

Progetto Interreg “PARCHIVERBANOTICINO”

Elementi per la definizione di linee guida per la *governance* ambientale dei livelli del Lago Maggiore



A cura di:



Con il supporto di: *Università degli Studi di Pavia*
 E con la collaborazione di: *Oikos Sagl*

Indice

Premessa	3
1. Introduzione	4
1.1. Contesto	4
1.2. Il progetto Interreg “PARCHIVERBANOTICINO”	4
1.3. La regolazione dei livelli del Lago Maggiore	6
1.3.1. Regime idrologico naturale	6
1.3.2. Livelli di massima regolazione	6
1.3.3. Andamento dei livelli nel periodo pre- e post-diga	7
2. Problematiche ecologiche correlabili alla regolazione dei livelli	10
2.1. Il sistema “lago”	10
2.1.1. Canneto	10
2.1.2. Avifauna migratrice	13
2.1.3. Fauna ittica	13
2.1.4. Macroinvertebrati	14
2.1.5. Zanzare	15
2.2. Il sistema “fiume”	16
2.2.1. Deflusso Minimo Vitale (DMV) e dinamica alluvionale	17
2.2.2. Variazioni di deflusso repentine	18
3. Conclusioni e implicazioni gestionali	19
GRUPPI DI LAVORO	22

Premessa

Il progetto Interreg "PARCHIVERBANOTICINO" ha l'obiettivo di migliorare la gestione della risorsa idrica nel sistema Verbano/Ticino in ottica ambientale, tramite la valutazione degli effetti della regolazione dei livelli del Lago Maggiore sugli ecosistemi naturali. Per il raggiungimento di questo obiettivo il progetto è stato articolato in 7 *Work Packages* (WP) (per una contestualizzazione del progetto si rimanda al paragrafo 1.2 *Il progetto Interreg "PARCHIVERBANOTICINO"* del presente documento).

In particolare, il WP7 - *Supporto alla governance*, in cui rientra il presente documento, si prefigge la valorizzazione delle informazioni raccolte nell'ambito dei precedenti WP 3, 4 e 5 e il loro utilizzo per fornire indirizzi che siano di supporto alla *governance* ambientale (i.e. una gestione che tuteli ambienti naturali e processi ecologici sul lungo termine) nell'area di interesse. Le attività del WP7 sono state svolte mediante un confronto costante e congiunto tra i soggetti partecipanti al progetto (enti gestori delle aree protette, Consorzio del Ticino, affiancati dai partner tecnico-scientifici), che possiedono conoscenze significative, anche complementari, e una visione d'insieme delle varie componenti che sono state oggetto di indagine dei tre WP.

I prodotti del WP7 sono costituiti da due documenti: il primo è il rapporto di sintesi critica dei risultati dei WP 3, 4 e 5 (*WP7.1 - Variazioni dei livelli del Lago Maggiore: valutazione degli effetti ambientali sul lago e sul fiume Ticino a valle*) al fine di individuare i migliori indicatori degli effetti ambientali della regolazione dei livelli del Lago Maggiore, mentre il secondo è rappresentato dal presente documento, che ha l'obiettivo di fornire elementi utili per la definizione di indirizzi gestionali sostenibili dei livelli del lago attenti alle esigenze degli ecosistemi naturali che si sviluppano sia lungo le sponde del lago, sia a valle, lungo il Fiume Ticino.

Questo secondo documento integra quindi i risultati delle indagini svolte nel sistema lago (WP3, WP4) con quelli relativi al sistema fiume (WP5), valorizzando il contributo dei diversi partner, e fornisce alle Regioni Lombardia e Piemonte, nonché all'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po e al Cantone Ticino, una base conoscitiva esaustiva per le decisioni gestionali più opportune relativamente alle tematiche di natura ambientale esaminate, che insieme a quelle della disponibilità idrologica, della sicurezza dei territori, della garanzia degli importanti usi della risorsa in essere, concorrono da circa 80 anni alla gestione dei livelli del lago Maggiore. Le attività svolte nel WP7 contribuiscono quindi al raggiungimento di due dei risultati attesi del progetto (i.e. la definizione di una strategia di gestione sostenibile della risorsa idrica e il miglioramento della gestione delle aree naturali) e risponde ai bisogni del programma nell'ambito dell'Obiettivo Specifico 2.1 (Aumento delle strategie comuni per la gestione sostenibile della risorsa idrica).

1. Introduzione

1.1 Contesto

Il Lago Maggiore e il Fiume Ticino sono corpi idrici condivisi tra Italia e Svizzera, di rilevante interesse ambientale ed economico. In particolare, la presenza di numerose aree protette sia sulle sponde del lago che lungo l'asta fluviale ne fanno un serbatoio di biodiversità vegetale e animale e di mantenimento di ecosistemi e processi ecologici fondamentali da preservare. Il Lago Maggiore e il Fiume Ticino costituiscono anche un'importante risorsa idrica per l'acqua potabile, l'irrigazione (da cui dipendono circa 170.000 ha di aree agricole a valle del lago) e la produzione di energia idroelettrica (per circa 500 GWh/anno a pieno regime, a valle del lago), oltre a esercitare una forte attrazione turistica, catalizzando su di sé anche rilevanti interessi di tipo economico. Questi interessi generano conflitti d'uso che riguardano sia la regolazione dei livelli del lago, effettuata per mezzo dello sbarramento mobile della Miorina a partire dal 1943, sia le portate dei fiumi a valle, il Ticino e il Po (del quale il Ticino è il principale affluente). La regolazione dei deflussi dal lago, se gestita nell'ottica dell'ottimizzazione della risorsa idrica per gli usi irrigui a valle (quindi in territorio italiano), può beneficiare di un aumento dei livelli del lago nel periodo primaverile/estivo; al contrario la fruizione turistica, così come la gestione in termini di sicurezza legata agli eventi di piena sulle rive del lago (sia in territorio svizzero che italiano), può beneficiare di livelli più bassi proprio nel periodo estivo; nell'ottica infine, della tutela degli ambienti naturali, qualsiasi alterazione del naturale regime idrologico può potenzialmente incidere sugli ecosistemi.

La complessità del tema della gestione di questi corpi idrici è aumentata anche: (1) dal carattere transfrontaliero degli stessi e delle priorità in essere a livello territoriale, rendendo necessaria una visione condivisa della gestione di queste risorse; (2) dai cambiamenti climatici in atto, che portano a sempre più frequenti periodi di siccità prolungata, rendendo prioritario un corretto utilizzo antropico della risorsa idrica che eviti sprechi e sovrasfruttamenti.

1.2 Il progetto Interreg "PARCHIVERBANOTICINO"

Il progetto Interreg "PARCHIVERBANOTICINO" (ID 481668) è stato ammesso a finanziamento così come stabilito nel D.d.s. n. 18691 del 12/12/2018, pubblicato sul B.U.R.L. Serie Ordinaria n. 51 del 17/12/2018. Esso nasce dall'esigenza, espressa da numerosi soggetti del territorio, di cooperare ai fini di definire un sistema di regolazione del Lago Maggiore e, di conseguenza, delle portate del fiume Ticino a valle, efficiente e sostenibile anche in termini ambientali, con particolare riferimento alle aree di maggiore rilevanza naturalistica. Il progetto vede coinvolti due capifila, uno italiano, l'Ente gestore delle aree protette del Ticino e del Lago Maggiore, e uno svizzero, la Fondazione Bolle di Magadino, e i seguenti partner tecnici e scientifici: Parco lombardo della Valle del Ticino, Università degli Studi dell'Insubria, Consorzio del Ticino, Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca Sulle Acque (CNR-IRSA) e Riserva Naturale Pian di Spagna e Lago di Mezzola.

Il progetto ParchiVerbanoTicino è articolato in 7 *Work Package* (WP):

WP1 - *Coordinamento e gestione*: questo WP ha l'obiettivo di garantire il raggiungimento dei risultati attesi dal progetto ed una buona *performance* di spesa mediante creazione dell'organigramma di progetto, scambio informativo interno al partenariato, elaborazione dei rapporti di esecuzione e monitoraggio sulle attività, rendicontazione economica;

WP2 - *Comunicazione*: questo WP ha l'obiettivo di sensibilizzare la cittadinanza e le amministrazioni nei confronti del tema della gestione sostenibile delle risorse idriche e della tutela degli ambienti acquatici mediante: la redazione di un piano di comunicazione; l'organizzazione di attività divulgative dedicate ai ragazzi, di eventi aperti alla cittadinanza e di giornate formative rivolte al personale tecnico-amministrativo che si occupa di tematiche ambientali e gestionali nell'area di progetto; la produzione di materiale informativo cartaceo e di un documentario; la creazione di un sito web di progetto;

WP3 - *Valutazione degli effetti della variazione dei livelli attraverso indicatori disponibili*: questo WP ha l'obiettivo di effettuare una selezione critica, di applicare e, laddove necessario, di perfezionare una serie di indicatori degli effetti ambientali della regolazione dei livelli del Lago Maggiore, già proposti in studi pregressi, e in particolare nel progetto STRADA 2.0, mediante: la raccolta di dati idrologici; l'applicazione di indicatori selezionati dai risultati del progetto STRADA 2.0; la verifica dell'efficacia degli stessi indicatori e l'eventuale perfezionamento delle modalità del loro utilizzo;

