a +1,25 m rispetto allo zero idrometrico di Sesto Calende non ha dato benefici significativi in termini di disponibilità idrica per le utenze di valle (soddisfatte per 140 giorni su 185 in entrambi i casi), ma ha dato benefici significativi in termini di andamento dei livelli lacustri.

Questo risultato è però una conseguenza delle due serie di precipitazioni che sono avvenute nel mese di agosto. In loro assenza, con il limite di massima regolazione storico di +1,00 m, per tutto il mese di agosto si sarebbero riscontrati deflussi ben al di sotto della domanda delle utenze di valle e livelli del lago prossimi al minimo livello di regolazione di - 50 cm.

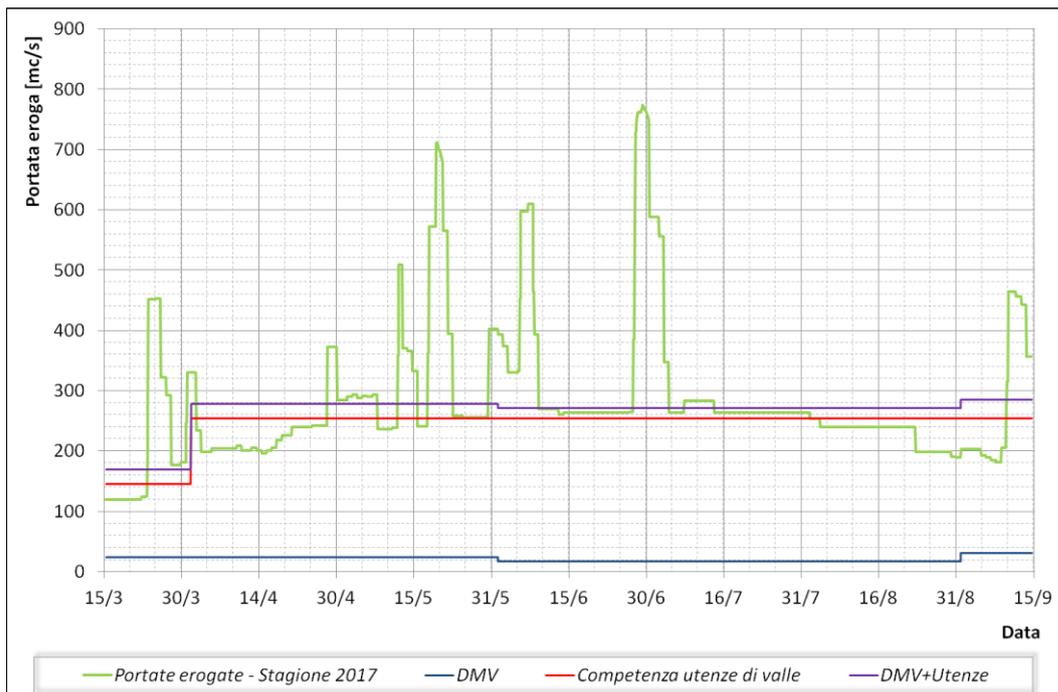


Figura 74 - Andamento delle portate erogate nella stagione estiva 2017.

Nel corso del 2017 il GdL II ha dedicato la sua attenzione al tema della validazione del modello anche in relazione alla necessità di valutare, alla fine della stagione estiva 2017, la possibilità di procedere ad un primo rialzo della quota di regolazione estiva sperimentale fino alla quota di +1,30m s.l.m.. Il programma per l'aggiornamento del modello di calcolo prevedeva già per l'annualità 2017 un elenco di attività integrative, inoltre dopo l'evento di morbida del 15-18 giugno 2016 il GdL II, pur constatando che il modello nel tempo era stato migliorato, sono stati identificati alcuni limiti con la necessità di definire una procedura per sua validazione in relazione all'obiettivo di raggiungere un punto di equilibrio ottimale fra le esigenze di incremento della capacità di regolazione e quelle della sicurezza delle popolazioni rivierasche.

A tale scopo è stata predisposta e illustrata al tavolo Tecnico nella riunione del 10 marzo 2017 la "Relazione della Segreteria Tecnica dell'AdB al Gruppo di Lavoro II, per la valutazione dell'affidabilità del modello di calcolo" che definisce un programma di attività da sviluppare da parte del Consorzio necessarie per la verifica delle prestazioni del modello di calcolo dei livelli e della sua l'affidabilità attraverso l'analisi ex post degli eventi di piena. Tale documento rappresenta in modo assai completo lo stato di implementazione e di utilizzo del modello e definisce gli obiettivi da raggiungere ed una metodologia per le analisi integrative articolata in cinque punti successivi:

- A. calcolo a posteriori della portata uscente dal lago;
- B. calcolo a posteriori dell'afflusso totale al lago;
- C. simulazione dell'evento;

- D. simulazione degli scenari di manovra di svaso preventivo adottati in previsione;
- E. simulazione degli scenari di svaso preventivo per diverse ipotesi di livello inizia.

Tale metodologia applicata per la prima volta all'analisi dell'evento del giugno 2016 si presta ad essere applicata all'analisi di ogni evento, anche gli eventi del passato per i quali siano disponibili i dati di input necessari. A tale richiesta ha fatto seguito l'immediato avvio delle attività da parte del Consorzio che, al termine delle stesse, ha trasmesso la relazione sulle verifiche svolte e i relativi allegati che sono stati esaminati dal GdL II che ha condiviso poi con la Segreteria Tecnica la "Relazione sugli esiti delle verifiche richieste al Consorzio" presentata al Tavolo Tecnico il 6 giugno 2017.

Si riportano qui di seguito in modo integrale le conclusioni di tale documento in merito all'affidabilità del modello di calcolo nell'attuale stato di implementazione e aggiornamento delle funzioni di calcolo.

Le prestazioni del modello di calcolo risultano significativamente migliorate e lo stesso appare adeguato, noto con accettabile approssimazione l'afflusso complessivo al lago, per lo scopo della sperimentazione.

Tuttavia, i membri del Gruppo di Lavoro II hanno condiviso che i buoni risultati ottenuti nella riproduzione di un evento (16-18 giugno 2016), anche se da considerarsi già significativi, non possono essere immediatamente generalizzati. La valutazione dell'attendibilità del modello di calcolo deve essere, quindi, supportata dalla verifica del suo funzionamento rispetto a differenti eventi di piena e si conferma la necessità, già rappresentata nel corso di precedenti riunioni del Gruppo, di eseguire verifiche analoghe anche su altri eventi di piena rilevanti, di cui siano disponibili tutti i dati necessari, con particolare cura nella scelta di alcuni eventi primaverili, oltre che di quelli autunnali.

Nel proseguimento della sperimentazione, dovrà essere posta grande cura nell'esecuzione di un numero significativo di misure di portata sia in regime regolato che in regime libero di media e di alta portata, garantendo sempre per tempo la possibilità dell'attivazione delle procedure e delle azioni per lo svolgimento delle misure stesse.

In relazione alle aree di miglioramento del modello di calcolo evidenziate nel presente documento il Consorzio del Ticino è tenuto a continuare a svolgere l'attività di aggiornamento delle funzioni e di affinamento dell'algoritmo di calcolo del modello stesso.

Inoltre, con riferimento alle integrazioni al modello prescritte al punto 4.2 del Protocollo, il Tavolo tecnico ha valutato che si possa ritenere siano state completate fatta eccezione per gli ultimi due punti, così come riportati all'elenco puntato alla pagina 4/11:

- utilizzo di un congruo numero di stazioni esistenti nel bacino di alimentazione del lago per la verifica delle curve di previsione;
- verifica, a scenari, degli eventi storici estremi (piena e crisi idrica). Nei periodi primavera-estate dal 2000 al 2016 e, se di particolare interesse, anche per eventi antecedenti il 1993.

Per quanto riguarda l'utilizzo di un congruo numero di stazioni esistenti si è chiesto al Consorzio di utilizzare anche i dati previsionali messi a disposizione dal Canton Ticino che verranno acquisiti dal Consorzio presso il Centro Funzionale della Regione Piemonte.

La ridondanza dei dati e la loro convergenza o divergenza consentiranno di assumere le decisioni riguardanti la regolazione con maggior efficacia ed efficienza anche con riferimento all'obiettivo della sperimentazione che è quello di mettere rendere disponibile una scorta idrica da utilizzare per fronteggiare eventuali carenze idriche estive e sostenere le portate ecologiche nel Ticino sublacuale.

Per quanto riguarda la verifica degli eventi storici estremi, verificatisi anche prima del periodo in precedenza preso in esame che iniziava con l'anno 1993, in base ai dati disponibili si è chiesto al Consorzio di verificare il funzionamento del modello rispetto ad ulteriori eventi di piena, da ricercare fra quelle piene rilevanti verificatesi nel passato per le quali siano disponibili tutti i dati necessari, con particolare attenzione a scegliere eventi intensi sia primaverili che autunnali.

A seguito di una verifica presso gli enti produttori o detentori dei dati in merito alla disponibilità di tutti i dati necessari comprese i dati di previsione meteo si è concordato un elenco di eventi storici riportati nel documento "Proposta della Segreteria Tecnica sulle ulteriori verifiche degli eventi storici più significativi per la valutazione dell'affidabilità del modello di calcolo e degli effetti delle condizioni iniziali e delle manovre preventive, aggiornata dopo il Tavolo Tecnico del 5 settembre 2017."

Da ultimo, in conseguenza del progressivo miglioramento della capacità del modello di prevedere i livelli del lago si è manifestata la necessità di aggiornare i paragrafi 4 e 5 del Protocollo di sperimentazione allegato alla Delibera 1/2015.

In particolare, il paragrafo 4 Prima fase della sperimentazione contiene al Punto 4.2 le indicazioni per l'integrazione del modello di calcolo per la previsione del livello idrometrico del Lago Maggiore che possono ritenersi in gran parte attuate o superate dalle determinazioni assunte in corso di attività.

Le regole del paragrafo 5 furono introdotte per sopperire alla mancanza di un modello di previsione dei livelli del lago che potesse essere di supporto per la regolazione del Lago Maggiore che ora è invece disponibile, anche se necessita ancora di alcuni completamenti delle verifiche previste.

Il grafico di seguito riportato rappresenta l'andamento dei livelli (linee continue colorate) estivi del lago nel periodo 2015-2017 nel periodo di sperimentazione estiva dal 15 marzo al 15 settembre rispetto ai diversi livelli di +1,00 m e +1,25 m (linee tratteggiate).

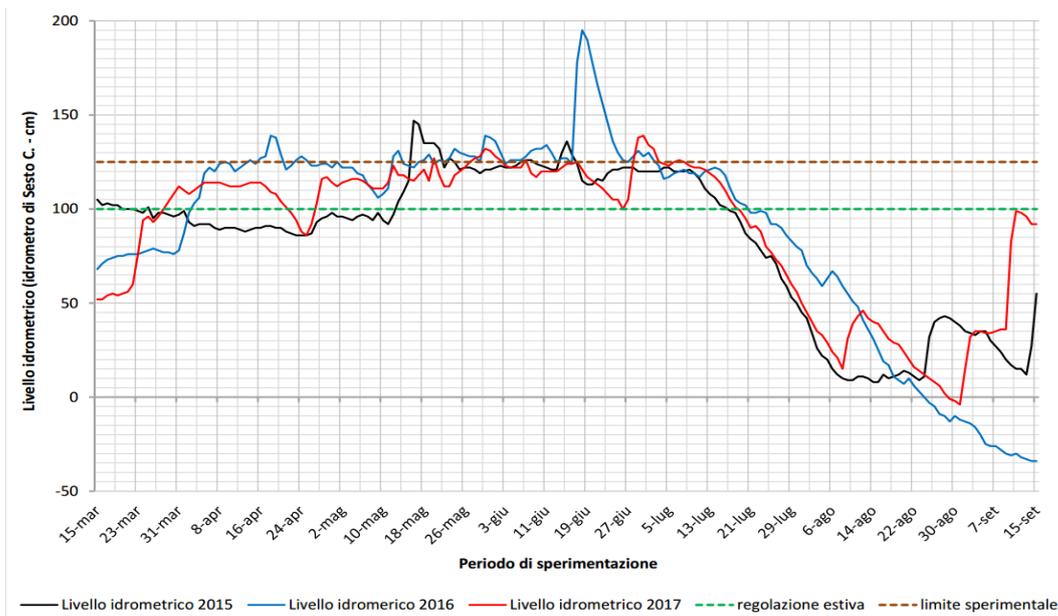


Figura 75 - Confronto tra i livelli del Lago Maggiore negli anni 2015, 2016, 2017 e i limiti di regolazione a +1,00 e +1,25 m nel periodo di sperimentazione estiva (15 marzo - 15 settembre).

Per tutte e tre le annualità sono riscontrabili due fasi principali sostanzialmente coincidenti dal punto di vista temporale e con andamenti simili:

- livelli superiori a +1,00 m indicativamente da inizio aprile a metà luglio (mediamente di 18 cm);
- livelli inferiori a +1,00 m indicativamente dopo la metà di luglio e con una ripida curva di calo (mediamente di 62 cm).

A seconda dell'andamento meteorologico, nelle ultime settimane del periodo sperimentale si può osservare un aumento di livello dovuto alle piogge tardo estive. Nel 2015 ciò è avvenuto a partire dall'ultima settimana di agosto; nel 2016 questo fenomeno non si è verificato e il livello è risultato in discesa da metà luglio fino alla fine del periodo sperimentale e nel 2017 a partire da inizio settembre il livello del lago è risalito per un breve periodo per poi ridiscendere costantemente nei mesi di ottobre e di novembre fino a sfiorare il minimo storico.

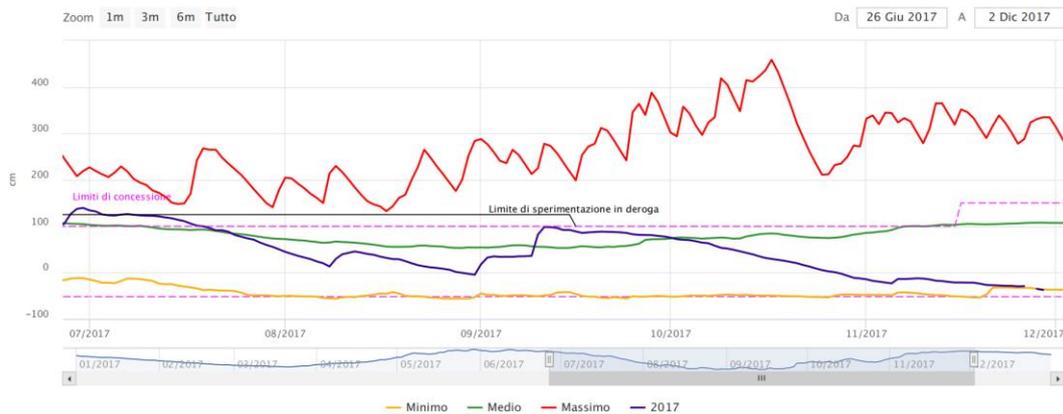


Figura 76 - Andamento del livello idrometrico del Lago nel periodo luglio-dicembre 2017.

Il livello medio del periodo sperimentale è risultato:

- nel 2015 pari a 84 cm
- nel 2016 e nel 2017 pari a 90 cm.

La stagione estiva 2018, così come la precedente stagione 2017, è stata caratterizzata dall'assenza di eventi meteorologici intensi e prolungati che potessero generare eventi di piena del lago. Durante la stagione primaverile, e più di preciso tra gli ultimi giorni di aprile e l'inizio di giugno, sono state tre le occasioni in cui si è reso necessario procedere al completo abbattimento dello sbarramento della Miorina. Il massimo livello idrometrico raggiunto dal lago durante la stagione estiva 2018 è stato di +1,30 m (194,32 m s.l.m.), livello superato per meno di tre ore nel corso della notte del primo maggio.

Più critica è risultata invece la gestione degli eventi di magra nel periodo estivo. In conseguenza alla totale assenza di eventi meteorologici in grado di ripristinare, almeno in parte, la riserva idrica per tutto il periodo successivo alla metà di giugno, il livello del lago si è progressivamente ridotto nel corso della stagione, fino ad assestarsi negli ultimi giorni di agosto su valori prossimi a - 15 cm, con picchi negativi di - 25 cm. Con la vecchia regola di gestione in questo periodo il lago avrebbe oscillato attorno al valore di - 25 cm, con picchi di - 35 cm, con maggior impatto sia sulla componente paesaggistica, sia sulla navigazione. L'effetto di questa prolungata siccità ha penalizzato anche gli utenti del Consorzio del Ticino, senza però arrecare danni significativi alle colture.

Da un'analisi generale dell'andamento delle grandezze idrometriche nel corso della stagione estiva, si conferma quindi quanto già emerso nei precedenti rapporti di monitoraggio: l'innalzamento del limite di massima regolazione estiva a +1,25 m, e ancora di più l'auspicato ulteriore innalzamento a +1,50 m, consente di dare un maggior respiro agli utenti a valle del lago, che, in assenza di precipitazioni estive significative, si trovano già alla fine del mese di luglio a dover limitare i prelievi. In assenza di precipitazioni, come si è visto nel 2018 e nel 2016, questa situazione degenera progressivamente finché non si verificano eventi meteorologici in grado di portare volumi significativi di acqua al lago.

Al termine del quarto anno di sperimentazione, si può affermare che non vi sono stati eventi di piena significativi attraverso i quali testare l'affidabilità degli strumenti

previsionali in condizioni estreme e verificare gli effetti reali della sperimentazione durante le piene. Per contro, nelle ultime settimane del 2018 e del 2016 è stato possibile valutare gli effetti della sperimentazione in regime di siccità, anche se questo tipo di verifica non costituisce l'obiettivo principale della sperimentazione in corso.

Nella stagione estiva 2019, a differenza delle quattro stagioni precedenti (durante le quali il limite di massima regolazione del livello del lago è sempre stato di +1,25 m rispetto allo zero idrometrico di Sesto Calende), il massimo livello di regolazione del lago è stato di +1,25 m fino al 6 maggio ed è stato poi incrementato a +1,35 m dal 7 maggio sino al termine della stagione estiva (sulla base del Decreto n° 96/2019 del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po).