WP4 - *Valutazione degli effetti delle variazioni dei livelli sul sistema lago attraverso nuovi indicatori*: questo WP ha l'obiettivo di selezionare nuovi indicatori ecologici per la valutazione dello schema di gestione dei livelli del lago, durante il periodo di gestione ordinaria dello sbarramento della Miorina mediante: la raccolta e la riorganizzazione delle informazioni già disponibili in termini di patrimonio conoscitivo dei soggetti proponenti e di letteratura scientifica, relative all'oggetto dell'attività; lo studio su diverse componenti biologiche degli effetti del sistema di gestione dei livelli sulle biocenosi del Lago Maggiore; lo studio del lago di Mezzola come sistema di riferimento non regolato ed esterno da utilizzare per valutare comparativamente il grado di alterazione ecologica dovuta alla gestione dei livelli nel Lago Maggiore;

WP5 - *Valutazione degli effetti delle variazioni dei livelli sul sistema fiume attraverso nuovi indicatori*: questo WP ha l'obiettivo di selezionare degli indicatori per la valutazione della sostenibilità ecologica per il fiume Ticino dello schema di gestione dei rilasci in essere di acqua dallo sbarramento della Miorina e di sue possibili variazioni mediante: l'installazione di sonde fisse per la misura di parametri fisici delle acque; lo studio degli effetti ecologici della gestione dei rilasci sui macroinvertebrati bentonici, su specie ittiche e sull'habitat acquatico del fiume;

WP6 - *Progettazione e realizzazione di interventi di riqualificazione ambientale*: questo WP ha l'obiettivo di realizzare interventi di riqualificazione ambientale di ambienti pericolosi di particolare pregio posti all'interno di tre riserve naturali ("Fondo Toce", "Canneti di Dormelletto" e "Bolle di Magadino"), sottoposti alle minacce di interrimento/riduzione dei canneti e diffusione di specie vegetali alloctone invasive, mediante: la progettazione e la realizzazione di interventi di sfalcio dei canneti, contenimento di specie vegetali alloctone, ripristino della continuità dei canneti; il monitoraggio dell'efficacia degli interventi; la stesura di un documento di buone prassi per la gestione della vegetazione delle zone umide del lago Maggiore e più in generale dell'area EUSALP;

WP7 - *Supporto alla governance*: questo WP ha l'obiettivo di valorizzare le informazioni raccolte nell'ambito dei precedenti WP 3, 4, 5 e 6 e il loro utilizzo per proporre linee guida che siano di supporto alla *governance* ambientale nell'area di interesse, mediante: la realizzazione di una sintesi dei risultati dei precedenti WP (in particolare WP3, 4 e 5) che metta in luce i migliori indicatori degli effetti ambientali della gestione e il loro possibile uso ai fini della definizione di regole per la gestione dei livelli del lago; la definizione di indirizzi gestionali per la *governance* ambientale, sulla base dei risultati della sintesi.

1.3 Regolazione dei livelli del Lago Maggiore

La volontà di poter usufruire delle acque che scendono dai pendii sudalpini, e che già naturalmente si accumulano nei grandi laghi, affinché ci possa essere una distribuzione delle disponibilità idriche a valle anche durante i periodi meno favorevoli dal punto di vista idrologico, ha portato sul Lago Maggiore, come in altri grandi laghi italiani ed europei, alla costruzione di uno sbarramento. Questo manufatto, conosciuto come diga della Miorina, localizzato in comune di Golasecca (VA, Italia) e attivo ufficialmente dal 1° gennaio 1943, permette una regolazione tale da invasare in periodi di maggiore afflusso idrico (primavera e autunno) o al momento della fusione delle nevi in altitudine (giugno). Le disponibilità idriche accumulate, le cosiddette “acque nuove”, vengono poi erogate nei periodi irrigui (primaverile-estivo) e per le utenze industriali (maggiormente in autunno-inverno).

1.3.1 Regime idrologico naturale

Il regime naturale dei livelli del Lago Maggiore, riferimento “storico” presente prima della costruzione della diga della Miorina fino a 80 anni fa, documentato dalle misurazioni risalenti al periodo precedente la costruzione dello sbarramento della Miorina (1868-1943), si esprime attraverso una doppia ciclicità annuale con dei picchi massimi nel mese di giugno e ottobre e dei livelli bassi in inverno e a fine estate (Fig. 1). Tale doppia ciclicità è riconducibile al tipo di regime idrologico dei principali affluenti (fiumi Ticino, Maggia, Toce, Tresa), di tipo pluvio-nivale meridionale o pluviale meridionale secondo la classificazione dei 16 tipi di regime idrologici proposta dall'Università di Berna per i corsi d'acqua svizzeri, o di tipo ad alimentazione mista pluvio-nivale, *sensu* Pardè. Il regime delle precipitazioni nevose, unitamente a quello delle precipitazioni, costituisce quindi un parametro fondamentale nel regime di alimentazione del Lago Maggiore. L'apporto idrico da parte dei ghiacciai è invece scarso, poiché questi coprono solamente una superficie compresa fra lo 0.2 e lo 0.4% dei bacini idrografici dei fiumi Ticino, Maggia e Toce e sono assenti nel bacino del fiume Tresa.

Un riferimento al regime idrologico naturale del Lago Maggiore permette, nell'ambito di questo documento che ha finalità di linee guida in ottica ambientale, di inquadrare e di meglio comprendere il contesto in cui si sono evoluti gli ecosistemi e i processi ecologici attivi lungo le sponde del lago, pur tenendo a mente che la presenza dello sbarramento della Miorina implica delle modifiche al suddetto regime pre-diga.

1.3.2 Livelli di massima regolazione

La gestione dello sbarramento mobile della Miorina è affidata al Consorzio del Ticino, che è stato istituito con R.D. n. 1595/1928 “*per la costruzione, manutenzione ed esercizio dell'opera regolatrice del lago Maggiore*”. Il Consorzio ai sensi della L 70/1985, è un Ente Pubblico non economico ed opera ai fini della gestione, secondo quanto previsto da Disciplinaire di Concessione del 1940, secondo precisi vincoli di sicurezza del territorio ed in base alle esigenze degli utenti di valle, che includono principalmente esigenze idriche di tipo agricolo-industriale, ma anche a tutela del Deflusso Minimo Vitale (DMV) / Deflusso Ecologico (DE) del Fiume Ticino. Il DMV/DE identifica le portate minime da rilasciare nel fiume nei vari periodi dell'anno (24 m³/s tra gennaio e maggio, 17 m³/s tra giugno e agosto e 31 m³/s tra settembre e dicembre) tali da assicurare il raggiungimento del buono stato ecologico del corso d'acqua ai sensi della Direttiva Quadro sulle Acque.

Lo zero idrometrico del Lago Maggiore è fissato a livello dello sbarramento della Miorina ed è pari a 193,01 m s.l.m (quota italiana) e 192,66 m s.l.m. (quota svizzera) (di seguito abbreviato con l'acronimo HSC). I limiti storici di massima regolazione del Lago, in essere dall'attivazione ufficiale della diga nel 1943 al 2006, sono legati al Disciplinare di Regolazione allegato alla Concessione n. 3680 del 24 gennaio 1940 e sono pari a +1,5 m HSC per il periodo compreso tra il 16 novembre e il 14 marzo e a +1,0 m HSC per il periodo compreso tra 15 marzo e il 15 novembre (Tab. 1).

Nel 2007, il livello estivo del Lago Maggiore è stato per la prima volta mantenuto a una quota superiore a +1.0 m HSC: in occasione dell'emergenza idrica del 2007, la Presidenza del Consiglio dei Ministri italiana ha autorizzato il Consorzio del Ticino a derogare al limite massimo ordinario di regolazione il 30 maggio 2007. La gestione con rialzo estivo al di sopra di 1.0 m HSC è stata attuata anche in anni successivi pur con entità e durate differenti.

Con Deliberazione n. 1/2015 del 12 maggio 2015, l'Autorità di Bacino del Fiume Po ha approvato l'avvio della sperimentazione, a fasi intermedie, dei nuovi livelli di esercizio del Lago Maggiore nel periodo estivo (dal 15 marzo al 15 settembre) con incremento da +1,0 m a +1,50 m HSC (pari +194,51 m s.l.m. quota italiana e +194,16 m s.l.m. quota svizzera), il cosiddetto "rialzo estivo" (Tab. 1). Con Deliberazione n. 7/2017 del 14 dicembre 2017, l'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po ha modificato la Deliberazione n. 1/2015 fissando il livello di massima regolazione estiva (15 marzo - 15 settembre) in +1,25 m HSC (pari +194,26 m s.l.m. quota italiana e +193,91 m s.l.m. quota svizzera), con la possibilità di innalzarlo fino a +1,35 m HSC in caso di crisi idrica severa e prolungata. All'inizio del 2022 è stato avviato una seconda sperimentazione della durata di 5 anni, che terminerà nel 2026.

Nel 2021 e nel 2022, per ragioni di sicurezza durante i lavori di manutenzione straordinaria dello sbarramento della Miorina, è stato richiesto al Consorzio del Ticino di ridurre il livello di massima regolazione nel periodo compreso tra il 21 agosto e il 31 dicembre.

Tabella 1. Limiti di massima regolazione del Lago Maggiore adottati nel periodo 1943-2022 (*Fonte: Relazione Attività WP3_01_Barengli*).