Così come le due precedenti stagioni di sperimentazione estiva 2017 e 2018, la stagione estiva 2019 è stata caratterizzata dall'assenza di eventi meteorologici intensi e prolungati che potessero generare eventi di piena del lago.

Solo nel periodo primaverile, tra la seconda metà di aprile e la prima metà di giugno, si è reso necessario in due casi procedere al completo abbattimento dello sbarramento della Miorina; il massimo livello idrometrico raggiunto dal lago durante tale periodo è stato di +1,65 m (194,67 m s.l.m.), in occasione dell'evento di morbida di fine aprile.

A differenza delle stagioni precedenti, nel corso della stagione estiva non ci sono stati periodi di magra tali da richiedere una riduzione delle portate derivate o da dar luogo a situazioni di crisi idrica del lago o del Fiume Ticino. Il livello del lago è stato quindi per l'intera stagione estiva abbondantemente al di sopra dello zero idrometrico e il livello minimo toccato nel corso della stagione estiva, se si esclude il periodo iniziale in cui il livello del lago era di poco al di sopra dello zero idrometrico, è stato di +39 cm (6 agosto).

Con la vecchia regola di gestione il livello massimo raggiunto in occasione della morbida di fine aprile sarebbe stato di +1,62 m (3 cm in meno del livello di colmo effettivamente raggiunto), mentre nel caso in cui il limite di massima regolazione fosse stato di +1,50 m, il livello massimo raggiunto a fine aprile sarebbe stato di +1,73 m.

Da un'analisi generale dell'andamento delle grandezze idrometriche nel corso della stagione estiva, rimane confermato il beneficio dell'innalzamento dei livelli lacuali sulle esigenze degli utenti del Consorzio e dei sistemi ambientali fruitori estivi di Po e Ticino.

Al termine del quinto anno di sperimentazione, tuttavia, non si sono mai presentati eventi di piena significativi attraverso i quali testare l'affidabilità degli strumenti previsionali in condizioni estreme e verificare gli effetti reali della sperimentazione durante le piene.

L'attività di regolazione estiva del Lago Maggiore nel 2020 ricalca sostanzialmente quanto avvenuto nel 2019, in particolare per l'innalzamento del massimo livello di regolazione a +1,35 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende (sempre sulla base di indicazioni dell'Osservatorio Permanente) a causa del rischio di crisi idrica previsto e per l'assenza di eventi di piena nel periodo specificamente oggetto della sperimentazione.

In tale anno, è stato necessario adottare le misure di gestione delle morbide (con il completo abbattimento delle paratoie dello sbarramento della Miorina) a stagione irrigua inoltrata, tra la fine di maggio e la metà di giugno: in tali occasioni, il massimo livello del lago è stato di +1,63 m s.z.i. (+194,65 m s.l.m.), valore mai superato per il resto dell'estate.

Al contrario, l'estate del 2020 è stata caratterizzata da una situazione di considerevole scarsità di afflussi, che ha costretto a ridurre le erogazioni dal lago a partire dal 23 luglio e ha comunque portato i livelli del lago al di sotto dello zero idrometrico per 22 giorni, con un minimo di - 33 cm s.z.i. il 27 agosto.

Per la seconda volta nel quinquennio, la portata erogata dal lago per le utenze di valle si è ridotta fino a 80 m³/s, anche se solo per quattro giorni, contro un valore complessivo concesso di circa 250 m³/s.

Dal punto di vista della sperimentazione, la simulazione di scenari di regolazione del lago differenti da quello reale mostra come, nel 2020, le diverse regole gestionali avrebbero modificato le tempistiche delle riduzioni di erogazione, ma non avrebbero inciso in modo significativo sulla loro entità; in particolare, il livello minimo del lago avrebbe comunque raggiunto, alla fine di agosto, un valore intorno a - 30 cm s.z.i. e si avrebbe comunque avuto un certo deficit idrico nella rete irrigua alimentata dal lago.

D'altra parte, l'eventuale mantenimento del valore ufficiale di massima regolazione attuale del lago (+1,00 m s.z.i. di Sesto Calende) avrebbe costretto ad anticipare le suddette riduzioni, aggravando notevolmente la carenza idrica a valle del lago.

Durante il periodo di sperimentazione sono stati redatti i seguenti Rapporti di monitoraggio ex post predisposti a seguito di eventi di piena o di morbida

- 1) Estate 2016 - Evento 15-18 Giugno 2016
- 2) Estate 2017 - Evento Marzo 2017
- 3) Inverno 2018-2019 - Evento Novembre 2018

ed i seguenti Rapporti tecnici di approfondimento:

- 1) Rapporto specifico durata manovre (dicembre 2015)
- 2) Rapporto specifico scala di deflusso (marzo 2016)
- 3) Rapporto specifico curva di invaso (dicembre 2015, aggiornato nel settembre 2016)
- 4) Stato di avanzamento delle attività del Gruppo di Lavoro II (marzo 2017)
- 5) Verifica del modello di calcolo in relazione al periodo 1-26 giugno 2016 (maggio 2017)
- 6) Verifica del modello di calcolo su 11 eventi storici (gennaio 2018, aggiornato nel novembre 2018)

PERIODO 2015 – 2020 – LE STAGIONI DI SPERIMENTAZIONE ESTIVA

Andamento dei livelli

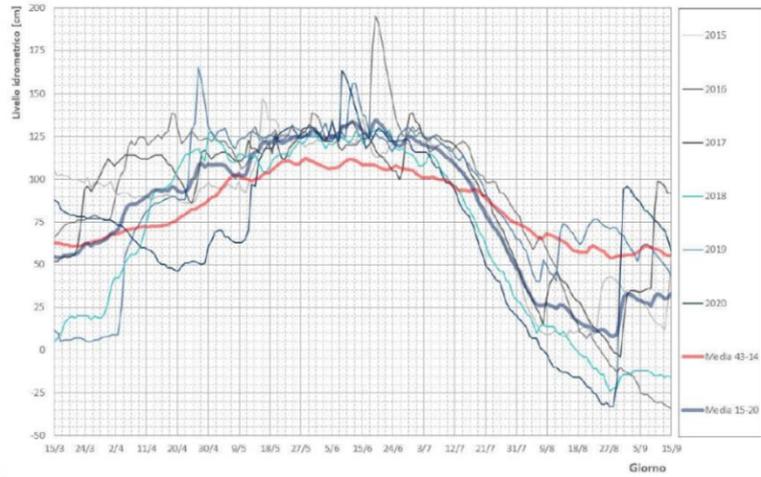


Figura 77 – Stagioni di sperimentazione estiva: andamento dei livelli (2015 – 2020).

PERIODO 2015 – 2020 – LE STAGIONI DI SPERIMENTAZIONE ESTIVA

Andamento delle portate erogate

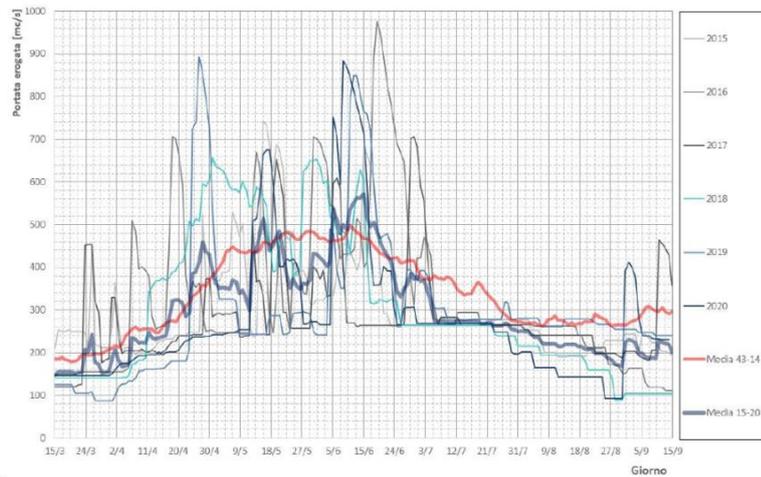


Figura 78 – Stagioni di sperimentazione estiva: andamento delle portate erogate (2015 – 2020).

3.5. I benefici della sperimentazione

N° di giorni di superamento del limite di massima regolazione nel corso del semestre di sperimentazione estiva

Questa diapositiva e le successive presentano l'aggiornamento all'anno 2020 dei risultati di sintesi già presentati al Tavolo tecnico il 5 febbraio 2019 relativamente al I QUADRIENNIO di sperimentazione.

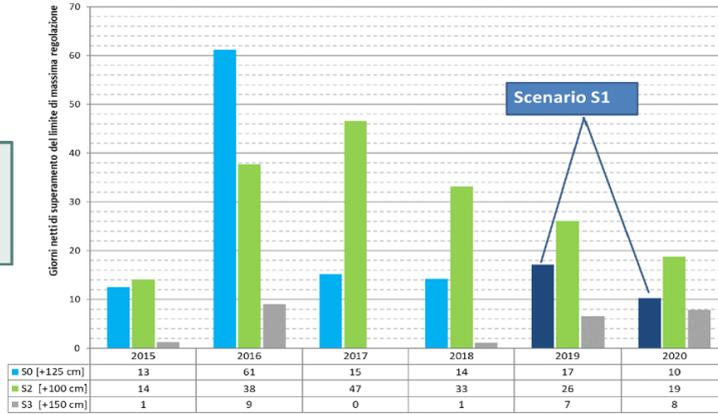


Figura 79 – Numero di giorni di superamento del limite di massima regolazione nel corso del semestre di sperimentazione estiva. Aggiornamento al 2020 dei risultati di sintesi.

I BENEFICI DELLA SPERIMENTAZIONE

N° di giorni con livello inferiore allo zero idrometrico nel corso del semestre di sperimentazione estiva

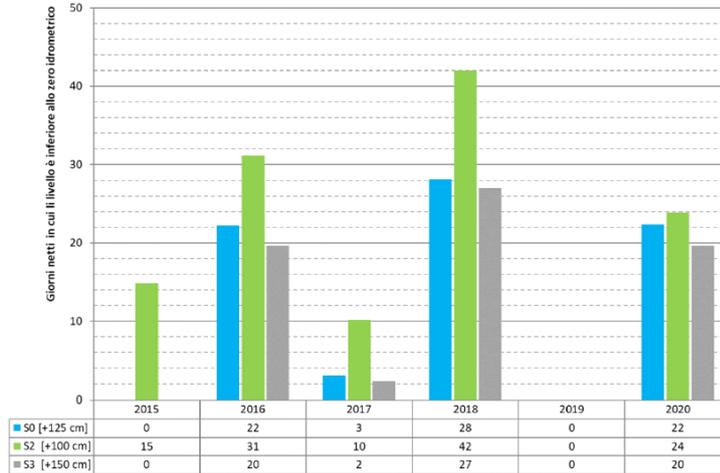


Figura 80 – Numero di giorni con livello inferiore allo zero idrometrico nel corso del semestre di sperimentazione estiva.

I BENEFICI DELLA SPERIMENTAZIONE

Volumi erogati in più rispetto allo scenario S2 (massima regolazione +100 cm)

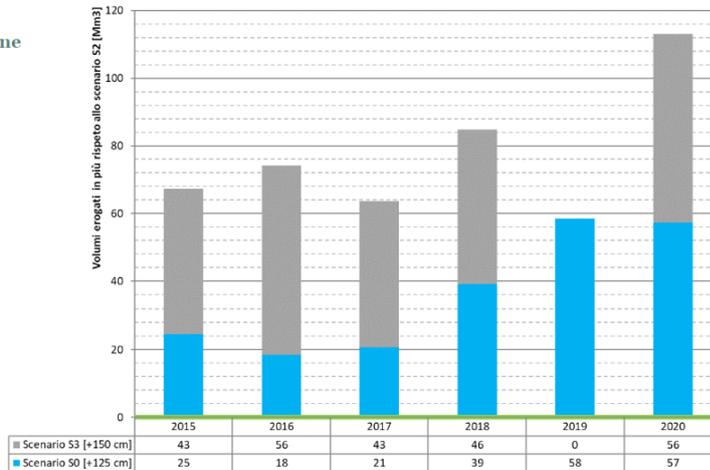


Figura 81 – Volumi erogati in più rispetto allo scenario S2 (massima regolazione +100 m).

I BENEFICI DELLA SPERIMENTAZIONE

Livello minimo stagionale

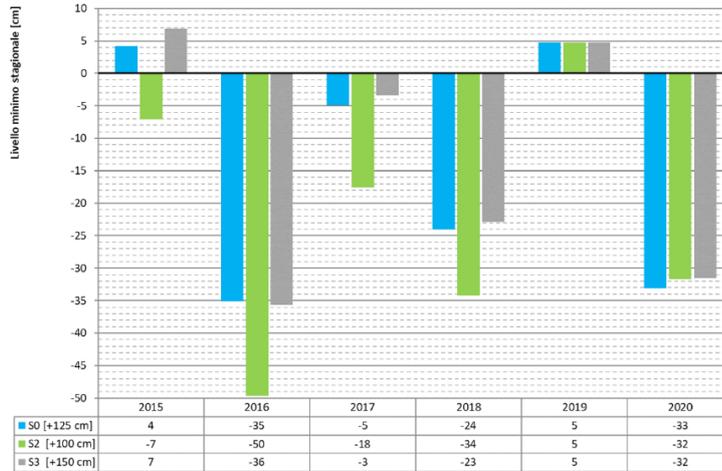


Figura 82 – Livello minimo stagionale (2015 – 2020) per i tre scenari: S0 (+1,25 m) in blu, S2 (+1,00 m) in verde e S3 (+1,50 m) in grigio.

I BENEFICI DELLA SPERIMENTAZIONE

Quadro di sintesi

STAGIONE	CONFRONTO S0 [+125] - S2 [+100]		CONFRONTO S3 [+150] - S2 [+100]		CONFRONTO S3 [+150] - S0 [+125]	
	H min [cm]	ΔV erogati [Mm ³]	H min [cm]	ΔV erogati [Mm ³]	H min [cm]	ΔV erogati [Mm ³]
2015	11	25	14	67	3	43
2016	14	18	14	74	0	56
2017	13	21	14	64	2	43
2018	10	39	11	85	1	46
2019	0	58	0	58	0	0
2020	0	57	0	113	2	56
MEDIA	8	36	9	77	1	40

Figura 83 – Quadro di sintesi del confronto tra i livelli minimi stagionali e le variazioni di volume, dal 2015 al 2020.

ANALISI COMPARATIVE SU LIVELLI, AFFLUSSI E DEFLUSSI

Comparazione tra l'andamento dei livelli idrometrici

Intero semestre

Livelli medi su periodo omogenei

Anche le successive diapositive presentano l'aggiornamento all'anno 2020 dei risultati di sintesi già presentati al Tavolo tecnico il 5 febbraio 2019 relativamente al I QUADRIENNO di sperimentazione.



Figura 84 – Comparazione tra l'andamento dei livelli idrometrici medi su periodi omogenei, per l'intero semestre (marzo – settembre). Aggiornamento all'anno 2020.

ANALISI COMPARATIVE SU LIVELLI, AFFLUSSI E DEFLUSSI

Comparazione tra l'andamento dei livelli idrometrici

Solo mesi estivi

Annate piovose e annate siccitose

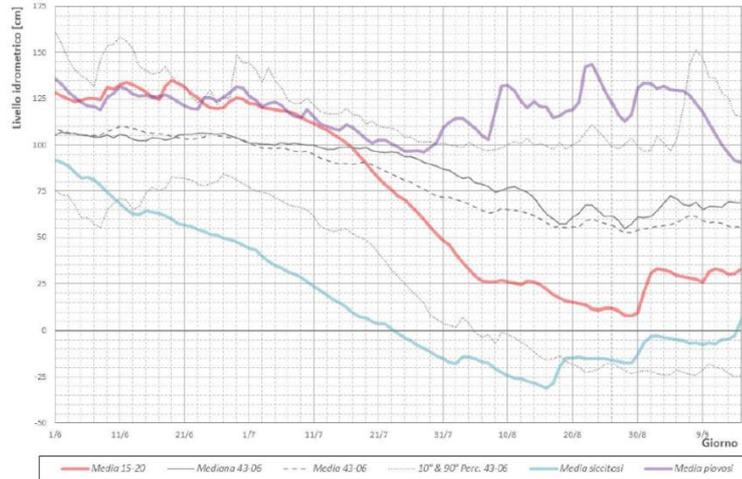


Figura 85 – Comparazione tra l'andamento dei livelli idrometrici dei soli mesi estivi. Aggiornamento all'anno 2020.

ANALISI COMPARATIVE SU LIVELLI, AFFLUSSI E DEFLUSSI

Comparazione tra l'andamento degli afflussi a lago

Intero semestre

Medie mobili su periodi omogenei

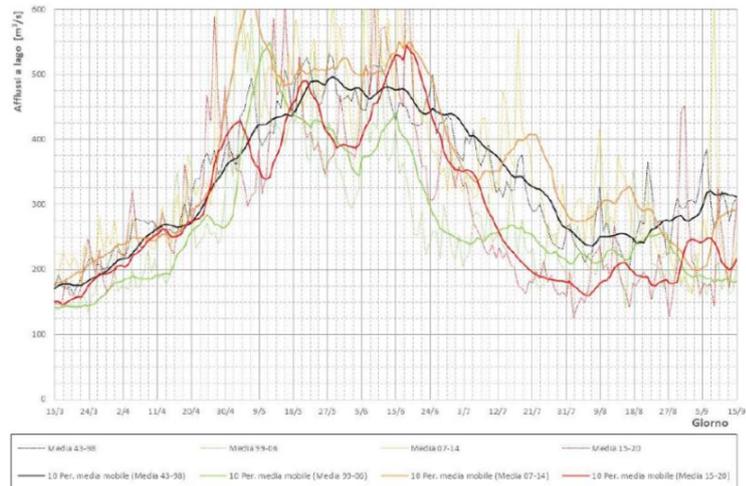


Figura 86 – Comparazione tra l'andamento degli afflussi al lago, per l'intero semestre (marzo – settembre).