PERIODO	LIMITI STORICI	LIMITI PERIODO DI SPERIMENTAZIONE [2015-2020]	LIMITI PERIODO CANTIERE MIORINA [2021 e 2022]
1 gennaio → 15 marzo	+150 cm	+150 cm	+150 cm
15 marzo → 20 agosto	+100 cm	+125 / +135 cm	+125 cm
21 agosto → 15 settembre	+100 cm	+125 / +135 cm	+100 cm
16 settembre → 15 novembre	+100 cm	+100 cm	+50 cm
16 novembre → 31 dicembre	+150 cm	+150 cm	+50 cm

1.3.3 Andamento dei livelli nel periodo pre- e post-diga

La regolazione del Lago Maggiore effettuata mediante lo sbarramento della Miorina, ha modificato in modo sostanziale l'andamento dei livelli rispetto a quello naturale (i.e. pre-diga), soprattutto nel periodo invernale e inizio primaverile. In particolare, tra novembre e aprile si osserva un aumento dei livelli idrometrici di oltre 90 e 100 cm in riferimento ai valori medi e

mediani, rispettivamente (Fig. 1-2). Nel mese di marzo questi aumenti oscillano tra circa 65 cm per i valori medi, e 85 cm per quelli mediani, mentre nel mese di aprile si riduce a 35 cm per i valori medi e a 50 cm per quelli mediani. Nel periodo estivo invece (maggio, giugno, luglio, agosto) le differenze tra i valori medi del periodo pre- e post-diga sono dell'ordine di pochi cm. Solo per il mese di giugno, la regolazione ha indotto una riduzione significativa dei livelli medi. Nel complesso, il livello medio annuale del lago dopo la realizzazione dello sbarramento della Miorina è aumentato di 35 cm.

Dal confronto tra il periodo di regolazione seguendo i limiti storici di massima regolazione (1943 – 2006) e quello in cui è stato aumentato il limite di massima regolazione estiva (2007 – 2022), si assiste ad un aumento dei valori medi che, tra aprile e luglio è dello stesso ordine di grandezza della differenza tra i diversi limiti di massima regolazione (ca. 20 cm), mentre si inverte nei mesi di agosto e settembre (Fig. 1-2). Nel complesso, il livello medio annuale del lago dopo il 2007 è rimasto invariato rispetto al periodo precedente.

Il periodo di svolgimento del progetto Interreg “PARCHIVERBANOTICINO”, ricade nella sperimentazione del rialzo dei livelli di massima regolazione estiva (+1,25/+1,35 m HSC dal 15 marzo-15 settembre). Negli anni 2019-2020-2021 i livelli primaverili-estivi del lago sono stati quindi molto simili ai livelli medi del periodo 2007-2018 interessato dal “rialzo estivo” e mediamente più alti di quelli del periodo 1943-2006 (Fig. 3). Fa eccezione il 2022, anno con andamento anomalo a causa della siccità, con livelli significativamente più bassi di tutti i periodi precedenti (i.e. pre- e post-diga, pre- e post-“rialzo estivo”).

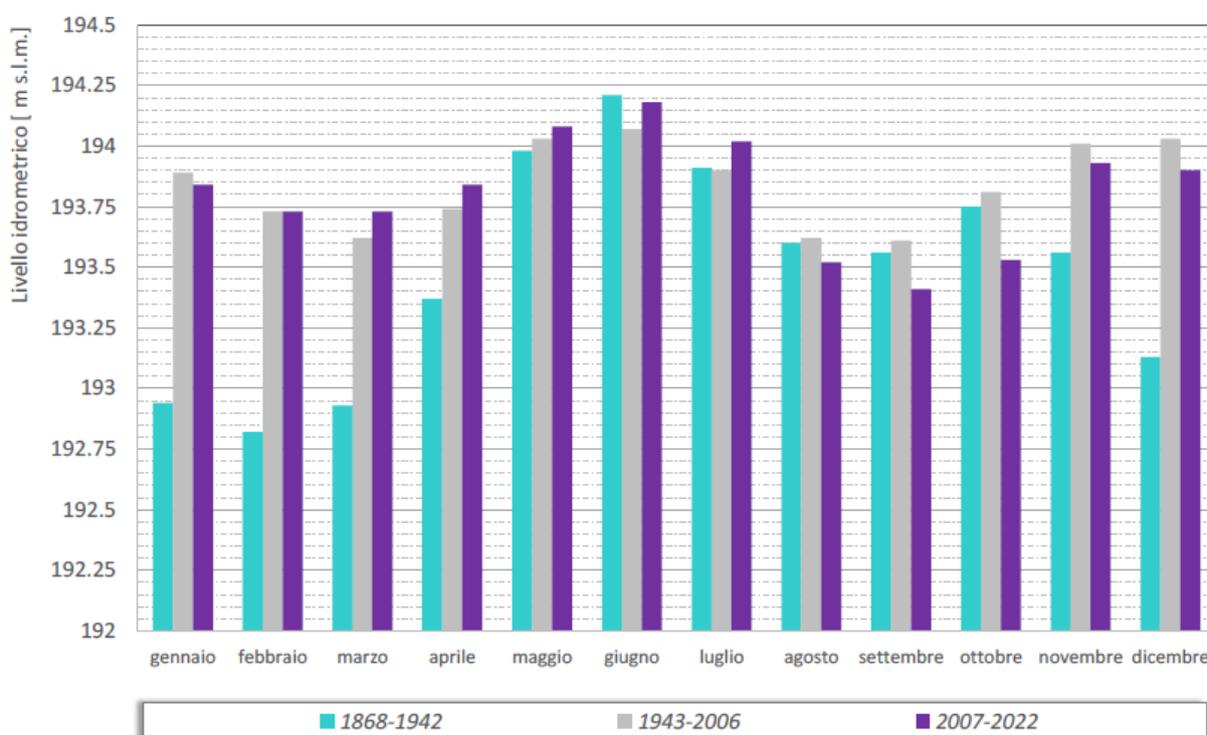


Fig. 1 Livelli idrometrici (valori media in metri s.l.m.) nel periodo 1868-1942, prima dell'entrata in funzione dello sbarramento della Miorina, nel periodo 1943-2006, prima della deroga al limite di massima regolazione estiva e nel periodo 2007-2022, durante l'innalzamento dei livelli estivi (Fonte: Relazione Attività WP3_01_Barengli).

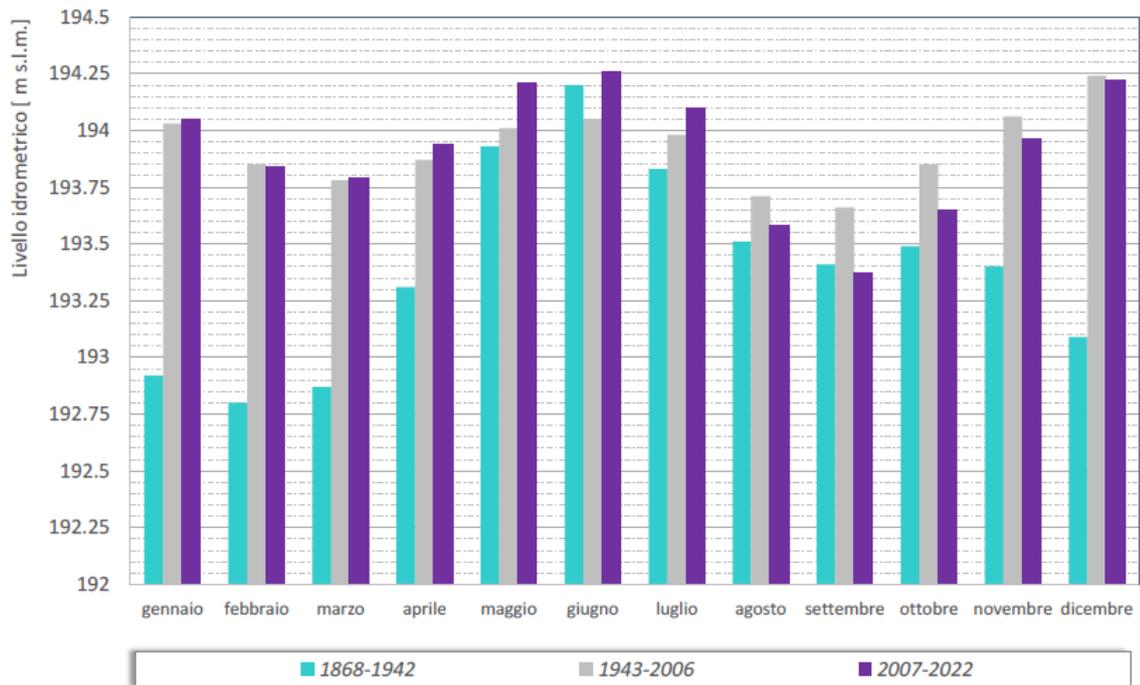


Fig. 2 Livelli idrometrici (valori medi in metri s.l.m.) nel periodo 1868-1942, prima dell'entrata in funzione dello sbarramento della Miorina, nel periodo 1943-2006, prima della deroga al limite di massima regolazione estiva e nel periodo 2007-2022, durante l'innalzamento dei livelli estivi (Fonte: Relazione Attività WP3_01_Barengli).