ANALISI COMPARATIVE SU LIVELLI, AFFLUSSI E DEFLUSSI

Comparazione tra l'andamento degli afflussi a lago

Solo mesi estivi

Annate piovose e annate siccitose

Medie mobili

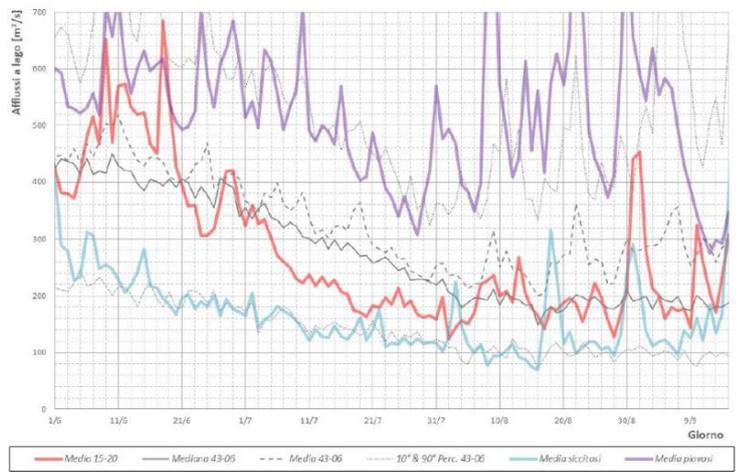


Figura 87 – Comparazione tra l'andamento degli afflussi al lago per i soli mesi estivi. Considerando le medie mobili anche delle annate piovose e siccitose.

ANALISI COMPARATIVE SU LIVELLI, AFFLUSSI E DEFLUSSI

Comparazione tra l'andamento delle portate erogate

Intero semestre

Periodi omogenei



Figura 88 – Comparazione tra l'andamento delle portate erogate per l'intero semestre (marzo – settembre).

ANALISI COMPARATIVE SU LIVELLI, AFFLUSSI E DEFLUSSI

Comparazione tra l'andamento delle portate erogate

Solo mesi estivi

Annate piovose e annate siccitose

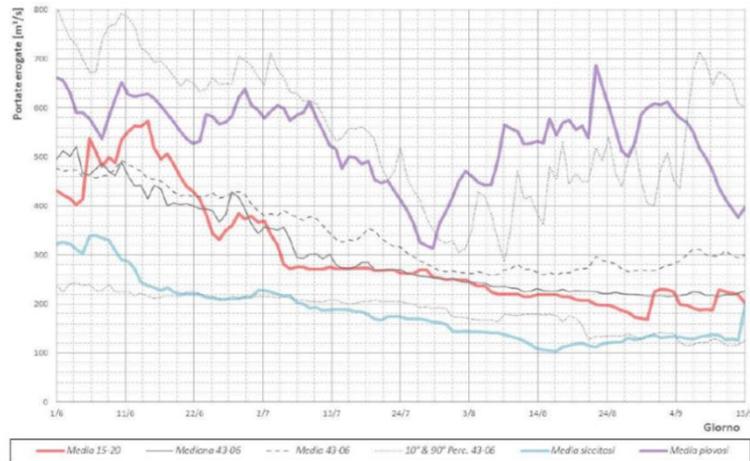


Figura 89 – Comparazione tra l'andamento delle portate erogate per i soli mesi estivi. Aggiornato all'anno 2020.

ANALISI COMPARATIVE SU LIVELLI, AFFLUSSI E DEFLUSSI

Comparazione tra afflussi e deflussi

Mesi estivi

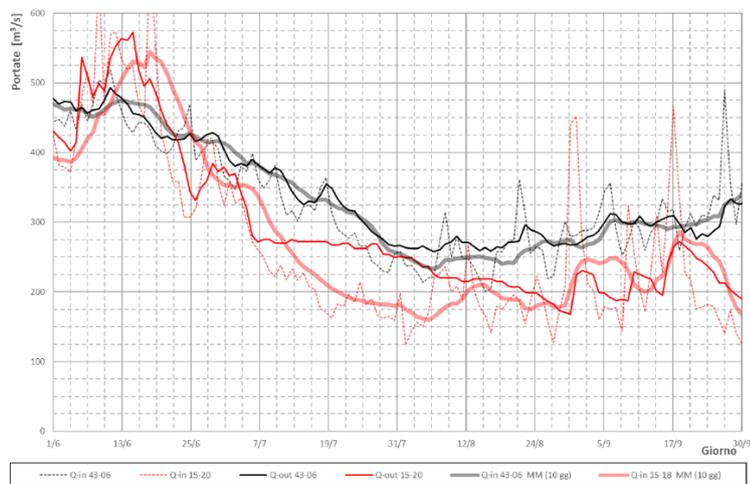


Figura 90 – Comparazione tra afflussi e deflussi per i mesi estivi. Aggiornamento all'anno 2020.

3.6. Considerazioni finali

Durante gli oltre cinque anni di sperimentazione, come illustrato sinteticamente nei paragrafi precedenti, grazie ad un confronto continuo e proficuo tra il Consorzio del Ticino e i membri del Gruppo di Lavoro II, è stato effettuato un rilevante percorso tecnico che ha portato ad un continuo miglioramento ed una approfondita verifica del modello di calcolo.

Durante il periodo della sperimentazione non si sono mai verificati eventi di piena del lago; è avvenuto un solo evento di morbida nel giugno 2016, durante il quale il livello massimo del lago osservato a Sesto Calende è stato poco inferiore ai +2,00 m.

Ad eccezione del 2019, tutte le stagioni estive sono state segnate da periodi più o meno lunghi di scarsità idrica, situazione che è risultata particolarmente critica nel 2016, nel 2018 e nel 2020.

Durante i periodi di crisi idrica non è mai stato ridotto il Deflusso Minimo Vitale rilasciato dallo sbarramento, mentre si è reso necessario apportare riduzioni via via più consistenti alle portate destinate agli utenti del Consorzio del Ticino.

Nell'agosto del 2016, del 2018 e del 2020 il livello del lago è rimasto per diverse settimane al di sotto dello zero idrometrico, con effetti rilevanti sulla navigazione e sulla componente paesaggistica.

L'innalzamento del limite di massima regolazione da +1,00 m a +1,25 m si traduce sia in benefici per gli utenti del Consorzio (e indirettamente per il Fiume Ticino), sia in benefici per il lago; i primi sono stati stimati in media in 36 milioni di metri cubi d'acqua erogati in più tra la fine di luglio e l'inizio di settembre, mentre il livello minimo del lago è stato mediamente più alto di 8 cm.

L'effetto di un ulteriore innalzamento da +1,25 m a +1,50 m avrebbe consentito di erogare maggiori volumi d'acqua nei periodi più siccitosi (ulteriori 40 milioni di metri cubi), senza modificare significativamente i livelli minimi del lago.

Il confronto con i dati storici relativi al periodo precedente alla sperimentazione ha evidenziato che gli afflussi a lago nel periodo della sperimentazione sono stati significativamente più ridotti rispetto a quelli del passato, differenza particolarmente evidente nei mesi di luglio e agosto.

La stessa differenza si riscontra nell'andamento delle portate erogate: le elaborazioni svolte dimostrano chiaramente che la portata erogata dal lago durante la sperimentazione è inferiore ai valori medi storici del periodo e che quindi non vi è stato un maggiore sfruttamento della risorsa idrica.

Nella seconda fase della sperimentazione (2019-2020), però, non vi è stato modo di verificare l'effetto della regolazione al secondo scenario previsto dal protocollo, cioè +1,50 m sull'idrometro di Sesto Calende.

Alla luce di una valutazione complessiva di quanto accaduto in questo periodo e di quanto è stato fatto nell'ambito del gruppo di Lavoro II, si ritiene che un eventuale ulteriore periodo di sperimentazione darebbe la possibilità di:

- 1) sperimentare il livello di massima regolazione estiva del lago a +1,50 m sull'idrometro di Sesto Calende, obiettivo iniziale della sperimentazione che, come detto, non è di fatto mai stato sperimentato;
- 2) verificare le performance del modello di calcolo in occasione di eventi di piena (oltre +2,00 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende) durante la stagione estiva, qualora nei prossimi anni si dovessero verificare eventi con queste caratteristiche;
- 3) migliorare alcune parti specifiche del modello di calcolo, riprendendo gli spunti già definiti durante l'ultimo periodo della sperimentazione, che non è stato però possibile sviluppare a causa delle ridotte attività del Gruppo di Lavoro II tra il 2019 e il 2020.

4. IMPATTO SUI BENI DEMANIALI

Il Gruppo di Lavoro III “Impatto sui beni demaniali”, istituito come gli altri gruppi nella seduta del tavolo tecnico del 30 luglio 2015, si pone l’obiettivo di valutare l’effetto della sperimentazione sulle aree demaniali prevalentemente in termini di effetti sulla fruibilità delle spiagge, attraverso un indicatore che sia in grado di mettere in relazione il livello del lago e la curva di durata dei livelli con la fruibilità delle spiagge. Nello specifico, l’attività si è articolata nei seguenti punti:

- raccolta di informazioni circa gli effetti della regolazione dei livelli lacustri in periodo estivo-primaverile sulla disponibilità di aree spondali demaniali a fini fruitivi e turistici;
- identificazione, attraverso un percorso condiviso, delle spiagge rappresentative su cui costruire un indice e sviluppare le analisi;
- definizione di una metodologia per quantificare e valutare la perdita di spiaggia fruibile in conseguenza del cambiamento della regola di gestione dei massimi livelli del lago.

4.1. Aree di intervento

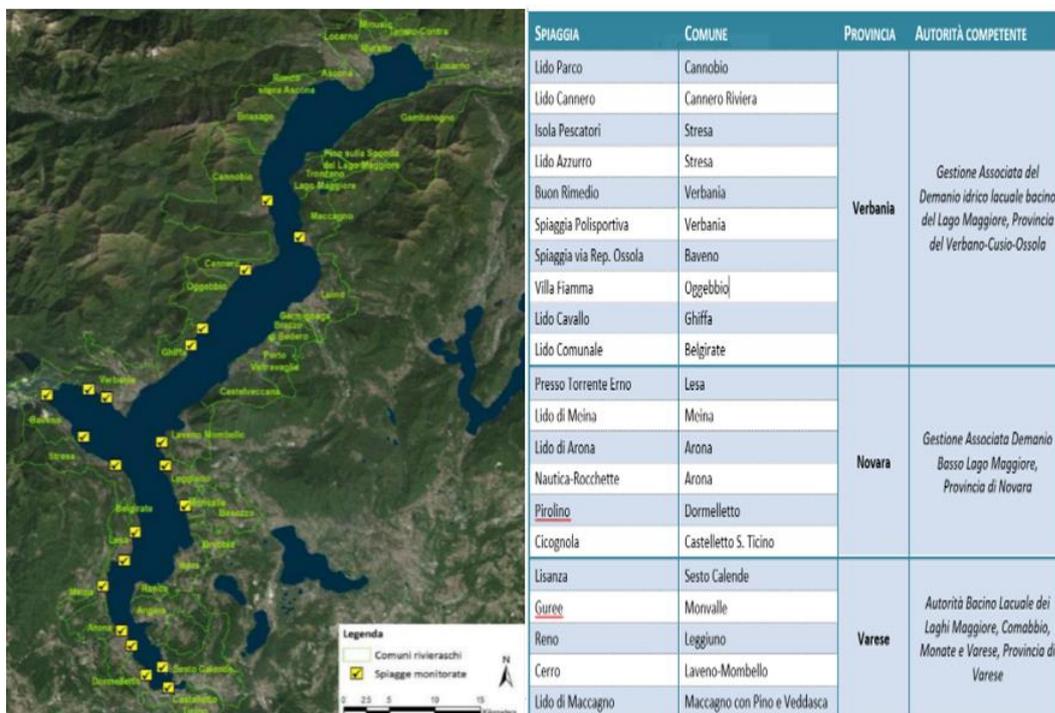


Figura 91 – A sinistra la distribuzione delle aree di intervento, a destra la relativa tabella nella quale vengono specificati il Comune, la provincia e l’Autorità competente sull’area considerata.

La scelta delle spiagge rappresentative da monitorare è stata effettuata congiuntamente tra il Consorzio del Ticino e gli Enti gestori; ciò ha condotto alla definizione delle 21 spiagge così distribuite tra la sponda piemontese (16 spiagge) e quella lombarda (5 spiagge) (Figura 91):

- 10 in provincia di Verbania;
- 6 in provincia di Novara;
- 5 in provincia di Varese.

4.2. Rilievi topografici

L'attività di campo si è protratta per l'intero mese di febbraio 2016 ed è stata così organizzata:

- dal 3 al 5 febbraio sono state monitorate le spiagge del medio e alto lago piemontese, da Cannobio fino a Verbania;
- il 16 e 17 febbraio sono stati rilevati i dati sulle spiagge del basso lago piemontese da Lesa fino a Castelletto Sopra Ticino;
- nei giorni compresi tra il 22 e il 26 febbraio sono state monitorate le 5 spiagge lungo la sponda lombarda del lago.

Il monitoraggio è stato effettuato tramite rilievo topografico, accompagnato da un rilievo fotografico dell'area, delle sezioni e dei manufatti in essa presenti; lo scopo del rilievo topografico è quello di fornire una descrizione metrico-quantitativa di una porzione della superficie terrestre e di stilare così una mappa topografica. Nel caso specifico il rilievo è stato condotto con lo scopo di caratterizzare dal punto di vista altimetrico e morfologico le singole spiagge, in modo da metterle in relazione con i differenti livelli lacustri. Per ogni spiaggia è stato dunque eseguito:

- un rilievo topografico tramite sezioni;
- un processo di individuazione e rilievo di un caposaldo locale di riferimento, per poter eventualmente integrare il rilievo svolto in momenti successivi;
- il rilievo del pelo libero dell'acqua;
- il rilievo di un caposaldo IGM.

Il rilievo è stato eseguito con ricevitori GPS topografici secondo la metodologia denominata *Differential Global Navigation Satellite System* (DGNSS) in cui vengono utilizzati due ricevitori: uno, chiamato "*base*", acquisisce i dati inviati dai satelliti rimanendo in una posizione nota, mentre il secondo, denominato "*rover*", si muove attorno al primo.

Questa metodologia di lavoro permette di effettuare una valutazione dell'errore commesso confrontando i valori delle misure con quelli desunti dalle effemeridi dei satelliti; tali correzioni vengono dunque trasmesse e applicate alle misure eseguite dal rover. Nel caso specifico il posizionamento in tempo reale avviene secondo il metodo RTK (*Real Time Kinematic*) in cui il rover si connette ad una rete di stazioni fisse chiamata "*NatGeo*" e da cui riceve in tempo reale le correzioni della posizione. La comunicazione avviene grazie a una connessione internet alla rete NatGeo, tramite segnale GSM/GPRS. Nel caso in cui la

copertura del segnale GSM si fosse rivelata scarsa, si è ricorso al sistema base-rover in cui la base, posizionata dagli operatori in un punto noto, comunica tramite segnale radio le correzioni al rover.

Tale metodo ha consentito di raccogliere dati con una precisione che raggiunge i 10 mm sul piano orizzontale e i 15 mm sul piano verticale.

Per quelle aree in cui la componente vegetazionale è risultata piuttosto importante, il rilievo è stato integrato o condotto tramite stazione totale, la quale riunisce in sé le funzioni di teodolite e distanziometro elettronico, e collegato al rilievo GPS tramite punti di orientamento comuni.

I rilievi topografici sono stati eseguiti con la seguente strumentazione:

- Topcon HiperV, utilizzabile esclusivamente come rover;
- Topcon GR-3, utilizzabile come base in un sistema base-rover oppure esclusivamente come rover;
- Sokkia CX, stazione totale.

Topcon HiperV



Topcon GR-3



Sokkia CX



Figura 92 – Strumentazione topografica.



Figura 93 - Esempi di rilievo GPS in RTK: a sinistra il rilievo è stato condotto con il sistema base-rover (spiaggia di Maccagno); a destra è stato effettuato il collegamento alla rete di stazioni fisse NatGeo (Baveno).



Figura 94 -Esempi di rilievo di un caposaldo IGM (a sinistra, Belgirate) e del pelo libero dell'acqua (a destra, Oggebbio).

Tutte le informazioni spaziali raccolte sono state restituite nel sistema di coordinate WGS84 UTM 32N (EPSG 32632). Considerando l'intera campagna di campionamento, sono stati rilevati 6932 punti GPS per una media di circa 330 punti per spiaggia. In generale, il numero di sezioni effettuate e di punti rilevati per singola spiaggia variava a seconda della sua grandezza e dell'omogeneità del territorio.

L'INDICE DI FRUIBILITÀ

I rilievi topografici

Acquisizione del caposaldo IGM:



Acquisizione del caposaldo di riferimento della spiaggia:



Acquisizione del pelo libero:



Rilievo topografico della spiaggia:



Figura 95 – Campagna di rilievo effettuata per la raccolta delle informazioni spaziali.

Terminata l'attività di campo si è affrontata la fase di elaborazione dati da cui si sono ottenuti gli output necessari per effettuare le stime sull'area fruibile in relazione ai differenti livelli del lago.

I dati raccolti sono stati prima scaricati all'interno del software topografico *Meridiana* e successivamente elaborati in *ArcMap*. Il calcolo finale è stato eseguito all'interno di un ambiente di lavoro MS Excel.

Tramite *Meridiana* i dati grezzi sono stati orientati correttamente nello spazio, restituendo per ogni spiaggia un file .csv contenente le coordinate planari dei punti e la rispettiva quota. Il sistema di riferimento delle coordinate è il WGS84 UTM 32N (EPSG 32632), mentre come quota di riferimento è stato utilizzato il livello del lago sulla base dell'idrometro di Pallanza.