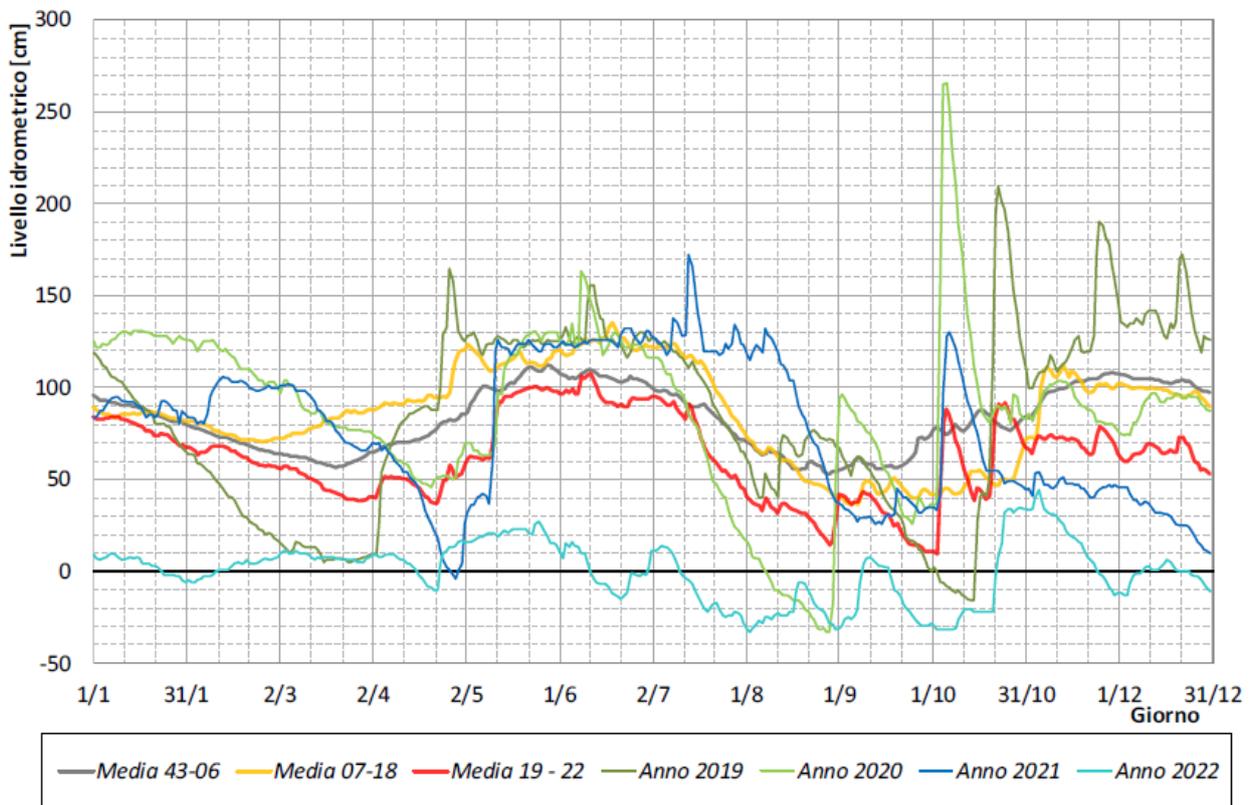


Fig. 3 Livelli idrometrici (cm rispetto allo zero idrometrico di Sesto Calende) nel periodo 1943-2006, prima della deroga al limite di massima regolazione estiva, nel periodo 2007-2018, durante l'innalzamento dei livelli estivi, e nel periodo di progetto 2019-2022 (Fonte: Relazione Attività WP3_01_Barengli).

2. Problematiche ecologiche correlabili alla regolazione dei livelli

Il seguente capitolo, organizzato nelle sezioni “Sistema lago” e “Sistema fiume”, ha l'obiettivo di evidenziare quali sono stati gli effetti rilevati e potenziali, positivi o negativi, di una variazione dei livelli di regolazione del Lago Maggiore, e in particolare dei massimi livelli nel periodo 15 marzo-15 settembre, sulle componenti biologiche analizzate durante il progetto Interreg “PARCHIVERBANOTICINO”. Il capitolo fa riferimento anche ai risultati di studi pregressi, in particolare le ricerche condotte all'interno della Riserva delle Bolle di Magadino sulle sponde svizzere del Lago Maggiore, allo studio “Sperimentazione dei nuovi livelli di esercizio del Lago Maggiore” e ai dati messi a disposizione dai capofila italiano e svizzero nel documento “Sistema Lago: contestualizzazione, problematica e indicatori”, così come volontà del progetto stesso. In fase di proposta infatti, è stato sottolineato come per i diversi WP ci fosse la possibilità di appoggiarsi ad una considerevole mole di dati pregressa raccolta in particolare dagli enti gestori delle aree protette coinvolti nell'Interreg.

Di conseguenza, in questo capitolo non vengono trattate quelle componenti dell'ecosistema che, seppur meritevoli di attenzione e monitoraggio in termini conservazionistici, non si sono rivelate degli indicatori efficaci, o complessivamente chiari, degli effetti delle variazioni dei livelli del lago, soprattutto massimi. Per un approfondimento e un'analisi delle potenzialità di tutte le tematiche affrontate nel corso dell'Interreg si rimanda al documento *WP7.1 - Variazioni dei livelli del Lago Maggiore: valutazione degli effetti ambientali sul lago e sul fiume Ticino a valle*.

Si precisa infine che:

- gli ambienti e i *taxa* trattati non sono riportati in “ordine sistematico” ma di omogeneità di effetti (positivi o negativi) rilevati rispetto alle variazioni di livello. Quindi ad esempio, gli effetti sull'avifauna migratrice sono trattati a seguire quelli del canneto, per una stessa direzionalità negativa rilevata;
- nel documento vengono riportati anche i risultati o le conoscenze pregresse sugli effetti delle fluttuazioni dei livelli del lago (inclusi gli eventi di svaso repentino) sulle componenti biologiche analizzate. Infatti, le fluttuazioni dei livelli sono influenzate dalle soglie di massima regolazione in quanto un aumento dei massimi livelli implica una possibile finestra di variazione più ampia degli stessi. Le fluttuazioni dei livelli sono inoltre un fenomeno rilevante in termini ecologici per la conservazione di ambienti e specie sia del sistema lago, sia del sistema fiume a valle. Si segnala che, in particolare per quest'ultimo, non è stato possibile indagare in modo diretto gli effetti della regolazione dei livelli del Lago Maggiore e, nello specifico, dell'innalzamento del livello del lago, ma sono stati svolti diversi approfondimenti sulle relazioni tra regolazione del regime idrico e dinamiche naturali del fiume Ticino sub-lacuale, anche grazie al bagaglio di conoscenze pregresse.

2.1 Il sistema “lago”

2.1.1. Canneto

Gli ambienti di canneto sono habitat importanti per molte specie animali (es. ittiofauna, avifauna) ma in regressione in tutta Europa; le cause di questo declino sono varie (es. eutrofizzazione, regolazione artificiale dei livelli delle acque e moti ondosi, specie aliene invasive, pascolamento, attacco da parte di insetti). L'aumento dei livelli in laghi regolati è identificato come uno dei

maggiori fattori di rischio per il mantenimento di questo habitat, sia in termini di nuove superfici permanentemente sommerse, sia in termini di allagamento periodico quando avviene in fasi particolarmente delicate come quello di crescita primaverile, quando la sommersione dei nuovi germogli ne può compromettere la loro sopravvivenza.

In particolare, tra le problematiche che si possono instaurare per la conservazione dei canneti sul Lago Maggiore, i risultati del WP4 e di ricerche pregresse evidenziano quale effetto negativo principale ascrivibile all'innalzamento dei massimi livelli del lago un allagamento rilevante delle superfici interessate dall'habitat¹ in periodo di crescita tardo invernale-inizio primaverile. Dagli studi condotti, la superficie allagata stimata, con un innalzamento dei massimi livelli nel periodo 15 marzo - 15 settembre, è pari al:

- sponde svizzere: 25% e 33% delle superfici delle Riserve delle Bolle di Magadino e Foce della Maggia, rispettivamente per gli scenari +1,25 m e +1,50 m HSC;
- sponde italiane: 47%, 63% e 83% dei 18 siti a canneto monitorati, rispettivamente per gli scenari +1,25 m, +1,35 m e +1,50 m HSC.

L'effetto dell'innalzamento dei livelli è funzione della durata dell'innalzamento stesso, della sua stagionalità e della dinamica idrologica annuale e di lungo periodo. In generale, l'innalzamento dei livelli soprattutto inizio-primaverili, quando provoca la sommersione prolungata di superfici, anche estese, del canneto, ha come effetti previsti sul medio-lungo periodo un degrado dello stato di salute dell'habitat e la perdita di superfici. L'impatto sull'habitat dell'allagamento prolungato è potenzialmente tanto maggiore quanto più alti sono i livelli del lago e minori le dimensioni dell'area interessata, soprattutto in assenza di nuove superfici retrostanti potenzialmente colonizzabili. In particolare, l'allagamento prolungato può causare:

(a) Innalzamento dell'*optimum* di crescita del canneto (migrazione o *shifting*) con conseguente arretramento del fronte del canneto e migrazione verso l'entroterra, dove va a sostituirsi ad altri habitat palustri quali cariceti, megaforbieti, lischeti e formazioni monospecifiche a Salice bianco. Dallo studio condotto all'interno del WP4 presso la Riserva delle Bolle di Magadino, è stato osservato come il canneto acquatico sia adattato alla soglia di regolazione primaverile storica (i.e. +1 m HSC): il canneto tipico dell'area e in buona salute si attesta infatti appena sotto e attorno ad essa. Vengono evidenziati segnali di cambiamento di questo *optimum* possibilmente legati ai cambiamenti dei livelli a partire dal 2007.

Inoltre, sempre nella Riserva delle Bolle di Magadino, studi pregressi hanno mostrato come l'aumento verso l'entroterra delle formazioni dominate dalla cannuccia di palude avvenga soprattutto a scapito delle formazioni erbacee palustri aperte, quali i cariceti, che vanno incontro a scomparsa o degrado in termini di specie caratterizzanti (Fonte: *Sistema Lago: contestualizzazione, problematica e indicatori*, Greco & Patocchi 2004).

Questi fenomeni sono legati al più generale processo di arretramento spondale, che si verifica in caso di innalzamenti permanenti del livello del lago, che tra gli altri effetti, causa l'erosione al piede di esemplari arborei ripariali, osservazioni non oggetto del progetto Interreg ma documentate negli anni dagli enti gestori delle aree protette presenti lungo il lago.

¹ L'allagamento del canneto, quando con determinate caratteristiche di periodo e durata, innesca il fenomeno della migrazione verso l'entroterra che, quando non possibile, causa impatti a cascata anche sugli habitat retrostanti (si veda punti a e b). La stima delle superfici permanentemente allagate non tiene quindi conto delle superfici di habitat che subiscono questa pressione, che è però fondamentale in una valutazione complessiva e puntuale degli impatti cumulati.

(b) La migrazione verso l'entroterra del canneto non è sempre possibile, a causa dei vincoli di natura antropica presenti nella fascia perilacuale: in tal caso, essa si traduce con una perdita di ambienti palustri. Questo aspetto fortemente limitante l'arretramento degli habitat spondali viene segnalato sia negli studi in sponda italiana sia in quella svizzera.

(c) Mancata rigenerazione primaverile del fronte del canneto, soprattutto nei siti in cui l'habitat è presente alle quote più basse, a causa della sommersione durante il periodo da metà marzo a fine aprile, durante il quale le cannuce per crescere in altezza necessitano di un livello del lago inferiore, tipico delle magre primaverili dei regimi naturali. Si veda punto (e).

L'anno 2022, eccezionalmente siccitoso e con livelli del lago prossimi o sotto lo zero idrometrico, ha mostrato come, sia lungo le sponde italiane sia lungo quelle svizzere, con bassi livelli del lago in primavera, ci sia una forte rigenerazione del fronte del canneto a partire dalla germinazione dei semi ed anche per via vegetativa (stoloni).

(d) Perdita di habitat: da elaborazioni effettuate dal Capofila italiano, in cui sono state confrontate le ortofoto di archivio e i dati raccolti durante il progetto, è stato rilevato che dal 2007, anno di inizio dell'innalzamento dei massimi livelli da +1,0 m a +1,25/+1,35 m HSC nel periodo 15 marzo-15 settembre, al 2020 i canneti delle Riserve naturali di Fondo Toce e Dormelletto sono andati incontro ad una riduzione (Fonte: *Sistema Lago: contestualizzazione, problematica e indicatori*). In particolare:

- Riserva Naturale di Dormelletto: dal 2007 al 2019 l'habitat ha subito una riduzione complessiva del 38,2 %, passando da una superficie di 8,9 ha (2007) ad una superficie di 5,5 ha (con una perdita di 3,4 ha); inoltre uno dei principali canneti dell'area, da formazione unica quale era nel 2007, si è attualmente diviso in due unità separate;
- Riserva Naturale di Fondo Toce: dal 2006 al 2020, nei due siti monitorati nell'ambito del progetto Interreg (i.e. FDTC1 e FDTC2), l'habitat ha subito una riduzione complessiva 11,8%, passando da una superficie di 23,2 ha (2006) ad una superficie di 20,5 ha (con una perdita di 2,7 ha).

(e) In caso di interventi attivi di conservazione, volti a promuovere il mantenimento e l'espansione del canneto, come ad esempio lo sfalcio dei culmi secchi di *Phragmites australis* durante l'inverno per incentivarne la ricrescita, livelli elevati del lago nel periodo primaverile, soprattutto tra metà marzo e la fine di aprile, possono sommergere i germogli di canna, causandone la morte. Questo fenomeno è stato messo in evidenza dagli studi condotti sia sulle sponde svizzere, nell'ambito del WP4 all'interno della Riserva delle Bolle di Magadino, sia sulle sponde italiane in studi precedenti (*Sperimentazione dei nuovi livelli di esercizio del Lago Maggiore*). Inoltre, i risultati del WP6 mostrano come interventi di ingegneria naturalistica di piantumazione di canneto tramite l'utilizzo di biostuoie prevegetate risultino impraticabili quando l'innalzamento dei livelli del lago ne provoca la sommersione e ne causa il disancoraggio.

I massimi livelli del lago, con particolare attenzione alla stagione primaverile, costituiscono quindi un fattore rilevante per lo stato di salute e la conservazione delle superfici a canneto. Questo è confermato anche dagli studi condotti sul Lago di Mezzola (WP4_05), individuato come sistema lacuale naturale (i.e. non regolato) di riferimento extra-bacino: il suo idrogramma annuale, seppur derivato da misure giornaliere e non in continuo, mostra la variabilità tipica di un regime idrologico non regolato, con i livelli massimi a inizio estate (giugno-luglio) e una magra invernale ben marcata, che si protrae fino a inizio primavera (marzo-aprile), quando, alle minori altezze dei culmi di *Phragmites australis* corrispondono i livelli di quota minori del lago, in apparente accordo con i tempi di crescita delle cannuce.

In sintesi, gli studi condotti mostrano come un innalzamento della soglia di massima regolazione del lago (scenario +1.25 m HSC nel periodo 15 marzo-15 settembre) arrechi un danno, in particolare nei mesi di marzo e aprile, alla conservazione dell'habitat a canneto. Valori dei livelli meno dissimili ai livelli di magra primaverile tipici del regime naturale del periodo pre-diga apporterebbero invece beneficio a questo habitat.

2.1.2 Avifauna migratrice

Le aree di *stopover* sono i siti in cui l'avifauna migratrice si ferma per riposare, nutrirsi e trovare riparo durante la migrazione ed hanno quindi un ruolo cruciale nel determinare la sopravvivenza degli uccelli durante questa fase delicata del loro ciclo vitale. L'efficacia di un sito di *stopover* dipende dalla sua posizione geografica, dalla disponibilità di microhabitat e dall'assenza di disturbo. Le aree umide costituiscono i più importanti siti di *stopover* per numerose specie ornitiche. Dal momento che la variazione anche minima dei livelli idrici comporta un'alterazione nella biomassa di insetti e la disponibilità di microhabitat entro un'area umida, ne consegue un potenziale effetto anche sull'efficacia del sito come area di *stopover* per gli uccelli migratori.

I risultati del WP4 evidenziano un effetto negativo di livelli idrici elevati sull'avifauna migratrice. Nella Riserva delle Bolle di Magadino è stato osservato un effetto negativo tra la capacità di foraggiamento, e quindi di deposizione di grasso, in alcune specie migratrici precoci (i.e. Capinera e Migliarino di palude) e livelli elevati del lago. In particolare, a livelli del lago sopra la soglia di 193,32 m s.l.m. (quota svizzera; pari a 193,67 m s.l.m. riferito alla quota italiana), la Riserva risulta perdere di valore in termini di funzionalità ecologica come sito di *stopover*, verosimilmente a causa di una ridotta disponibilità trofica (aspetto sotto indagine). Questo effetto è evidente nel periodo iniziale dei flussi migratori, a inizio primavera (marzo – prima metà di aprile), in accordo con quanto osservato negli studi sullo stato di salute del canneto e quindi confermando l'importanza della regolazione dei livelli del lago in questo momento temporale molto delicato per gli ecosistemi lacustri e la fauna associata.

In sintesi, gli studi condotti mostrano come un innalzamento della soglia di massima regolazione del lago (scenario +1.25 m HSC nel periodo 15 marzo-15 settembre) arrechi un danno, in particolare nei mesi di marzo e aprile, all'avifauna migratrice che usa le aree a canneto come siti di *stopover*. Valori dei livelli meno dissimili ai livelli di magra primaverile tipici del regime naturale del periodo pre-diga apporterebbero invece beneficio a questo *taxon*.

2.1.3 Fauna ittica

Luccio e Ciprinidi

L'ambiente lacustre dei canneti rappresenta un habitat per numerose specie di pesci litorali (es. Luccio *Esox cisalpinus*, Agone *Alosa agone*, Ciprinidi) che utilizzano la fascia palustre/acquatica quale habitat per la frega e lo sviluppo della prole. Un abbassamento eccessivo del livello lacuale nel periodo primaverile-estivo costituisce un evento limitante per la loro riproduzione, perché la profondità dell'acqua nel canneto e l'area della zona sommersa divengono insufficienti. Le magre estive rientrano nel ciclo naturale del lago e non mettono a rischio le riproduzioni dei Ciprinidi (famiglia *Cyprinidae*) e del Luccio, ma lo sono periodi di abbassamento prolungato. Se un anno la riproduzione non avviene o è limitata, essa risulta limitata anche negli anni successivi, pur se i livelli tornano normali, poiché il numero dei riproduttori è stato ridotto. Le conseguenze si annullano solo nel lungo periodo.