I vari file .csv sono stati dunque importati in ArcMap grazie al quale è stato possibile creare dei modelli digitali del terreno tramite TIN (*Triangulated Irregular Network*). Questi modelli sono costituiti da una sequenza di aree triangolari aventi i vertici coincidenti con i punti di quota e risultano più efficienti rispetto ai DEM in formato raster per la rappresentazione di aree disomogenee. Sebbene le spiagge fossero morfologicamente molto omogenee, la presenza di muri e manufatti al loro interno ha reso più idonea la loro rappresentazione tramite TIN, dato che un raster non sarebbe in grado di modellare adeguatamente queste aree che rappresentano una repentina discontinuità rispetto all'ambiente circostante. Tuttavia, una volta generate, le TIN sono state adeguatamente modellate al fine di rappresentare nel modo più dettagliato e verosimile possibile le spiagge, poiché il software non sempre è in grado di collegare con criterio i punti di quota, dando a volte origine ad artefatti poco realistici.

Successivamente sono state estratte le isolinee rappresentate da curve di livello con la quota espressa in m s.l.m. e coerenti con buona approssimazione con gli idrometri di Pallanza e di Sesto Calende. Da qui è stato possibile calcolare l'area di ogni spiaggia compresa tra due curve di livello, mediante un apposito tool impostato all'interno della *Arctoolbox* di ArcMap. Tramite tale tool è stata dunque definita l'area sottesa ad ogni quota, con passo di 1 cm.

I risultati ottenuti sono stati importati in un unico foglio di calcolo Excel grazie a cui è stato possibile definire per tutte le spiagge la frazione dell'area interessata dalla presenza delle acque del lago.

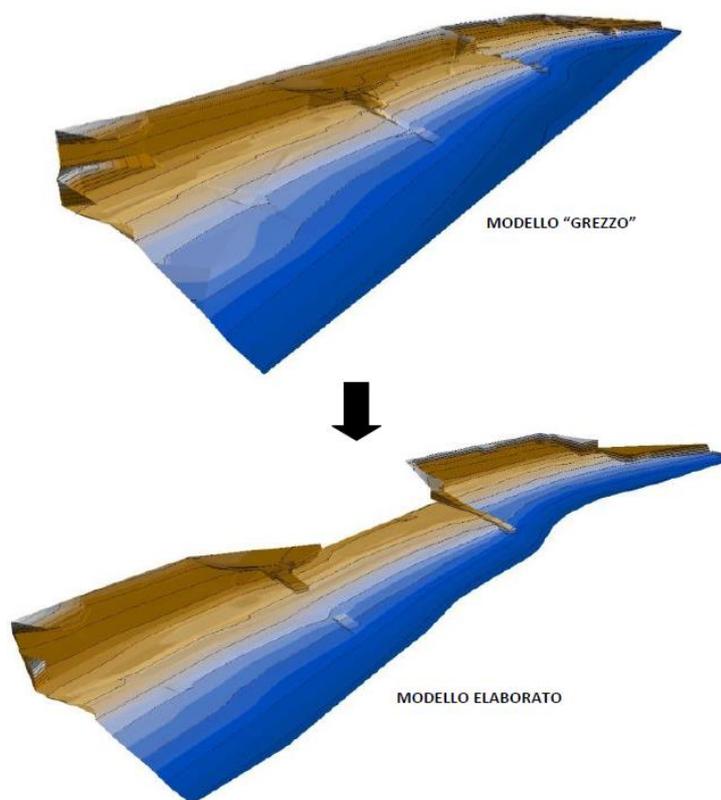


Figura 96 - Esempio di elaborazione di un modello digitale 3D di una spiaggia: in alto è mostrata la TIN generata automaticamente dal software dove sono presenti diversi artefatti; in basso si osserva il risultato finale dell'elaborazione (spiaggia Lido Azzurro di Stresa).

Per ogni rilievo effettuato è stata impostata un'apposita scheda nella quale vengono riportate:

- una breve descrizione della morfologia e dello stato di conservazione della spiaggia, evidenziando eventuali limiti alla sua fruibilità;
- la caratterizzazione altimetrica della spiaggia e una sua rappresentazione in 3D;
- alcune fotografie delle aree rilevate effettuate nel corso dei rilievi topografici;
- una mappa in cui sono indicati i punti topografici rilevati, dove sono anche tracciati i limiti superiori e inferiori della fascia di fruibilità;
- un grafico rappresentante l'area di spiaggia fruibile sommersa (in relazione a una quota minima di riferimento) e la percentuale di spiaggia fruibile, entrambi in funzione del livello idrometrico del lago. Queste funzioni sono state tracciate per tre differenti scenari:
 1. livello inferiore della fascia di fruibilità pari a 192,50 m s.l.m. (ad eccezione di alcuni casi particolari) e livello superiore proposto dalla Gestione Associata;
 2. livello inferiore della fascia di fruibilità pari a 193,00 m s.l.m. (ad eccezione di alcuni casi particolari) e livello superiore proposto dalla Gestione Associata;
 3. livelli inferiori e superiori proposti da Blu Progetti srl nel maggio 2016, riportati con il solo scopo di consentire un confronto tra le due metodologie proposte.

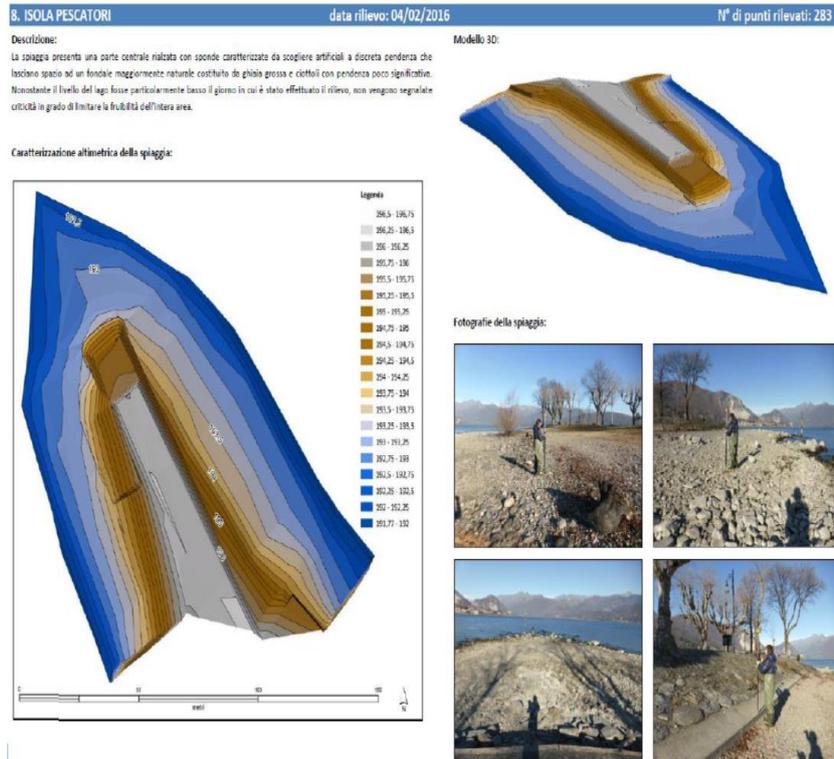


Figura 97 – Esempio di caratterizzazione altimetrica della spiaggia.

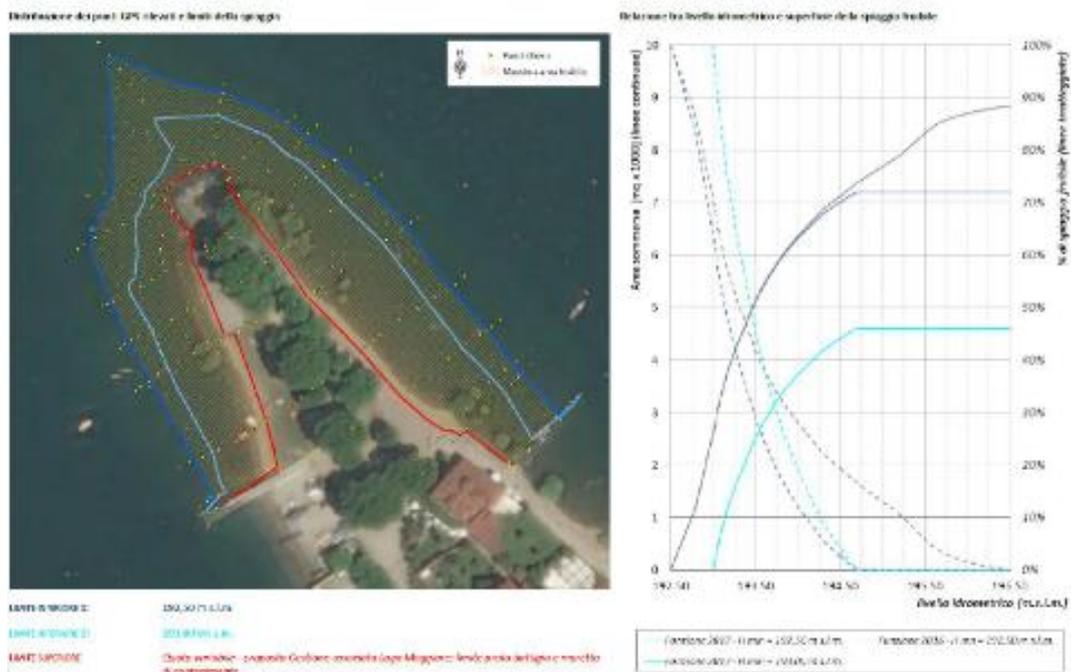


Figura 98 – L'immagine a sinistra mostra la distribuzione dei punti GPS rilevati e i limiti della spiaggia, mentre il grafico a destra esprime la relazione tra il livello idrometrico e la superficie della spiaggia fruibile.

4.3. Indice di fruibilità delle spiagge

Nel paragrafo precedente si è visto dunque che per ogni spiaggia interessata dai rilievi sono state ricavate delle curve che mettono in relazione la porzione di spiaggia fruibile,

espressa sia in termini assoluti che percentuali, con il livello idrometrico del lago. In particolare, in tali curve:

- le linee continue indicano la superficie assoluta di spiaggia persa, espressa in migliaia di metri quadrati, in funzione del livello idrometrico;
- le linee tratteggiate indicano la percentuale di spiaggia fruibile, indipendentemente dal fatto che la spiaggia in esame sia piccola o grande.

Sono inoltre rappresentate tre differenti famiglie di linee:

- linee blu (continua e tratteggiata), che si riferiscono allo scenario in cui il livello inferiore della fascia di fruibilità è pari a 192,50 m s.l.m. (ad eccezione di alcuni casi particolari) e il livello superiore è quello proposto dalla Gestione Associata;
- linee azzurre (continua e tratteggiata), che si riferiscono allo scenario in cui il livello inferiore della fascia di fruibilità è pari a 193,00 m s.l.m. (ad eccezione di alcuni casi particolari) e il livello superiore è quello proposto dalla Gestione Associata;
- linee grigie (continua e tratteggiata), che coincidono con quelle proposte nel maggio 2016 e che sono state riportate nuovamente nel presente documento solo a titolo di confronto.

Nelle due figure sottostanti che considerano come livello minimo di fruibilità la quota di 192,50 m s.l.m. e la quota di 193,00 m s.l.m., sono riportate in un unico grafico le curve ricavate per le 21 spiagge oggetto di monitoraggio; nello specifico sono rappresentate le curve che mettono in relazione la quota idrometrica del lago con la superficie di spiaggia sommersa.

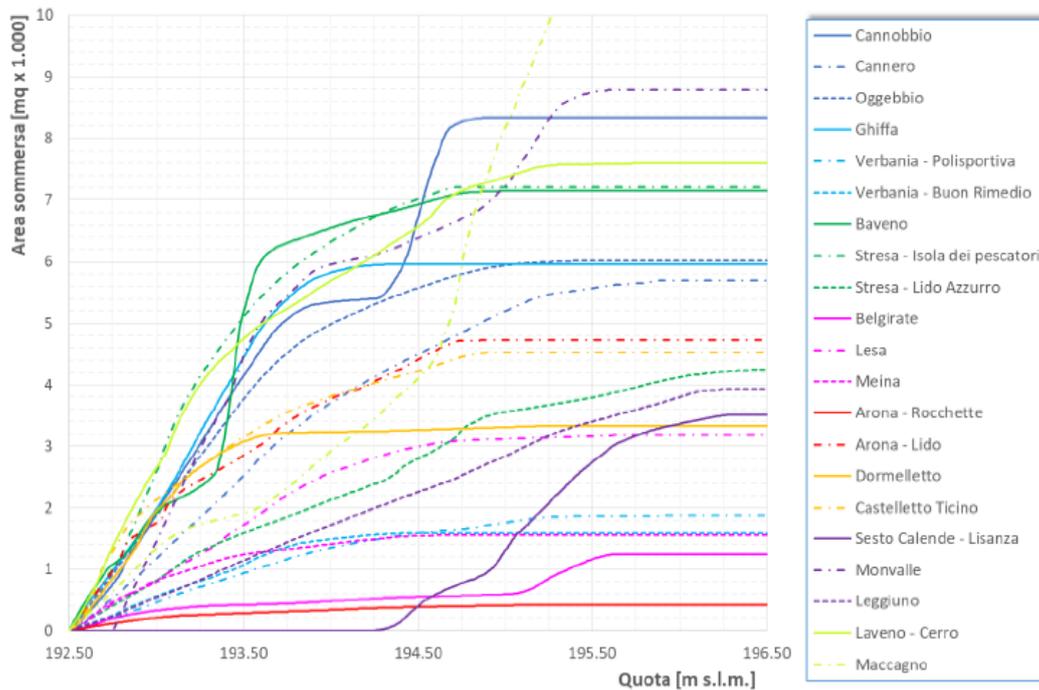


Figura 99 - Sovrapposizione delle 21 curve che mettono in relazione la quota idrometrica del lago con la superficie di spiaggia sommersa – ipotesi di limite inferiore di fruibilità delle spiagge in corrispondenza della quota 192,50 m s.l.m..

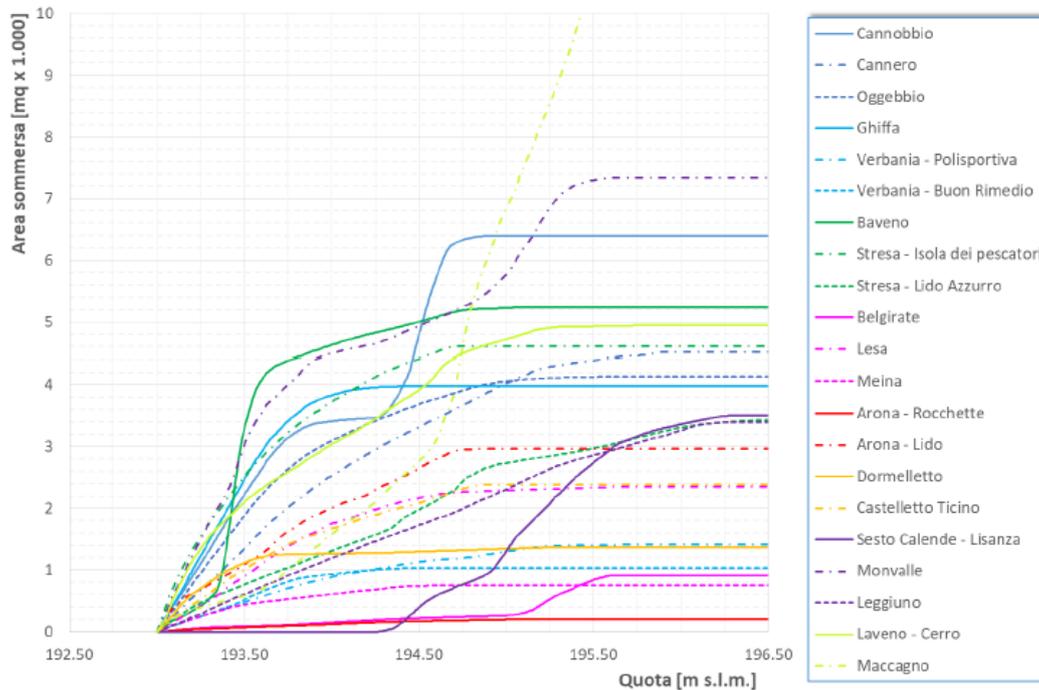


Figura 100 - Sovrapposizione delle 21 curve che mettono in relazione la quota idrometrica del lago con la superficie di spiaggia sommersa – ipotesi di limite inferiore di fruibilità delle spiagge in corrispondenza della quota 193,00 m s.l.m..

Per poter disporre di un unico indice di fruibilità delle spiagge, per ciascuno dei tre scenari presi in esame, si è reso necessario procedere all'aggregazione delle 21 curve ottenute. Per ottenere una funzione rappresentativa di tutte le spiagge, sono state utilizzate le curve relative alla perdita percentuale, in modo da rendere l'analisi indipendente dall'estensione delle spiagge. Aggregando per mezzo di una media aritmetica non pesata i valori ottenuti

per ciascuna spiaggia, è stato possibile ottenere una curva che rappresenta la relazione generale tra il livello idrometrico e la fruibilità delle spiagge. La curva ottenuta può essere considerata rappresentativa di tutte le spiagge (o se si preferisce della "spiaggia media") della sponda italiana di lago.

Nelle due figure riportate qui sotto, rispettivamente per le analisi che considerano come livello minimo di fruibilità la quota di 192,50 m s.l.m. e per quelle che considerano invece la quota di 193,00 m s.l.m., sono riportate le curve relative alla fruibilità delle 21 spiagge oggetto di monitoraggio, in funzione della quota idrometrica. Negli stessi grafici sono inoltre riportate le funzioni aggregate ricavate.

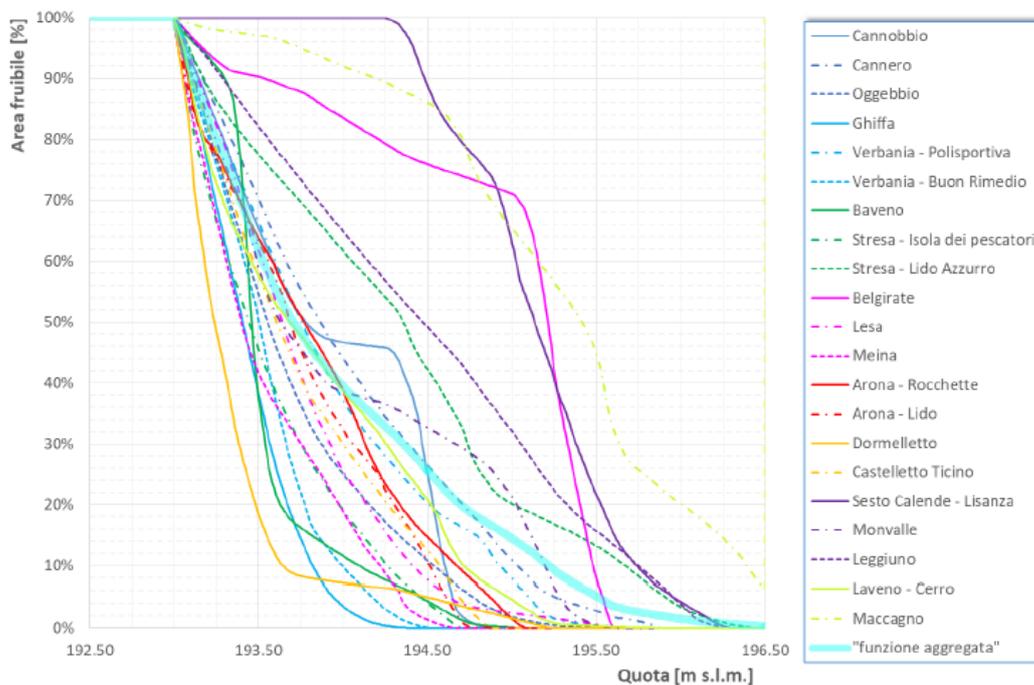


Figura 101 - Sovrapposizione delle 21 curve che mettono in relazione la quota idrometrica del lago con la percentuale di spiaggia fruibile e relativa funzione aggregata - ipotesi di limite inferiore di fruibilità delle spiagge in corrispondenza della quota 193,00 m s.l.m..

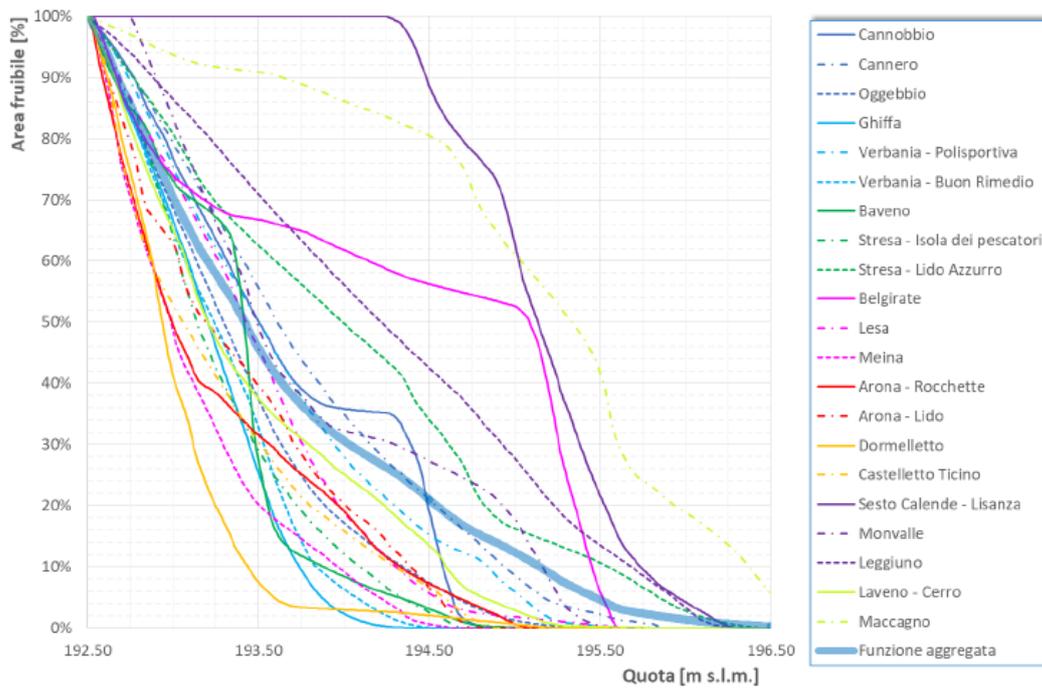


Figura 102 - Sovrapposizione delle 21 curve che mettono in relazione la quota idrometrica del lago con la percentuale di spiaggia fruibile e relativa funzione aggregata - ipotesi di limite inferiore di fruibilità delle spiagge in corrispondenza della quota 192,50 m s.l.m..

Nel grafico sottostante è infine rappresentato il confronto tra le due funzioni aggregate ricavate.

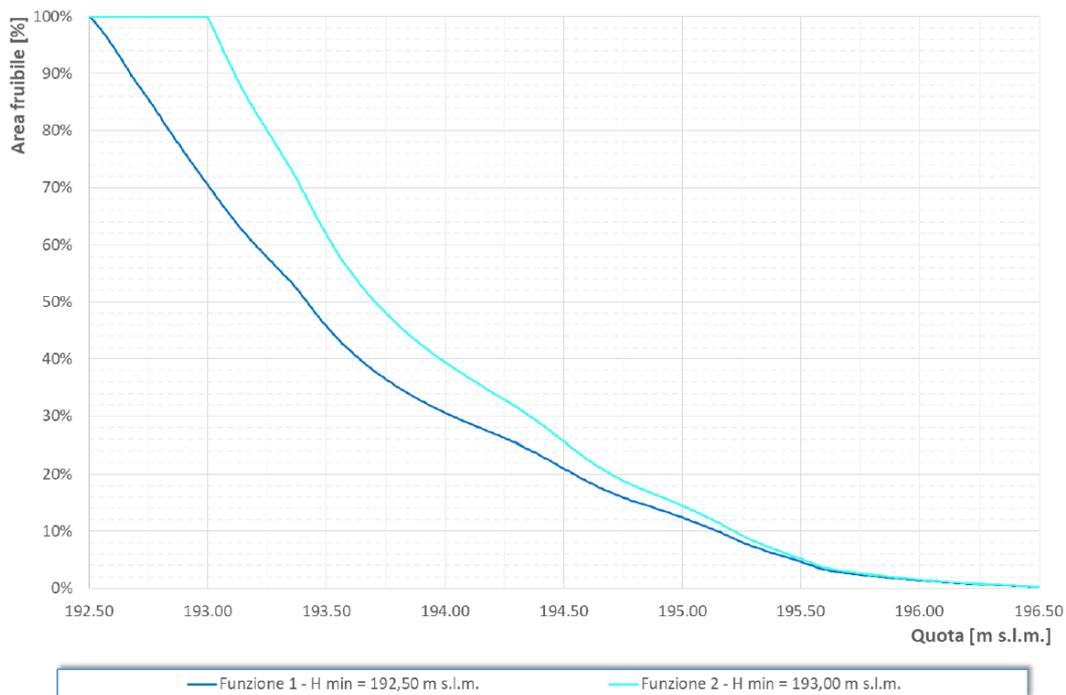


Figura 103 - Confronto tra le funzioni aggregate ricavate in relazione all'ipotesi di fruibilità delle spiagge in corrispondenza della quota 192,50 m s.l.m. (Funzione 1) e 193,00 m s.l.m. (Funzione 2).

Le funzioni ottenute vengono utilizzate per trasformare le curve relative all'andamento stagionale dei livelli lacustri in andamento stagionale della fruibilità delle spiagge. Le curve relative all'andamento stagionale dei livelli lacustri, per i diversi scenari ipotizzati, vengono ricavate tutti gli anni, al termine della stagione estiva, nell'ambito del Gruppo di Lavoro II ("Rapporto di monitoraggio semestrale sull'andamento del livello idrometrico").

Infine, integrando le curve ottenute su tutta la stagione balneare, si ottiene un valore che rappresenta l'indice medio di fruibilità delle spiagge relativo sia alla "stagione reale" sia agli scenari simulati. Tale valore può essere efficacemente utilizzato per confrontare gli effetti di diverse regole di gestione sui lidi.

4.4. Risultati ottenuti

Nella tabella sottostante si riportano gli scenari di riferimento considerati nell'analisi.

Scenario	Descrizione		
	2015, 2016, 2017, 2018	2019	2020
S0	<i>livelli reali</i> raggiunti dal lago con il limite di massima regolazione vigente, attuando lo svasso preventivo		
	Limite di massima regolazione estiva: + 125 cm per tutta la stagione estiva		
S1	<i>livelli simulati</i> raggiunti dal lago con l'attuale limite di massima regolazione estiva di + 125 cm , nell'ipotesi di non attuare lo svasso preventivo	<i>livelli simulati</i> raggiunti dal lago con limite di massima regolazione estiva di + 125 cm , attuando lo svasso preventivo	
S2	<i>livelli simulati</i> raggiunti dal lago con limite di massima regolazione estiva di + 100 cm , nell'ipotesi di non attuare lo svasso preventivo		
S3	<i>livelli reali</i> raggiunti dal lago con limite di massima regolazione estiva di + 150 cm , attuando lo svasso preventivo		
F0	Livello idrometrico pari a +0 cm per l'intera stagione balneare		
F100	Livello idrometrico pari a +100 cm per l'intera stagione balneare		
F125	Livello idrometrico pari a +125 cm per l'intera stagione balneare		
F150	Livello idrometrico pari a +150 cm per l'intera stagione balneare		

Figura 104 – Tabella che riporta gli scenari di riferimento considerati nell'analisi con la relativa descrizione.

L'indice di fruibilità poi è stato calcolato anche come:

- indice di fruibilità aggregato per mese, che considera il valore medio mensile;
- indice di fruibilità stagionale, che è rappresentativo dell'intera stagione balneare (1 maggio – 30 settembre).

Tutti questi indici sono calcolati sia per i livelli idrometrici osservati, sia per gli andamenti stagionali dei livelli simulati, elaborati nell'ambito delle attività in capo al GdL II. Di seguito sono riportati i risultati dell'analisi considerando la Funzione 1 (scenario in cui il livello inferiore della fascia di fruibilità è pari a 192,50 m s.l.m.) inerentemente alle stagioni 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020.

ANNO 2015

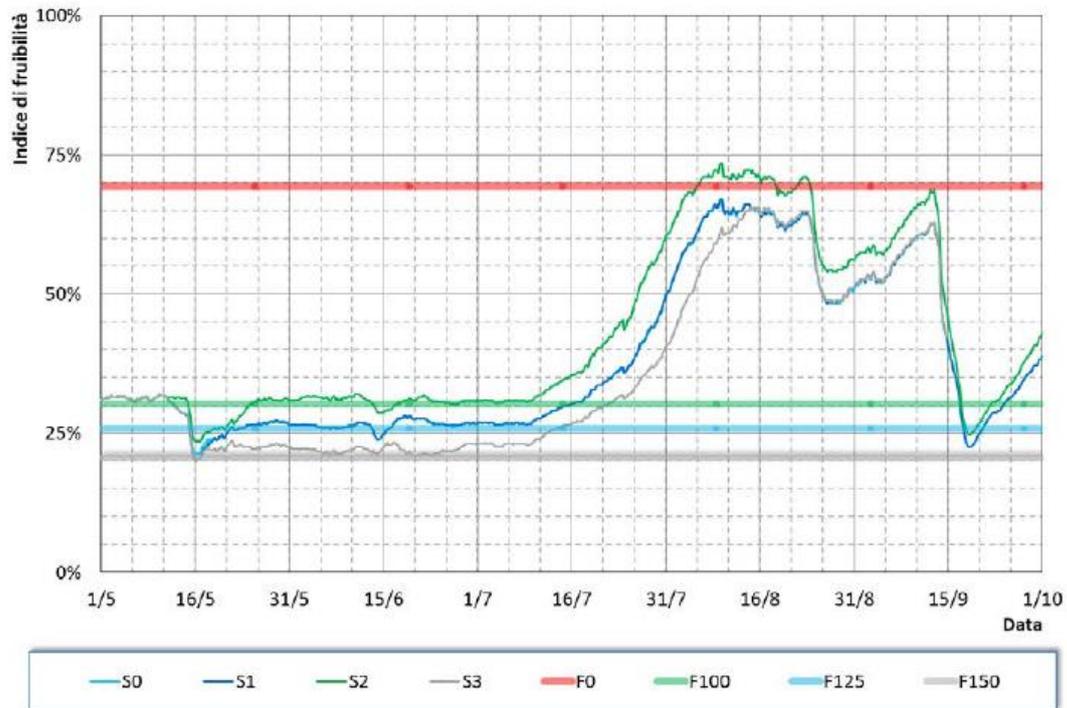


Figura 105 - Grafico dell'indice di fruibilità calcolato per i livelli osservati e simulati oltre che dell'indice di fruibilità stagionale per la stagione 2015.

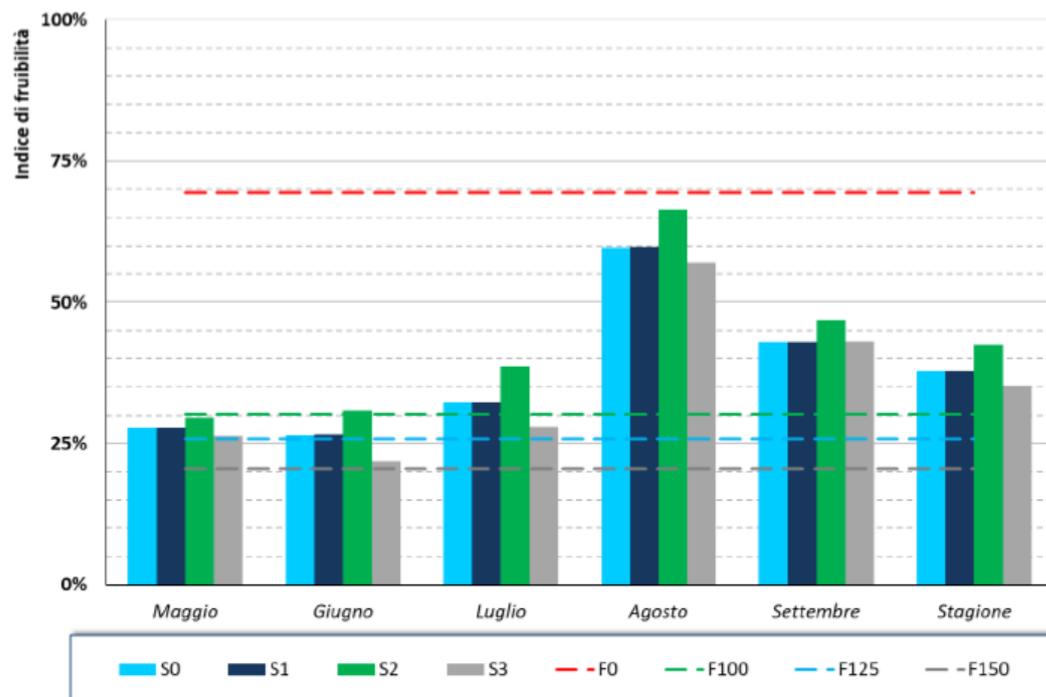


Figura 106 - Grafico dell'indice di fruibilità aggregato per mese e dell'indice di fruibilità stagionale per la stagione 2015.

ANNO 2016

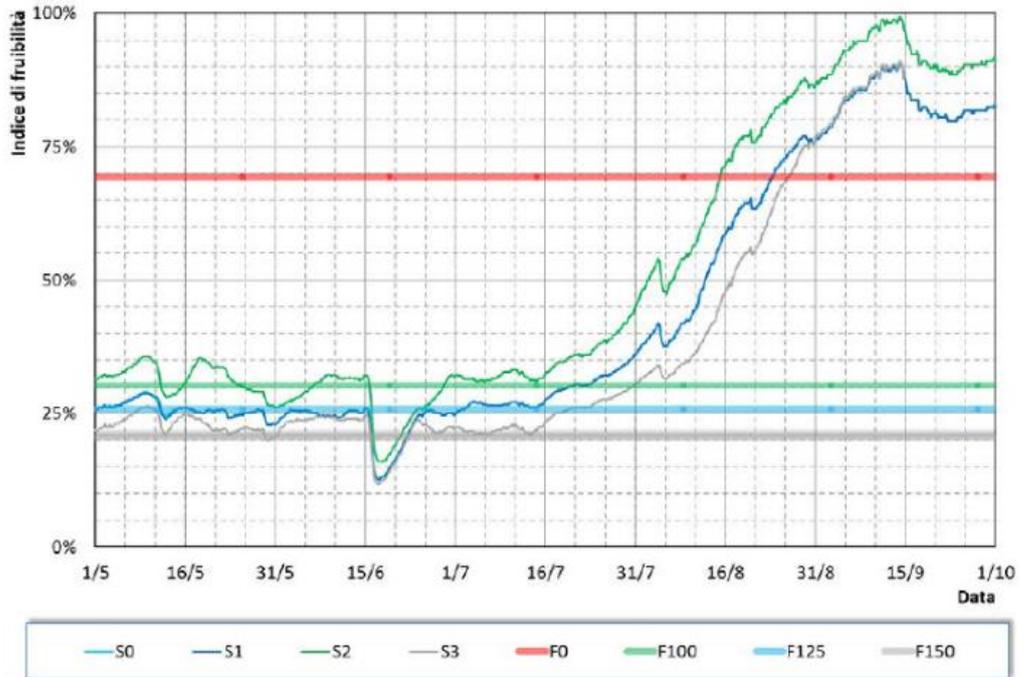


Figura 107 - Grafico dell'indice di fruibilità calcolato per i livelli osservati e simulati oltre che dell'indice di fruibilità stagionale per la stagione 2016.

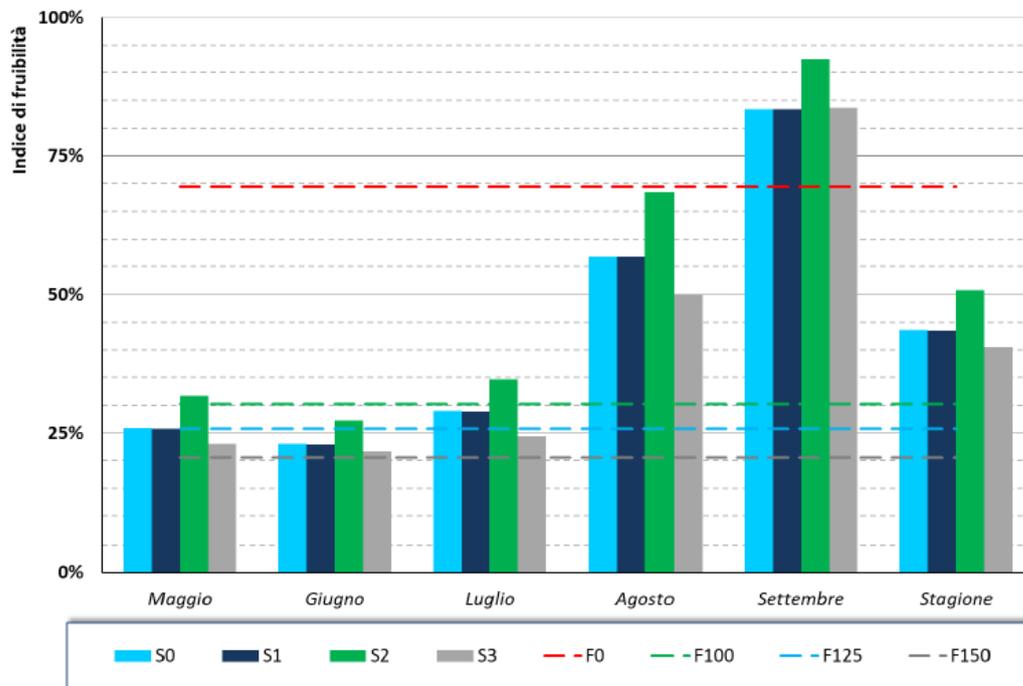


Figura 108 - Grafico dell'indice di fruibilità aggregato per mese e dell'indice di fruibilità stagionale per la stagione 2016.

ANNO 2017

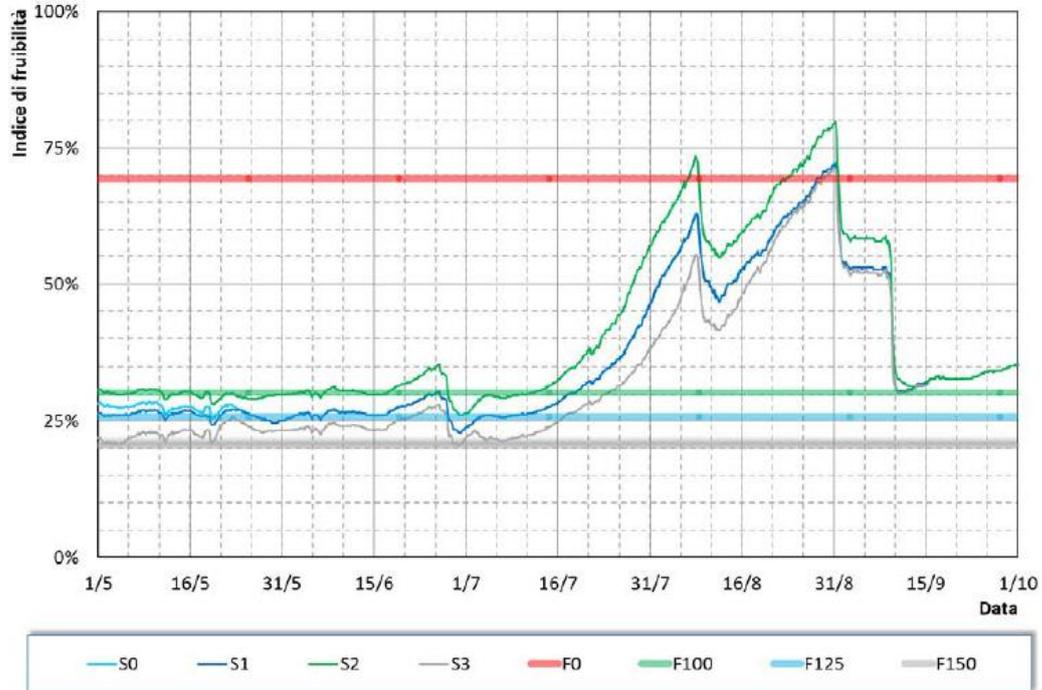


Figura 109 - Grafico dell'indice di fruibilità calcolato per i livelli osservati e simulati oltre che dell'indice di fruibilità stagionale per la stagione 2017.

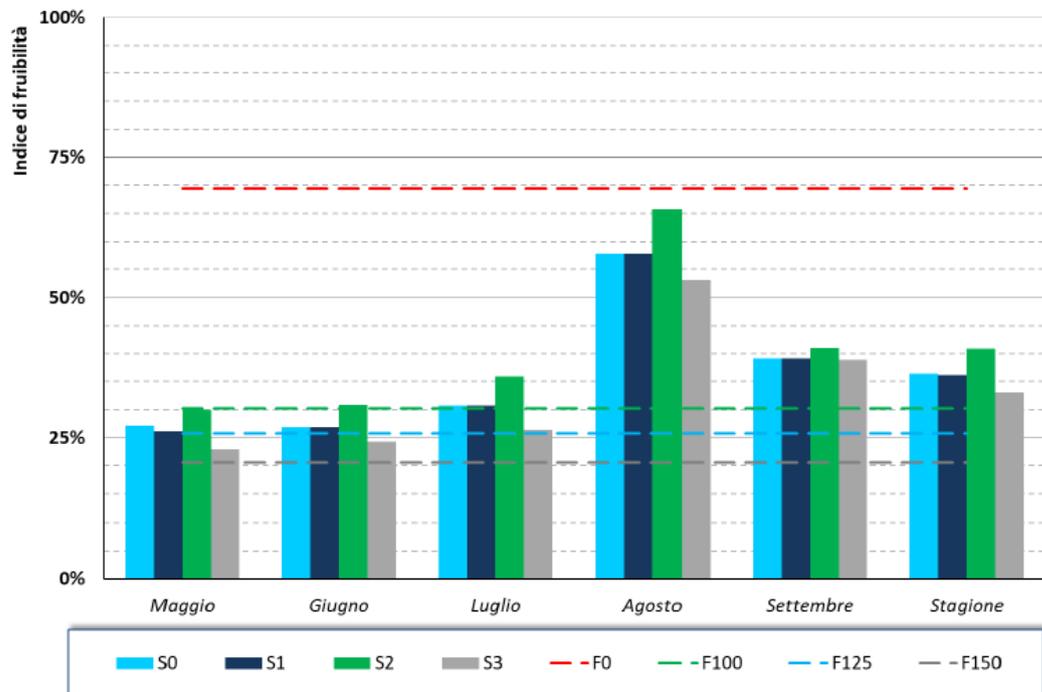


Figura 110 - Grafico dell'indice di fruibilità aggregato per mese e dell'indice di fruibilità stagionale per la stagione 2017.

ANNO 2018



Figura 111 - Grafico dell'indice di fruibilità calcolato per i livelli osservati e simulati oltre che dell'indice di fruibilità stagionale per la stagione 2018.

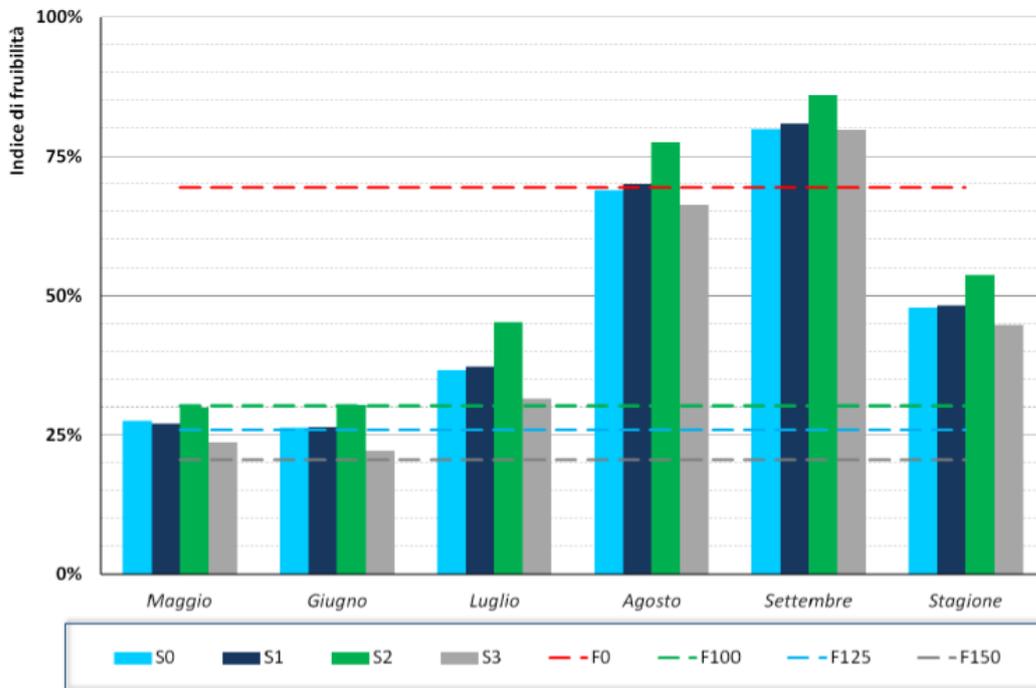


Figura 112 - Grafico dell'indice di fruibilità aggregato per mese e dell'indice di fruibilità stagionale per la stagione 2018.

ANNO 2019

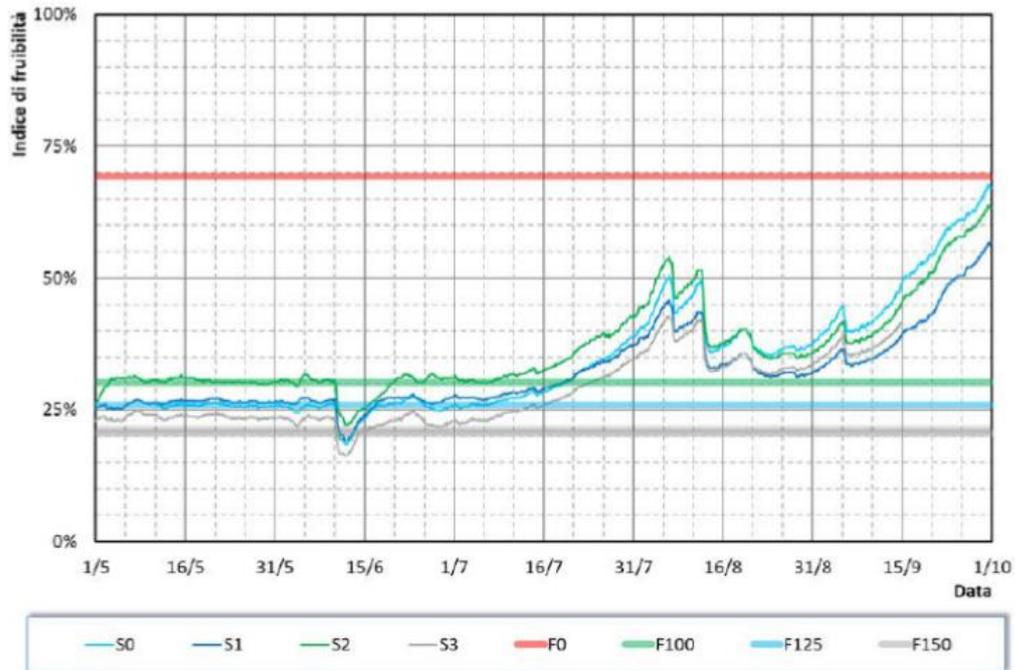


Figura 113 - Grafico dell'indice di fruibilità calcolato per i livelli osservati e simulati oltre che dell'indice di fruibilità stagionale per la stagione 2019.

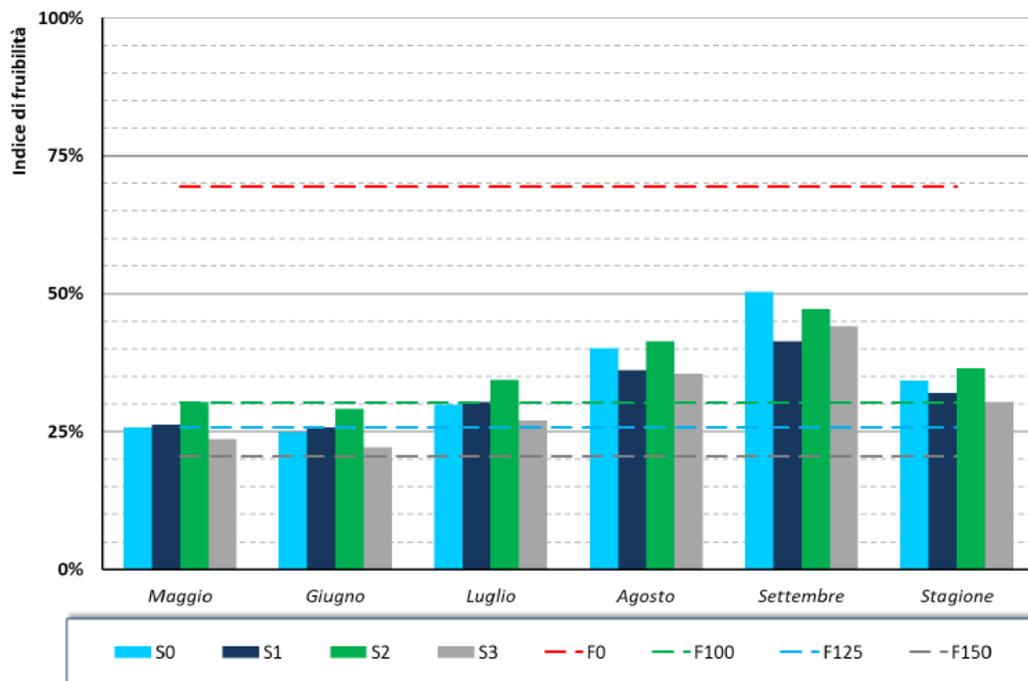


Figura 114 - Grafico dell'indice di fruibilità aggregato per mese e dell'indice di fruibilità stagionale per la stagione 2019.

ANNO 2020

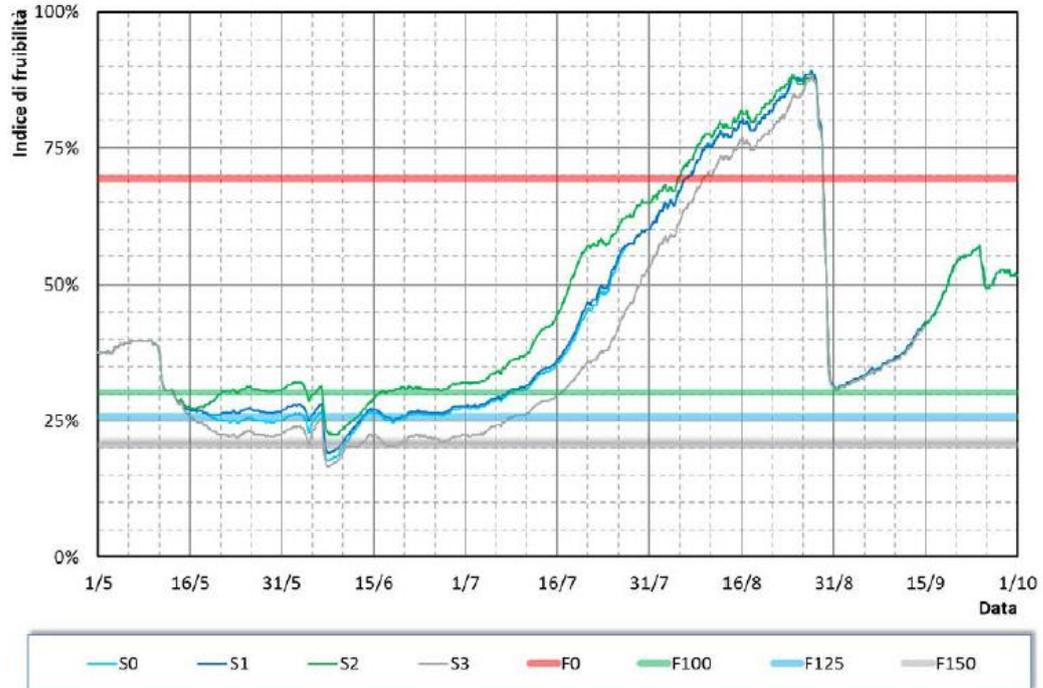


Figura 115 - Grafico dell'indice di fruibilità calcolato per i livelli osservati e simulati oltre che dell'indice di fruibilità stagionale per la stagione 2020.