Lo studio condotto all'interno del WP3 mostra come l'innalzamento dei livelli del lago durante il periodo primaverile-estivo presenta, sul breve termine, effetti positivi sul successo riproduttivo delle specie fitofile (come Luccio e Ciprinidi). Soprattutto per quanto riguarda i canneti in sponda italiana, un accesso per i pesci ad aree significative e non solo marginali risulta possibile infatti a partire da quota + 100 cm HSC, a salire. Per quanto riguarda le sponde ricadenti in territorio svizzero, l'accesso dei pesci a aree di canneto come siti di riproduzione è, con l'attuale gestione dei livelli, già possibile a quota +50 cm HSC.

E' importante sottolineare come però, sul lungo termine, l'effetto positivo di un innalzamento dei livelli del lago in periodo primaverile-estivo sembra destinato a svanire a causa degli impatti che, al contrario, l'innalzamento dei livelli stessi può avere sull'habitat riproduttivo delle specie (i.e. canneto). Come è stato evidenziato infatti, la qualità ed estensione dei canneti può essere messa a rischio da livelli idrici elevati prolungati, soprattutto in primavera, e lo spostamento dell'habitat verso l'entroterra non risulta possibile a causa di vincoli antropici.

Alborella

L'Alborella (*Alburnus arborella*) è un pesce con discreta valenza ecologica, in grado di svolgere il suo ciclo biologico in diversi tipi di ambienti acquatici purché le acque siano sufficientemente pulite e ossigenate. Specie litofila e pelagica, vive in aree prive di vegetazione e acqua profonda; si riproduce dalla fine di maggio fino a giugno-luglio. Le uova muoiono quando nel periodo tra la deposizione e la schiusa il livello decresce oltre la profondità a cui le uova sono state deposte. In particolare, l'abbassamento dei livelli del lago potrebbe determinare rischi di esposizione e messa in asciutta dei nidi di frega localizzati presso riva in zone poco profonde e generare impatti sulla riproduzione.

I risultati del WP3 mostrano come l'Alborella non sia direttamente influenzata dai massimi livelli di regolazione del lago. Viene citata nel presente documento però, perché può fornire indicazioni gestionali di interesse per quanto riguarda la regolazione del lago in relazione alla discesa dei livelli, che può invece essere indirettamente influenzata dai massimi livelli in termini di finestra di variazione più ampia degli stessi. Per la specie infatti, si registra un effetto negativo sul successo riproduttivo delle variazioni repentine di livello che avvengono nel periodo tra la tarda primavera e l'estate: la fase di sviluppo delle uova dura 4-5 giorni, periodo durante i quali la mancata stabilità dei livelli idrici può portare all'essiccamento delle stesse. Dal punto di vista gestionale e compatibilmente con le esigenze di sicurezza pubblica, in fase di discesa dei livelli, ai fini della tutela delle uova deposte, appare importante che la progressione sia quanto più possibile lenta e graduale. E' in ogni caso necessario tenere conto delle esigenze di svasso repentino, legate alla prevenzione degli eventi di piena lungo il lago.

Gli effetti dell'innalzamento dei livelli sulla disponibilità di habitat idonei per la riproduzione della specie non sono stati indagati durante il progetto, e non si conosce quindi la direzionalità (positiva o negativa) degli stessi.

2.1.4 Macroinvertebrati

Macro- e meiofauna

Macrofauna e meiofauna svolgono un'importante funzione di collegamento tra i livelli trofici primari e superiori, contribuendo al flusso di energia all'interno di un ecosistema. Le fluttuazioni del livello dell'acqua indotte dall'uomo sono una delle pressioni idromorfologiche che possono

compromettere l'integrità ecologica degli habitat di macro- e meiofauna e influenzare notevolmente la rete trofica e la struttura delle comunità litorali.

I risultati del WP4 mostrano un'abbondanza e una ricchezza di specie di chironomidi superiore a livelli alti del lago, così come le abbondanze di copepodi, ostracodi e acari diminuiscono durante i periodi di livello basso, probabilmente perché questi organismi mal sopportano il disturbo causato dall'azione delle onde. Come i pesci fitofili, sembra che anche macro- e meiofauna possano beneficiare, sul breve termine, di un innalzamento dei livelli del lago durante il periodo estivo quando le temperature sono elevate. Al contempo, è stato evidenziato anche che a livelli del lago più elevati aumentano i macroinvertebrati di taglia maggiore, la cui proliferazione influisce sulla struttura dell'intera rete trofica in quanto i predatori dovranno cambiare tipologia di prede. Ad un'alterazione della rete trofica, corrispondono ricadute a livello funzionale sull'intero ecosistema, con perdita/alterazione dei servizi ecosistemici connessi.

I risultati sulle analisi degli habitat presenti lungo le sponde del lago mostrano inoltre come l'aumento dei livelli, soprattutto in periodo primaverile, possa essere causa di una drastica riduzione del numero di habitat utilizzabili dalle diverse biocenosi litorali. Analogamente a quanto osservato per la fauna ittica quindi, è importante sottolineare come, sul lungo termine, l'effetto positivo di un innalzamento dei livelli estivi del lago sulle abbondanze di macro- e meiofauna potrebbe svanire a causa degli impatti che, al contrario, l'innalzamento dei livelli stessi può avere in termini di disponibilità di habitat.

Bivalvi

Le variazioni dei livelli idrici possono avere effetti negativi sulle popolazioni di molluschi bivalvi. Riduzioni di livello possono indurre mortalità massive di molluschi rimasti all'asciutto o esposti a temperature eccessivamente elevate. Viceversa, l'innalzamento dei livelli può abbassare le temperature alle quali i bivalvi sono esposti influenzandone l'attività riproduttiva.

I risultati del WP4 mostrano come i bivalvi non siano direttamente influenzati dai massimi livelli di regolazione del lago. Vengono citati nel presente documento però, perché possono fornire indicazioni gestionali di interesse per quanto riguarda la regolazione del lago in relazione alla discesa dei livelli, che può invece essere indirettamente influenzata dai massimi livelli in termini di finestra di variazione più ampia degli stessi. Anche se non vengono al momento portati dati specifici, nel report WP4 viene segnalato come un innalzamento dei livelli nel periodo primaverile-estivo, ampliando l'intervallo naturale delle fluttuazioni stagionali, potrebbe spingere gli animali a spostarsi verso zone inondate durante la fase di innalzamento e restarvi intrappolati durante la successiva fase di riduzione del livello, esponendo gli animali ad un incremento rapido delle temperature e ad essiccamento (i comportamenti di evitamento dell'essiccamento da parte dei bivalvi sono ancora oggetto di studio). Così come messo in evidenza per l'Alborella, dal punto di vista gestionale e compatibilmente con le esigenze di sicurezza pubblica, in fase di discesa dei livelli, ai fini della tutela delle comunità di bivalvi, appare importante che la progressione sia quanto più possibile lenta e graduale. E' in ogni caso, ancora una volta, necessario tenere conto delle esigenze di svasso repentino, legate alla prevenzione degli eventi di piena lungo il lago.

2.1.5 Zanzare

Le specie di Culicidi *Aedes vexans* e *A. sticticus* depongono le uova nel fango; le uova si schiudono nel momento in cui il terreno viene allagato. Dopo la schiusa, che avviene in 48 ore, le larve rimangono nell'acqua per 8-15 giorni prima di metamorfosare. Nel periodo primaverile-

estivo, l'innalzamento dei livelli del lago crea le condizioni idonee alla deposizione di uova da parte delle zanzare, allagando temporaneamente i terreni nei pressi delle sponde. Questo dà origine a pullulazioni che provocano disagio alla popolazione locale e ai turisti, generando la necessità di effettuare trattamenti per il loro contenimento.

Nel Documento *Sistema Lago: contestualizzazione, problematica e indicatori* vengono sintetizzati i dati raccolti in studi pregressi e legati al problema delle pullulazioni, monitorato nella Riserva delle Bolle di Magadino e Foce della Maggia dal 1990: l'innalzamento dei livelli del lago nel periodo primaverile-estivo, in caso di allagamento temporaneo dei terreni, pur non determinando un incremento del numero di trattamenti da effettuare, determina un incremento della superficie idonea alla deposizione delle femmine di zanzara e quindi da trattare, con conseguenti maggiori costi per le amministrazioni e disagi alla popolazione in caso di trattamento inefficace. Il problema viene segnalato anche su sponda italiana, a Fondo Toce, dal Capofila italiano.

Esiste inoltre un rischio reale che, in settori fino ad oggi mai trattati, l'aumento del disturbo creato sulla popolazione e/o alle infrastrutture turistiche dovuto all'innalzamento delle soglie di regolazione, induca i gestori ad aumentare l'area che subisce trattamenti contro le zanzare. Un peggioramento della situazione zanzare non va considerato nella direzione di uno sviluppo sostenibile, anche per possibili conseguenze sanitarie, nella convivenza tra popolazione e aree naturali. Esso va considerato come un peggioramento grave. Se per esempio il *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti), attualmente utilizzato per il controllo biologico, dovesse un giorno mostrare forme di resistenza da parte delle larve di zanzara, non abbiamo prodotti sostenibili sostitutivi utilizzabili in aree protette (quindi da usare il meno possibile oggi).

In questo contesto occorre anche considerare il possibile incremento del rischio sanitario legato alle zanzare quali vettori di malattie attualmente non presenti, e che possono vedere un'espansione anche a seguito dei cambiamenti climatici in atto.