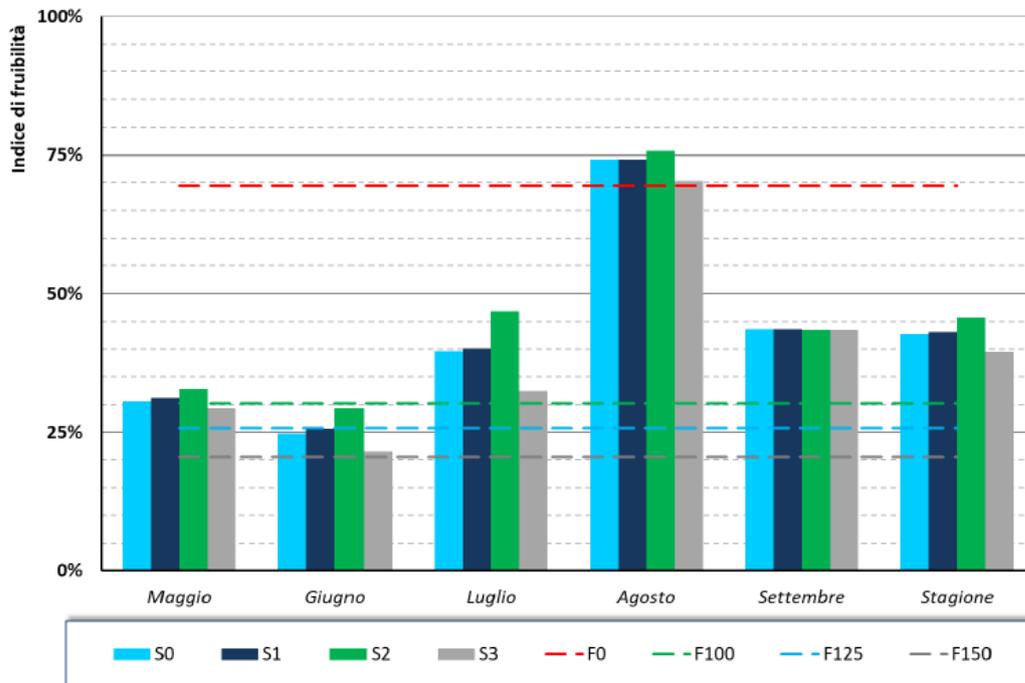


Figura 116 - Grafico dell'indice di fruibilità aggregato per mese e dell'indice di fruibilità stagionale per la stagione 2020.

Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po

Nelle tabelle qui di seguito, viene effettuato il confronto tra gli indici di fruibilità stagionali, mentre nei grafici sottostanti vengono proposti, suddivisi per ambito, l'indice di fruibilità aggregato per mese e l'indice stagionale.

LIMITE INFERIORE DI FRUIBILITÀ: 192,50 M S.L.M.								
STAGIONE BALNEARE	S0	S1	S2	S3	F0	F100	F125	F150
2015	38%	38%	42%	35%	69%	30%	26%	21%
2016	44%	43%	51%	40%				
2017	36%	36%	41%	33%				
2018	48%	48%	54%	45%				
2019	34%	32%	36%	30%				
2020	43%	43%	46%	40%				
LIMITE INFERIORE DI FRUIBILITÀ: 193,00 M S.L.M.								
STAGIONE BALNEARE	S0	S1	S2	S3	F0	F100	F125	F150
2015	50%	50%	57%	47%	98%	39%	32%	25%
2016	55%	55%	62%	50%				
2017	48%	48%	54%	43%				
2018	62%	62%	68%	57%				
2019	45%	41%	48%	39%				
2020	55%	56%	60%	51%				

Figura 117 – Tabelle nelle quali viene effettuato il confronto tra gli indici di fruibilità stagionale.

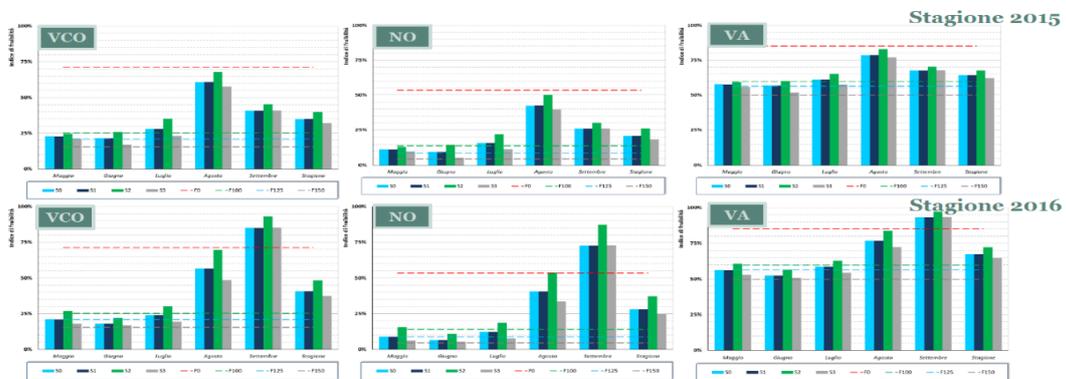


Figura 118 – Grafici inerenti all'indice di fruibilità aggregato per mese e l'indice di fruibilità stagionale, suddivisi per ambiti, per le stagioni 2015-2016.

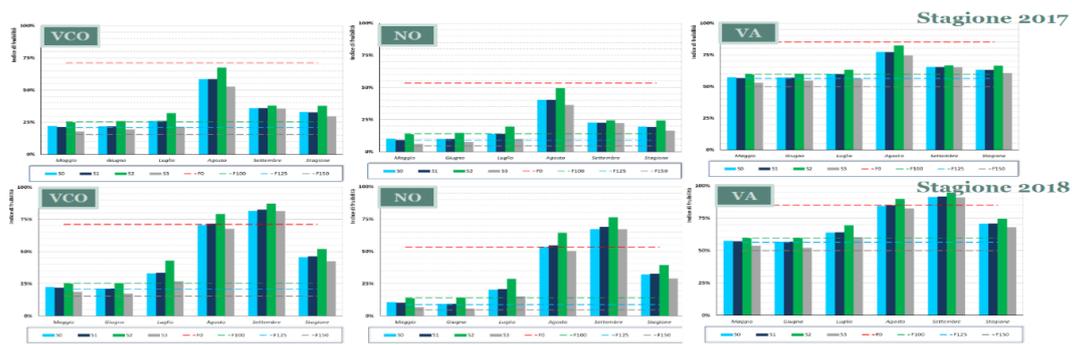


Figura 119 - Grafici inerenti all'indice di fruibilità aggregato per mese e l'indice di fruibilità stagionale, suddivisi per ambiti, per le stagioni 2017-2018.

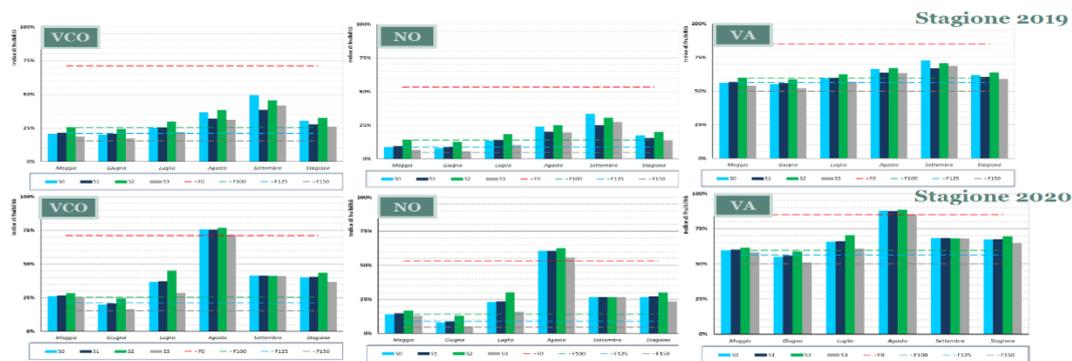


Figura 120 - Grafici inerenti all'indice di fruibilità aggregato per mese e l'indice di fruibilità stagionale, suddivisi per ambiti, per le stagioni 2019-2020.

Sulla base dei risultati ottenuti, è possibile effettuare delle considerazioni inerenti alla morfologia caratterizzante le spiagge del lago. Nello specifico viene effettuata la classificazione delle spiagge in funzione della loro fruibilità in condizioni di lago invasato, così come riportato nella figura seguente.

- Fascia 1:** spiagge la cui fruibilità percentuale è compresa tra lo 75% e il 100% a 194,0 m s.l.m.
- Fascia 2:** spiagge la cui fruibilità percentuale è compresa tra il 50% e il 75% a 194,0 m s.l.m.
- Fascia 3:** spiagge la cui fruibilità percentuale è compresa tra il 25% e il 50% a 194,0 m s.l.m.
- Fascia 4:** spiagge la cui fruibilità percentuale è compresa tra lo 0% e il 25% a 194,0 m s.l.m.

FASCIA	NUMERO DI SPIAGGE			
	Totale	VCO	NO	VA
1 [75% → 100%]	2	0	0	2 Lisanza Maccagno
2 [50% → 75%]	2	1 Belgirate	0	1 Leggiano
3 [25 → 50%]	6	4 Stresa- Lido Azzurro Cannobio Cannero Verbania - Polisportiva		2 Monvalle Laveno-Cerro
4 [0% → 25%]	11	5 Oggebbio Stresa, Isola Pescatori Baveno Verbania, Buon Rimedio Ghiffa	6 Arona, Lido Arona, Rocchette Lesà Castelletto Ticino Meina Dormelletto	0

Figura 121 - Classificazione delle spiagge in funzione della loro fruibilità in condizioni di lago invasato.

4.5. Considerazioni finali

Il lavoro svolto dal Gruppo di Lavoro III aveva lo scopo di valutare gli effetti dell'innalzamento del livello di massima regolazione estiva sulla fruibilità delle spiagge. La quantificazione di questo effetto è stata eseguita attraverso l'applicazione di un indicatore numerico, chiamato "indice di fruibilità" delle spiagge, messo a punto nell'ambito del Gruppo III e consistente di fatto nel rapporto (vedi figg.101, 102 e 103):

$$IF = \frac{\text{valore di superficie di spiaggia libera dall'acqua, in funzione del livello lacuale}}{\text{valore massimo di superficie di spiaggia disponibile al minimo livello lacuale}}$$

riferito a due distinti scenari di livello minimo del lago (192,50 e 193 m s.l.m.).

L'applicazione dell'indice conferma analiticamente quanto si può osservare empiricamente: fino all'inizio di luglio il lago è invaso fino a livelli prossimi alla massima regolazione consentita, il che risulta evidentemente limitante rispetto alla fruibilità delle spiagge. Del resto, anche in un regime di regolazione naturale, i mesi di maggio, giugno e luglio sono quelli in cui il livello del lago è più alto. Dall'inizio di luglio il livello del lago si riduce rapidamente, liberando progressivamente superfici di spiaggia che possono essere sfruttate a fini turistici.

L'applicazione dell'indice di fruibilità delle spiagge ha evidenziato come l'aver innalzato il limite di massima regolazione di 25 cm comporta una riduzione dell'indice di fruibilità integrato pari a circa il 5% nel caso in cui il calcolo sia fatto assumendo come limite inferiore di 192,50 m s.l.m. e del 6% nel caso in cui il calcolo sia fatto assumendo come limite inferiore di fruibilità delle spiagge la quota di 193,00 m s.l.m..

Lo stesso dato, suddiviso però in base all'Autorità di gestione del demanio lacuale, indica che a risentire maggiormente dell'innalzamento del limite di massima regolazione sono le spiagge del basso lago piemontese (Provincia di Novara), dove l'indice di fruibilità calcolato su tutta la stagione balneare si riduce del 9%, mentre le spiagge che ne risentono di meno sono quelle lombarde per le quali l'indice di fruibilità si riduce del 4%.

Premesso che dalle attività finora svolte e fin qui illustrate il monitoraggio condotto appare idoneo, in termini di grandezze e modalità di analisi adottate, a cercare una risposta alla finalità di valutare l'effetto della sperimentazione sulle aree demaniali, si deve tuttavia far presente che il livello di approfondimento dei risultati presentati non consente ancora indicazioni definitive sul livello dell'effetto cercato e ritiene pertanto opportuno un ulteriore livello di dettaglio e di sviluppo dell'indagine.

Tale passaggio richiede ulteriori approfondimenti, con acquisizione ed elaborazioni di dati e informazioni aggiuntivi a quelli già acquisiti nel corso del precedente quinquennio di sperimentazione.

Si fa riferimento innanzitutto al superamento, ai fini della proposta di un indicatore di sintesi, della semplice media aritmetica tra i valori dell'indice delle 21 spiagge considerate: tale scelta appare infatti eccessivamente approssimativa rispetto ad alcune situazioni particolari (quali ad esempio le spiagge dei Comuni della provincia di Novara), che andrebbero invece assunte quali realtà "di riferimento" per le valutazioni in questione.

Tali risultati potrebbero essere messi a confronto con le eventuali indicazioni normative o di prassi riguardo ai vincoli sulle infrastrutture turistiche interessate (es. distanze minime tra "utenti-spiaggia", ingombri delle attrezzature, distanza dalla battigia, ecc.) in modo tale da ottenere, per tutti gli scenari già utilizzati, una determinazione in termini più precisi dell'impatto delle oscillazioni lacuali sulla fruibilità delle spiagge in questione.

Ulteriori segnalazioni riguardano le spiagge della sponda occidentale in provincia di Novara, che risultano più sacrificate in termini di:

- riduzione della superficie di spiaggia disponibile;
- fenomeni di erosione spondale, dovute al moto ondoso, che si manifestano ad una quota superiore di quella normale;
- condizioni vegetative innaturali, che vengono ricondotte alla condizione di livello lacustre differente da quella storica di lungo periodo.

Si evidenzia infatti che il profilo batimetrico naturale della fascia spondale è sempre stato nel passato in lentissimo ma costante abbassamento (con formazione dello “scanno” o “corona” a quote sempre inferiori e conseguente corrispondente ampliamento del “lido”), ma questo fenomeno è stato arrestato e invertito con la formazione della soglia della chiusura del lago in località Miorina e la conseguente regolazione artificiale del lago.

Inoltre, per contrastare questo processo, le Amministrazioni comunali sono costrette a ricorrere a innalzamenti artificiali delle spiagge pubbliche, che alterano tuttavia l’aspetto e la fruibilità originaria delle stesse.

Si segnala infine la perdita di superfici boschive della fascia spondale del lago conseguenti ad erosioni spondali, di cui si indica come causa l’innalzamento del livello lacuale; in proposito, altre fonti evidenziano tuttavia come la limitata durata (d’ordine di grandezza settimanale) dei livelli idrici del lago sopra la media di medio-lungo periodo non renda sufficientemente attendibile tale ipotesi.

5. CONCLUSIONI

Facendo riferimento a quanto emerso nell'ambito del Tavolo Tecnico in termini di osservazioni presentate e condivise durante gli incontri nonché sulla base delle considerazioni finali dei relativi Gruppi di Lavoro 1 "*Monitoraggio ambientale*", 2 "*Analisi del Modello di Calcolo per la Previsione del Livello idrometrico*" e 3 "*Impatto sui beni demaniali*" istituiti nell'incontro del Tavolo Tecnico del 30 luglio 2015, si riportano di seguito le conclusioni emerse dai risultati delle attività svolte nel quinquennio di sperimentazione.

Tutti i partecipanti al Tavolo Tecnico di sperimentazione del Lago Maggiore hanno confermato l'importanza del lavoro svolto dai Gruppi di lavoro, in particolare in merito alle conclusioni che evidenziano l'utilità delle attività condotte.

I Gruppi di Lavoro hanno prodotto infatti una notevole mole d'informazioni necessaria per valutare gli aspetti tecnici emersi al termine del quinquennio, evidenziando tuttavia elementi importanti che suggeriscono un eventuale proseguimento della sperimentazione.

Altrettanto importante è risultata la mediazione tra le esigenze, spesso contrapposte, afferenti a tematiche che riguardano i diversi ambiti di bacino e locale, ma anche aspetti diversi come quello ambientale e quello economico.

In particolare, la sperimentazione ha evidenziato come l'innalzamento del livello del lago a +1,35 m sopra lo zero idrometrico di Sesto Calende non abbia creato criticità rilevanti; ciò è sicuramente dovuto anche alla limitatezza del periodo temporale interessato (una parte della stagione estiva), ma durante tale periodo l'incremento di risorsa idrica accumulata nel lago ha consentito a un esteso territorio a valle del lago di beneficiare di una disponibilità idrica aggiuntiva per le attività in esso presenti in periodi normalmente caratterizzati da risorse idriche limitate, se non persino insufficienti.

La sperimentazione ha fatto anche emergere una serie di ulteriori aspetti che andrebbero comunque considerati o approfonditi in un suo eventuale proseguimento: la verifica del modello di calcolo durante eventi di piena di una certa significatività, mai verificatisi nel quinquennio di sperimentazione trascorso, la stima da utilizzare nelle elaborazioni dei contributi del bacino idrografico a monte del lago, l'ampliamento della sperimentazione ad un'area vasta prendendo in considerazione i benefici per le aree lungo l'asta del Po a valle del Ticino, l'analisi dei fenomeni di erosione spondale indicati come sempre più presenti lungo le aree bagnate dal lago; eccetera.

Pertanto, una prosecuzione della sperimentazione consentirebbe il pieno raggiungimento degli obiettivi, con un'attenzione particolare agli aspetti connessi al deflusso ecologico, all'habitat, alla biodiversità, alla gestione coordinata della regolazione del lago e finanche alla risalita del cuneo salino nel Delta del Po.

In particolare, un ulteriore periodo sperimentale consentirebbe lo sviluppo completo delle indagini previste dal Protocollo, con la possibilità di testare, verificate tutte le condizioni, il livello del lago al valore di 1,50 m s.z.i. durante situazioni sia di piena per il lago sia di crisi idrica per aree vaste del bacino del Po.

In dettaglio, i risultati ottenuti e le considerazioni conseguenti sono riportati di seguito, con riferimento alla specifica attività del Gruppo di Lavoro.

5.1. Gruppo I – Monitoraggio ambientale

Solo per alcuni degli indicatori analizzati sembrano emergere elementi esaustivi ai fini delle valutazioni cercate; in termini metodologici, è emerso che alcuni indicatori sono più efficaci rispetto ad altri per quanto riguarda il monitoraggio.

In prospettiva è possibile una ridefinizione del programma delle attività:

1. estendendo geograficamente e come frequenza gli indicatori più efficaci, accompagnandone il rilevamento con quello della quota del livello idrico;
2. programmando su frequenze temporali più ampia (es. triennale) la valutazione degli indicatori più “lenti” (es. LHS, habitat Forestali, ecc);
3. accantonando indicatori poco influenzati dal livello o selezionando le singole specie.

Nel merito dei risultati raccolti, in relazione al tema specifico del rialzo sperimentale del livello, estivo è emerso comunque che:

1. buona parte degli indicatori analizzati non risultano influenzati negativamente dal livello idrico sperimentale in valutazione;
2. l'elemento “canneto” può risentire di un livello elevato del lago nel periodo marzo – aprile, nel momento caratterizzato dalla nascita delle nuove canne;
3. alcune specie vegetali e alcuni habitat di transizione beneficiano di livelli bassi tardo estivi;
4. questi ultimi due elementi potrebbero costituire un riferimento di prospettiva.

Il Fiume Ticino, in particolare, non ha mostrato criticità rispetto agli indicatori analizzati e può solo beneficiare di un incremento delle portate estive legate a un maggiore accumulo in lago nei mesi precedenti.

A fronte di quanto sopra indicato, illustrato in dettaglio nel capitolo “2. *MONITORAGGIO AMBIENTALE*” a cui si rimanda, si ritiene che, anche considerando gli aspetti positivi di un innalzamento dei livelli del Lago Maggiore, le indicazioni ottenute (come la prevalenza di indicatori non influenzati dalle variazioni di tali livelli) rendano comunque opportuno implementare ulteriori attività d'indagine.

A tal proposito, tali indagini sono attualmente in corso nell'ambito del progetto INTERREG PARCHIVERBANOTICINO (ID481678), la cui conclusione è prevista nel 2022.

5.2. Gruppo II – Analisi del modello di calcolo per la previsione del livello idrometrico

È opportuno esaminare le considerazioni conclusive del Gruppo di Lavoro in tre tematiche distinte:

1. Considerazioni sulle sei stagioni di sperimentazione estiva

- durante il periodo della sperimentazione non si sono mai verificati eventi di piena del lago; è avvenuto un solo evento di morbida nel giugno 2016, durante il quale il livello massimo del lago osservato a Sesto Calende è stato poco inferiore ai +2,00 m;
- ad eccezione del 2019, tutte le stagioni estive sono state segnate da periodi più o meno lunghi di scarsità idrica, situazione che è risultata particolarmente critica nel 2016, nel 2018 e nel 2020;
- durante i periodi di crisi idrica estiva non è mai stato ridotto il Deflusso Minimo Vitale rilasciato dallo sbarramento, mentre si è reso necessario apportare riduzioni via via più consistenti alle portate destinate agli utenti del Consorzio del Ticino;
- nell'agosto del 2016, del 2018 e del 2020 il livello del lago è rimasto per diverse settimane al di sotto dello zero idrometrico, con effetti rilevanti sulla navigazione e sulla componente paesaggistica.

2. Considerazioni sui benefici della sperimentazione e il limite di massima regolazione

- l'innalzamento del limite di massima regolazione da +1,00 m a +1,25 m si traduce sia in benefici per gli utenti del Consorzio (e indirettamente per il Fiume Ticino), sia in benefici per il lago; i primi sono stati stimati in media in 36 milioni di metri cubi d'acqua erogati in più tra la fine di luglio e l'inizio di settembre, mentre il livello minimo del lago è stato mediamente più alto di 8 cm;
- l'effetto di un ulteriore innalzamento da +1,25 m a +1,50 m avrebbe consentito di erogare maggiori volumi d'acqua nei periodi più siccitosi (ulteriori 40 milioni di metri cubi), senza modificare significativamente i livelli minimi del lago;
- nella seconda fase della sperimentazione (2019-2020), non vi è stato modo di verificare l'effetto della regolazione al secondo scenario previsto dal protocollo, cioè +1,50 m sull'idrometro di Sesto Calende.

3. Considerazioni sull'analisi comparativa di livelli, afflussi, deflussi (1943 - 2020)

- il confronto con i dati storici relativi al periodo precedente alla sperimentazione ha evidenziato che gli afflussi al lago nel periodo della sperimentazione sono stati significativamente più ridotti rispetto a quelli del passato, differenza particolarmente evidente nei mesi di luglio e agosto;
- la stessa differenza si riscontra nell'andamento delle portate erogate: le elaborazioni svolte dimostrano chiaramente che la portata erogata dal lago durante la sperimentazione è inferiore ai valori medi storici del periodo e che quindi non vi è stato un maggiore sfruttamento della risorsa idrica.

Pertanto, alla luce di quanto accaduto nel periodo della sperimentazione e di quanto è stato fatto nell'ambito del Gruppo di Lavoro II, si ritiene che un ulteriore periodo di sperimentazione consentirebbe di:

1. sperimentare il livello di massima regolazione estiva del lago a +1,50 m sull'idrometro di Sesto Calende, obiettivo iniziale della sperimentazione che non è di fatto mai stato sperimentato;
2. verificare le performance del modello di calcolo in occasione di eventi di piena (oltre +2,00 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende), qualora nei prossimi anni si dovessero verificare eventi con queste caratteristiche;
3. migliorare alcune funzionalità del modello di calcolo, riprendendo in parte gli spunti già emersi durante l'ultimo periodo della sperimentazione.

Per indicazioni di maggiore dettaglio sugli eventuali approfondimenti necessari si rimanda peraltro alle conclusioni del capitolo "3. ANALISI DEL MODELLO DI CALCOLO PER LA PREVISIONE DEL LIVELLO IDROMETRICO".

5.3. Gruppo III – Impatto sui beni demaniali

Le considerazioni conclusive inerenti al Gruppo di Lavoro III possono essere riassunte negli aspetti elencati di seguito:

1. il lavoro svolto aveva lo scopo di valutare gli effetti dell'innalzamento del livello di massima regolazione estiva sulla fruibilità delle spiagge. La quantificazione di questo effetto è stata eseguita attraverso l'applicazione di un indicatore numerico, chiamato "*indice di fruibilità delle spiagge*" messo a punto nell'ambito di questo Gruppo di Lavoro;
2. l'applicazione dell'indice conferma analiticamente quanto si può osservare empiricamente: fino all'inizio di luglio il lago è invaso fino a livelli prossimi alla massima regolazione consentita, il che risulta evidentemente limitante rispetto alla fruibilità delle spiagge. Del resto, anche in un regime di regolazione naturale, i mesi di maggio, giugno e luglio sono quelli in cui il livello del lago è più alto. Dall'inizio di luglio il livello del lago si riduce rapidamente, liberando progressivamente superfici di spiaggia che possono essere sfruttate a fini turistici;
3. l'applicazione dell'indice di fruibilità delle spiagge ha evidenziato come l'aver innalzato il limite di massima regolazione di 25 cm comporta una riduzione dell'indice di fruibilità integrato pari a circa il 5% nel caso in cui il calcolo sia fatto assumendo come limite inferiore 192,50 m s.l.m. e del 6% nel caso in cui il calcolo sia fatto assumendo come limite inferiore di fruibilità delle spiagge la quota di 193,00 m s.l.m.;
4. lo stesso dato, suddiviso però in base all'Autorità di gestione del demanio lacuale, indica che a risentire maggiormente dell'innalzamento del limite di massima regolazione sono le spiagge del basso lago piemontese (Provincia di Novara), dove l'indice di fruibilità calcolato su tutta la stagione balneare si riduce del 9%, mentre

le spiagge che ne risentono di meno sono quelle lombarde per le quali l'indice di fruibilità si riduce del 4%.

I rilievi eseguiti e i risultati raggiunti consentono un'approfondita disamina della tematica, con particolare riferimento al tema delle spiagge, indicato dal Gruppo di Lavoro come indicatore principale per la valutazione degli effetti sul patrimonio demaniale.

Infatti, per quanto concerne l'attività di indagine sull'effetto di incrementi del livello del Lago Maggiore sugli ambiti demaniali rivieraschi è stata riconosciuta dal Tavolo Tecnico la sostanziale adeguatezza delle attività condotte, ma appare opportuno un approfondimento delle analisi dei risultati ottenuti per rispondere alle osservazioni pervenute da alcuni membri del Tavolo.

Tale approfondimento potrebbe consistere anche solo in una diversa rappresentazione dei risultati ottenuti, eventualmente focalizzando l'attenzione sugli ambiti che hanno segnalato le maggiori criticità; in proposito, per le possibili indicazioni di dettaglio operativo si rimanda alle conclusioni del capitolo "4. IMPATTO SUI BENI DEMANIALI".

Pertanto, un proseguimento della sperimentazione potrebbe consentire di riprendere e analizzare meglio gli indicatori utilizzati nelle attività in questione.

6. Proposta di sperimentazione 2021 - 2026

A fronte di quanto sopra indicato si ritiene opportuno proporre un periodo di attività ulteriore del Tavolo Tecnico finalizzato ad effettuare gli approfondimenti sopra delineati e la cui durata può essere stimata in un ulteriore quinquennio.

Facendo seguito all'informativa della Conferenza Operativa del 18/12/2020, come già precedentemente richiesto dal Tavolo tecnico con Nota del 12 marzo 2019 e ulteriormente condiviso durante la riunione dello stesso Tavolo tecnico in data 15 dicembre 2020, **si presenterà alla Conferenza Istituzionale Permanente la richiesta di aggiornare il limite di regolazione estiva del Lago Maggiore a +1,35 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende e la possibilità che tale limite venga innalzato, in via temporanea e qualora sussistano le condizioni indicate all'art. 1 commi 4 bis e 4 ter della Delibera 7/2017 fino alla quota massima di +1,50 m al fine di consentire il completo sviluppo del Programma durante un ulteriore quinquennio di sperimentazione.** La prosecuzione della sperimentazione sarà regolata da un aggiornamento del Protocollo allegato alla deliberazione 1/2015, descrivendo le modalità secondo le quali svolgere le attività di natura sperimentale ed i vincoli da rispettare, tenendo conto delle valutazioni e delle indicazioni tecniche fornite dal Tavolo tecnico a conclusione del primo quinquennio di sperimentazione, di cui alla presente relazione finale.

7. Elenco Allegati alla relazione finale del Protocollo di sperimentazione nuovi livelli di esercizio del lago Maggiore.

Allegato 1 - Delibere

Allegato 1A: Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1/2014. Approvazione dell'avvio di sperimentazione della regolazione estiva del lago Maggiore.

Allegato 1B: Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1/2015. Approvazione dell'avvio della sperimentazione della regolazione estiva dei livelli del lago Maggiore.

Allegato 1C: Atti della Conferenza Istituzionale Permanente. Deliberazione n. 7/2017. Sperimentazione della regolazione estiva dei livelli Idrometrici del lago Maggiore. Modifiche all'art.1, comma 4 della Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po n. 1/2015 del 12 maggio 2015.

Allegato 2 - Relazioni

Allegato 2A: Relazione sulle attività condotte. Primo triennio di sperimentazione 2015-2017. Definizione di una regola ottimizzata e condivisa per la regolazione estiva dei livelli idrometrici del Lago Maggiore.

Allegato 2B: presentazione PowerPoint del 15 dicembre 2020. Presentazione finale per il quinquennio di sperimentazione 2015 - 2019.

Allegato 3C: Rapporto finale per la sperimentazione di nuovi livelli di esercizio del lago Maggiore. Novembre 2020.

Allegato 3 - Verbali

Allegato 3A: Verbale della seduta del 17 giugno 2015.

Allegato 3B: Verbale della seduta del 30 luglio 2015.

Allegato 3C: Verbale della seduta del 29 ottobre 2015.

Allegato 3D: Verbale della seduta del 10 febbraio 2016.

Allegato 3E: Verbale della seduta del 7 luglio 2016.

Allegato 3F: Verbale della seduta del 25 luglio 2016.

Allegato 3G: Verbale della seduta del 21 settembre 2016.

Allegato 3H: Verbale dell'incontro di approfondimento sulla situazione di criticità dei livelli del lago Maggiore e del fiume Ticino del 26 settembre 2016.

Allegato 3I: Verbale della seduta del 10 marzo 2017.

Allegato 3L: Verbale della seduta del 4 aprile 2017.

Allegato 3M: Verbale della seduta del 2 maggio 2017.

Allegato 3N: Verbale della seduta del 6 giugno 2017.

Allegato 3O: Verbale della seduta del 4 luglio 2017.

Allegato 3P: Verbale della seduta del 5 settembre 2017.

Allegato 3Q: Verbale della seduta del 7 novembre 2017.

Allegato 3R: Verbale della seduta del 12 dicembre 2017.

Allegato 3S: Verbale della seduta del 20 febbraio 2018.

Allegato 3T: Verbale della seduta del 20 aprile 2018.

Allegato 3U: Verbale della seduta del 22 maggio 2018.

Allegato 3V: Verbale della seduta del 15 dicembre 2020.

Allegato 4 – Note e pareri

Allegato 4A: Traversa della Miorina – Regolazione del Lago Maggiore. Evento dei giorni 2-5 ottobre – Parere tecnico nell’ambito delle attività del Tavolo tecnico di sperimentazione dei livelli di regolazione. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Dipartimento per le infrastrutture, i sistemi informativi e statistici. Direzione Generale per le Dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche. Ufficio tecnico per le dighe di Milano.

Allegato 4B: Regolazione estiva dei livelli idrometrici del Lago Maggiore. Confederazione Svizzera, Dipartimento federale dell’ambiente, dei trasporti, dell’energia e delle comunicazioni DATEC.

Allegato 4C: Osservazioni pervenute al termine della riunione del 15 dicembre 2020 del Tavolo tecnico per la sperimentazione della regolazione estiva dei livelli idrometrici del Lago Maggiore. Gestione Associata Basso Lago Maggiore.

Allegato 4D: Nota conclusiva sui 5 anni di sperimentazione della regolazione estiva dei livelli del lago Maggiore. CNR-IRSA.

Allegato 4E: Tavolo tecnico per la sperimentazione della regolazione estiva dei livelli idrometrici del Lago Maggiore. di PARCO LOMBARDO VALLE DEL TICINO.

Allegato 4F: Quinto anno di sperimentazione dei nuovi livelli di esercizio del Lago Maggiore. Osservazioni finali. GESTIONE ASSOCIATA “BACINO MAGGIORE PROVINCIA VERBANO CUSIO OSSOLA” Comune di Verbania, Comune di Baveno, Comune di Cannero Riviera, Comune di Cannobio, Comune di Ghiffa, Comune di Mergozzo, Comune di Oggebbio, Comune di Stresa.

Allegato 4G: Osservazioni sul periodo di sperimentazione 2015–2020. Repubblica e Cantone Ticino Dipartimento del territorio. Divisione delle costruzioni, Ufficio dei corsi d’acqua.

Allegato 4H (cartella) - Note e osservazione del triennio 2015-2017.

Allegato 4H.1: Valutazioni del Dipartimento di Protezione Civile in relazione al Protocollo di sperimentazione approvato con la Deliberazione del Comitato Istituzionale della Autorità di bacino del fiume Po n. 1/2015.

Allegato 4H.2: Osservazioni a seguito della seduta del 7/11/2017 rispetto al primo triennio di sperimentazione. Confederazione Svizzera, Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC.

Allegato 4H.3: Osservazioni Tavolo tecnico - regolazione estiva dei livelli idrometrici. PARCO LOMBARDO VALLE DEL TICINO.

Allegato 4H.4: Sperimentazione regolazione estiva livelli idrometrici del Lago Maggiore. Considerazioni in merito all'ipotesi di innalzamento livello estivo a +1,30 m e programma fasi successive della sperimentazione. ENTE DI GESTIONE DELLE AREE PROTETTE DEL TICINO E DEL LAGO MAGGIORE.

Allegato 4H.5: Osservazioni su quanto emerso dal Tavolo Tecnico istituito dalla Deliberazione di Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po n. 1/2015 "Approvazione dell'avvio della sperimentazione della regolazione estiva dei livelli del Lago Maggiore" a due anni dall'entrata in vigore di detta sperimentazione. Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo studio degli Ecosistemi.

Allegato 4H.6: Osservazioni sul primo triennio di sperimentazione della Repubblica e Cantone Ticino Dipartimento del territorio. Divisione delle costruzioni, Ufficio dei corsi d'acqua.

Allegato 4H.7: Richiesta di partecipazione Tavolo Tecnico "Approvazione dell'avvio della sperimentazione della regolazione estiva dei livelli del Lago Maggiore". Commissariato per la Convenzione italo-svizzera sulla pesca.

Allegato 4H.8: Valutazioni della Fondazione Bolle di Magadino sul mantenimento della soglia di regolazione a +1,25 m anche per la fase sperimentale per gli anni 2018-2020.

Allegato 4H.9: Osservazioni a seguito della riunione del Tavolo tecnico del 07/11/2017 della GESTIONE ASSOCIATA "BACINO MAGGIORE PROVINCIA VERBANO CUSIO OSSOLA" Comune di Verbania, Comune di Baveno, Comune di Cannero Riviera, Comune di Cannobio, Comune di Ghiffa, Comune di Mergozzo, Comune di Oggebbio, Comune di Stresa.

Allegato 4H.10: Osservazioni in riferimento alla regolazione estiva dei livelli idrometrici del Lago Maggiore, rapporto intermedio dal Municipio della Città di Locarno.

Allegato 4H.11: Osservazioni pervenute dal Parco della Valle del Ticino in relazione alla "relazione tecnica" del 30/11/2017.

Allegato 4H.12: Definizione di una regola ottimizzata e condivisa regolazione estiva dei livelli del lago Maggiore - Comitato Istituzionale deliberazione 12 maggio 2015

- Primo triennio di sperimentazione
- Osservazioni del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Allegato 4H.13: Definizione di una regola ottimizzata e condivisa per la regolazione estiva dei livelli idrometrici del lago Maggiore. Osservazioni a seguito della seduta del Tavolo tecnico del 12 dicembre 2017 della Regione Piemonte.