2.2 Il sistema "fiume"

Un sistema fluviale con un regime regolato dalla presenza di uno o più sbarramenti si discosta sotto diversi aspetti da un regime naturale. Il fiume Ticino nella sua porzione sub-lacuale, ovvero a valle del Lago Maggiore, presenta un regime regolato, il che comporta l'emergenza potenziale di diverse minacce al suo funzionamento ecologico. Gli studi del WP5, condotti nel tratto di fiume tra lo sbarramento della Miorina e il canale Langosco, indicano come gli sbarramenti presenti in uscita dal Lago Maggiore e a valle lungo il corso del Fiume Ticino (i.e. diga della Miorina, diga di Porto della Torre, diga del Panperduto e filarola delle Rogge Novaresi), interrompono la continuità fluviale e influenzano le dinamiche naturali del corso d'acqua. Gli effetti di maggior rilievo di una gestione idrica regolata del sistema "fiume" sono:

1. la riduzione delle portate fino a valori corrispondenti al Deflusso Minimo Vitale (DMV) / Deflusso Ecologico (DE);
2. l'interruzione della continuità fluviale;
3. la stabilizzazione temporale dei livelli del fiume;
4. l'acuirsi di variazioni repentine del deflusso idrico con alterazione dell'habitat disponibile.

Nell'ambito del WP5 non è stato possibile indagare in modo diretto gli effetti della regolazione dei livelli del Lago Maggiore, e in particolare dell'innalzamento del livello del lago, sul fiume Ticino

sublacuale. Infatti, la correlazione tra livelli e rilasci dal lago e le dinamiche fluviali, ed in particolare con il mantenimento del DMV/DE, non può essere definita prescindendo dalle politiche di sfruttamento della risorsa idrica per scopi irrigui ed energetici a valle della diga della Miorina, dagli eventi meteorologici e dagli andamenti climatici. Tuttavia sono stati svolti diversi approfondimenti circa le relazioni tra regolazione del regime idrico e dinamiche naturali, di cui si riportano i punti di maggior interesse e con implicazioni gestionali, derivati dal WP5 e dalla competenza degli autori degli studi sulle tematiche analizzate.

2.2.1 Deflusso Minimo Vitale (DMV) e dinamica alluvionale

La riduzione delle portate, che a sua volta determina una riduzione dell'alveo bagnato (i.e. quantità d'acqua nel fiume) e della velocità della corrente, è tra i principali effetti che le dighe impongono sugli ecosistemi fluviali a valle. Una ridotta velocità comporta un maggior deposito di sedimento, che può avere effetti negativi sugli ecosistemi (es. contribuendo alla perdita di habitat utile ai macroinvertebrati, riducendo la presenza di cavità naturali). Inoltre, seppur con variazioni stagionali, a portate inferiori corrispondono di norma temperature maggiori, con potenziali effetti negativi sui popolamenti di macroinvertebrati e ittiofauna, sulla capacità di diluizione del carico di inquinanti derivanti dagli scarichi delle attività antropiche e autodepurativa del fiume in generale.

Infine, una minore quantità d'acqua che scorre in un alveo di dimensioni tali da contenerne 10 volte tanto, porta ad avere una significativa porzione di alveo all'asciutto e quindi colonizzabile da vegetazione non igrofila e non adatta a sostenere portate elevate e forti correnti, quando queste si presentano nuovamente. Tale vegetazione rischia così di essere "travolta" e di creare problemi di sicurezza idraulica a valle. Si pensa infatti, che la presenza di vegetazione igrofila negli alvei dei fiumi sia pericolosa e vada rimossa, in realtà la vegetazione igrofila e perifluviale è adatta a tali ambienti e deve essere preservata per contrapporsi alla forza della corrente.

La gestione del regime idrico del fiume Ticino comporta poi una stabilizzazione dei livelli del fiume attraverso una riduzione delle oscillazioni, in particolare di quelle di consistenza inferiore. Questo fenomeno può variare le naturali interazioni tra fiume e habitat peri-fluviali, modificando il gradiente di vegetazione alluvionale sulle sponde del corso d'acqua a valle delle opere di sbarramento (es. barre di sedimenti prive di vegetazione, vegetazione pioniera spesso invasiva, etc.).

Dai risultati del WP5, è emerso come il rispetto dei valori del DMV/DE sia prioritario per il mantenimento di buone condizioni delle cenosi fluviali ai sensi della Direttiva Quadro sulle Acque, in particolare delle comunità a macroinvertebrati bentonici. Si sottolinea che in ogni caso il DMV/DE rappresenta una situazione di eccezionalità, che non deve protrarsi a lungo, come è invece successo negli ultimi anni, soprattutto, ma non solo, nel periodo estivo (nel 2022 il DMV/DE si è protratto per più di un anno). L'affermarsi di lunghi periodi di presenza delle sole portate di DMV/DE in fiume può determinare una condizione di sofferenza anche per la vegetazione perifluviale igrofila che, si sottolinea, nel caso del Ticino, costituisce habitat di interesse comunitario prioritario 91E0* (circa 1.300 ha per il territorio lombardo e circa 450 ha per il territorio piemontese).

Condizioni di magre prolungate possono inoltre portare alla proliferazione di specie alloctone, soprattutto bivalvi, e, sul lungo periodo, a un deterioramento dei popolamenti, benché nel breve termine le comunità macrobentoniche del fiume Ticino siano risultate abbastanza stabili e resilienti.

La variabilità dei deflussi e la frequenza di piene di piccola e grande entità, benché quantitativamente ridotte a causa della presenza dello sbarramento e dello sfruttamento della risorsa idrica effettuato mediante le derivazioni, sono riferite come paragonabili al regime naturale e non costituiscono al momento un problema rilevante al rinnovamento dei substrati e alla salute delle cenosi fluviali. Nonostante questo, è importante sottolineare come valori di portata superiori al DMV/DE apportino benefici all'ecosistema fiume nel suo complesso, permettendo il collegamento con gli habitat peri-fluviali e una dinamica idrologica più rispondente alle esigenze di conservazione anche sul lungo periodo.

2.2.2 Variazioni di deflusso repentine

Le variazioni di portata, talvolta rapide, causate dalle opere di regolazione presenti nei corsi d'acqua, possono impattare negativamente sull'ecosistema causando il trascinarsi verso valle (*drifting*) della fauna acquatica (pesci e macroinvertebrati bentonici) durante la fase di crescita della portata, e spiaggiamento (*stranding*) durante quella discendente.

Eventi di spiaggiamento della fauna ittica, impatti sul successo riproduttivo dell'avifauna che nidifica sui greti e rischio per i fruitori del fiume, legati alle variazioni repentine di deflusso, sono menzionati nel report del WP5_03 e dal personale del Parco lombardo della Valle del Ticino. Questi eventi però, non sono mai stati documentati in campo durante i periodi di sperimentazione e non sembrano essere particolarmente frequenti. Tuttavia, secondo i risultati delle simulazioni idrauliche menzionate nell'ambito del WP5_03, anche suddividendo la rampa di discesa in quattro passaggi di variazione di portata, la riduzione repentina del deflusso è considerata potenzialmente critica per l'ittiofauna in corrispondenza di un braccio secondario del Ticino a valle delle opere di sbarramento, e delle zone prossime alle sponde. Tale problematica potrebbe essere limitata a livello gestionale predisponendo una mitigazione della velocità di decremento/incremento del deflusso a valle della diga nei momenti di transizione di portata, includendo per quanto possibile e sempre nel rispetto dei vincoli di sicurezza pubblica gli eventi di svasso urgente necessari a contenere il rischio di esondazione del lago.

Rispetto al "Sistema fiume", alla luce dei risultati ottenuti e della concomitanza di un periodo di siccità, che potrebbe anche non avere carattere di eccezionalità ma diventare la norma a causa della crisi climatica, si ritengono necessari ulteriori approfondimenti (alcuni dei quali già in corso in altri progetti) relativi agli effetti dovuti all'incremento della temperatura dell'acqua e all'influenza degli apporti di falda, non solo rispetto alla portata del fiume, ma soprattutto a quella dei rami laterali, in cui sono state rinvenute le cenosi ittiche di maggior pregio.

3. Conclusioni e implicazioni gestionali

La regolazione del Lago Maggiore attraverso la gestione dello sbarramento della Miorina, attivo dal 1943, è affidata al Consorzio del Ticino, che opera secondo precisi vincoli di sicurezza del territorio ed in base alle esigenze degli utenti di valle. Attualmente i conflitti legati alla regolazione interessano i livelli del lago per motivi ambientali, di fruizione turistica e di sicurezza legata alla prevenzione degli eventi di piena.

Il progetto Interreg "PARCHIVERBANOTICINO" nasce dall'esigenza, espressa da numerosi soggetti del territorio, di cooperare ai fini di definire un quadro conoscitivo ampio ed articolato a supporto di un sistema di regolazione del Lago Maggiore e, di conseguenza, delle portate del fiume Ticino a valle, efficiente e sostenibile in termini ambientali, con particolare riferimento alle aree di maggiore rilevanza naturalistica. A questo scopo, il progetto prevede un ampio partenariato che vede coinvolti i gestori delle aree protette lungo le sponde del lago e del fiume (Ente di gestione delle aree protette del Ticino e del Lago Maggiore - Capofila italiano-, Fondazione Bolle di Magadino - Capofila svizzero, Parco lombardo della Valle del Ticino, Riserva Naturale Pian di Spagna e Lago di Mezzola), il consorzio regolatore dei livelli del lago (Consorzio del Ticino) e due centri di ricerca del territorio (Università degli Studi dell'Insubria e Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca Sulle Acque).

Obiettivo del Work Package 7_02 è in particolare quello di definire congiuntamente il reale effetto della regolazione sugli ecosistemi lacuali e fluviali, tenendo conto di vantaggi e svantaggi che le scelte gestionali possono produrre per i diversi *stakeholder*, così da individuare margini di riduzione dei conflitti. Il tema degli usi della risorsa idrica non è però stato trattato nel corso del progetto ma è affidato al Tavolo coordinato dall'Autorità di Bacino.

Il presente documento vuole essere base per il raggiungimento di questo obiettivo, costituendo una sintesi dei principali effetti dell'innalzamento dei livelli di massima regolazione del lago da +1,0 m a +1,25/+1,35 m HSC, nel periodo 15 marzo-15 settembre, messi in evidenza dagli studi condotti nei WP 3, 4 e 5, e da ricerche pregresse.

In estrema sintesi, dai WP 3 e 4 emerge come un innalzamento dei livelli idrici prolungato, in particolare in periodo inizio-primaverile (i.e. marzo, aprile), costituisce un fattore di minaccia per la rigenerazione del canneto (con un impatto sul 25% della sua superficie nelle aree protette svizzere e sul 47% in quelle italiane) e il mantenimento delle attuali superfici lungo le sponde del lago, e inficia il valore dell'habitat come sito di sosta per l'avifauna migratrice. Sul breve termine invece, nel periodo estivo, i pesci fitofili beneficiano in termini di successo riproduttivo, di una maggior accessibilità al canneto legata ai livelli idrici maggiori, mentre per le comunità di macroinvertebrati bentonici sono state evidenziate abbondanze minori di alcuni *taxa* di macro- e meiofauna in corrispondenza di bassi livelli del lago ma alterazioni della rete trofica in corrispondenza di alti livelli. Sul lungo termine, l'innalzamento prolungato dei livelli rischia in ogni caso, di diminuire la disponibilità di habitat per queste specie. Anche dal punto di vista delle pullulazioni di zanzare, l'innalzamento dei livelli merita attenzione in termini di incremento di superfici da trattare, insorgenza di fenomeni di resistenza e possibile diffusione di malattie.

In questo contesto, l'eventualità di portare la soglia di regolazione a +1,50 m HSC, in particolare nei mesi di marzo e aprile, andrebbe ad accentuare le criticità sopra evidenziate (es. con un allagamento del 33% della superficie a canneto presente nelle aree protette svizzere e sull'83% in quelle italiane), con il rischio di compromettere gli obiettivi di conservazione delle aree protette lacuali.

Dal WP5 e da interlocuzioni con i soggetti coinvolti negli studi emerge non solo come il rispetto dei valori del Deflusso Minimo Vitale / Deflusso Ecologico sia prioritario per il mantenimento di buone condizioni delle cenosi del fiume Ticino, ma anche che valori di portata superiori e un regime che riproduca il più possibile le fluttuazioni tipiche del regime idrologico naturale, potrebbero garantire una migliore qualità degli ecosistemi fluviali, una maggiore capacità autodepurativa, la connessione con i rami laterali e la conservazione degli habitat forestali perifluviali. In tale ambito, maggiori volumi nel lago, quando disponibili, consentono al Consorzio del Ticino, come già successo più volte anche in un recente passato, di incrementare le portate di DMV/DE rilasciate nel fiume a valle, anche a sostegno dell'apporto al fiume Po.

Nella gestione dei livelli del Lago Maggiore appare quindi fondamentale tenere conto dei molteplici fattori che influiscono sui delicati equilibri che regolano gli ecosistemi naturali dei sistemi lago e fiume, pur essendo nota l'importanza degli usi della risorsa idrica che il Consorzio del Ticino, per quanto possibile, deve garantire agli utenti di valle. Dal punto di vista ambientale, se da un lato l'innalzamento dei livelli del lago, in particolare nei mesi di marzo e aprile, causa interferenze con gli habitat perilacuali (con particolare riferimento al canneto), dall'altro può essere garanzia di maggiori disponibilità idriche per l'ecosistema fluviale nei periodi più siccitosi.

Il possibile percorso da intraprendere in un'ottica di *governance* ambientale, e che quindi tenga conto delle esigenze specifiche dei diversi habitat interessati, passa attraverso una diversa articolazione dei livelli massimi, che appare oggi rigida, prevedendo solo due scenari fissi ed immutabili (uno invernale ed uno estivo) e che prescindono dagli andamenti meteo-climatici e dalle condizioni idrologiche al contorno. Un sistema maggiormente flessibile della gestione delle soglie massime del lago, in particolare nel periodo 1° marzo - 30 aprile, garantirebbe la rigenerazione dei canneti lacustri evitando la sommersione delle cannuce in fase di crescita, e deve essere valutato, con adeguati approfondimenti, anche in funzione:

- dell'entità delle riserve idriche disponibili a monte del lago (i.e. invasi artificiali e manto nevoso) e dagli andamenti idrologici annuali. Negli anni caratterizzati da crisi e/o da modeste riserve idriche a monte, ove quindi ci siano le prospettive di periodi caratterizzati da scarsità idrica, la perdita di significativi volumi idrici accumulabili all'inizio della primavera può comportare *deficit* irrigui nei comprensori a valle. In queste annate non sono spesso, in ogni caso, presenti disponibilità idriche che permettano l'invaso fino alle soglie massime;
- della possibilità di espansione dei canneti verso terra. Appare utile un approfondimento di questo aspetto sia su sponda svizzera sia su sponda italiana, pur essendo noti i vincoli di origine antropica legati agli insediamenti e alle infrastrutture già esistenti. In particolare, riguardo le Riserve naturali di Dormelletto e Fondo Toce, di competenza dell'Ente di Gestione delle Aree Protette del Ticino e del Lago Maggiore, è possibile prendere in considerazione una migrazione del canneto verso aree attualmente ospitanti superfici a prato, pur essendo necessario tenere parallelamente conto degli effetti dell'innalzamento dei livelli sugli altri habitat prioritari esistenti, quali le formazioni forestali di pregio di salice bianco (*Salix alba*) e di ontano nero (*Alnus glutinosa*) riconducibili all'habitat comunitario di interesse prioritario codice 91E0, che come segnalato dagli enti parco potrebbero essere compromesse ed anche irrimediabilmente perse.

Alla luce di quanto emerso dal presente progetto, i gestori delle aree naturali protette ritengono che, anche in relazione al cambiamento climatico in atto, sia necessario fare riferimento al

mondo agricolo per un uso più efficiente e integrato della risorsa idrica (attraverso ad es. la microirrigazione, in quei comprensori dove non è già presente un'infrastruttura irrigua secondaria ben sviluppata, e il riutilizzo delle acque reflue depurate), che implichi d'altro canto una maggior circolazione dell'acqua, fatta salva la portata del fiume Ticino, anche durante la stagione autunno/invernale-inizio primaverile, entro l'esteso reticolo irriguo secondario che si sviluppa in relazione diretta con l'acquifero freatico nel territorio del Ticino sub-lacuale. Questo uso consentirebbe di mantenere livelli di falda che possono garantire la sopravvivenza degli ambienti umidi da essa dipendenti (es. fontanili, stagni, lanche, ecc), oltre che fornire acqua per favorire l'adacquamento invernale delle marcite e il ritorno alla pratica della semina del riso in sommersione, ricreando quei bacini sotterranei una volta presenti soprattutto in Lomellina, che oggi sono scomparsi con il diffondersi della coltivazione del riso in asciutta.

GRUPPI DI LAVORO

Ente di gestione delle aree protette del Ticino e del Lago Maggiore (Capofila italiano)

Giulia Arpiani, Claudio Foglini, Monica Perroni, Lorena Ravizzoni, Cristina Rey, Emanuela Sarzotti, Edoardo Villa. Consulenti: Gaetano Gentili, Marco Tessaro

Fondazione Bolle di Magadino (Capofila svizzero)

Nicola Patocchi, Lisa Elzi, Roberto Lardelli; Alberto Conelli – Oikos Sagl

Parco lombardo della Valle del Ticino

Claudio De Paola, Aldo Paleari, Valentina Parco

Riserva Naturale Pian di Spagna e Lago di Mezzola

Cristina Ferrè, Paolo Poli; Mattia Cordì e Federica Casati - *GRAIA s.r.l.*; Mariella Nicastro - *Centro Tecnico Naturalistico*; Alessio Martinoli, Clara Tattoni, Mattia Panzeri, Silvia Giuntini, Alessandra Gagliardi, Adriano Martinoli, Damiano Preatoni - *Università degli Studi dell'Insubria*

Consorzio del Ticino

Doriana Bellani, Maurizio Gandolfo, Beniamino Barengi, Stefano Molinari, Mauro Alessandro Bardazzi, Mattia Cordì, Andrea Romanò, Matteo Moroni, Cesare Mario Puzzi, Sonia Bonatto

Università degli Studi dell'Insubria

Alessio Martinoli, Clara Tattoni, Mattia Panzeri, Silvia Giuntini, Alessandra Gagliardi, Adriano Martinoli, Damiano Preatoni, Silvia Quadroni, Livia Servanzi, Serena Zaccara, Caterina Maria Antognazza, Giuseppe Crosa

Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Ricerca Sulle Acque

Angela Boggero, Lyudmila Kamburska, Marzia Ciampittiello, Tiziana Di Lorenzo, Michela Rogora, Silvia Zaupa, Nicoletta Riccardi, Vanessa Modesto, Dario Manca

Università degli Studi di Pavia

Elisa Cardarelli, Zeno Porro, Daniele Pellitteri-Rosa - *Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente*