

3AQST “SALVAGUARDIA E RISANAMENTO DEL LAGO DI VARESE”



X Relazione di monitoraggio sullo stato di attuazione dell'AQST

APRILE 2024

INDICE

INTRODUZIONE	3
STATO DI AVANZAMENTO DELLE ATTIVITA'	4
Macroazione A. Interventi di miglioramento del reticolo fognario del bacino del lago di Varese	6
Macroazione B. Monitoraggio dello stato delle acque del lago e del suo emissario e loro evoluzione	17
Macroazione C. Riattivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico	96
Macroazione D. Salvaguardia della biodiversità del lago di Varese	103
Macroazione E. Comunicazione, promozione attività AQST e sensibilizzazione cittadini	108
Macroazione F. Attività di sviluppo e valorizzazione territoriale delle sponde e della pista ciclabile	115

INTRODUZIONE

L'Accordo Quadro di Sviluppo Territoriale (AQST) "Salvaguardia e risanamento del lago di Varese", sottoscritto il giorno 12 aprile 2019, prevede la redazione di relazioni semestrali di monitoraggio in ordine allo stato di attuazione dell'AQST; tali relazioni, redatte sulla base dei documenti di aggiornamento predisposti dai soggetti attuatori, in raccordo con i soggetti coordinatori delle Azioni all'interno dei lavori di Segreteria Tecnica (ST) (art. 14), vengono inviate dal soggetto responsabile al Collegio di Vigilanza (art. 8).

Il Collegio di Vigilanza (CdV) valuta tali relazioni (art. 7) durante la seduta plenaria convocata dal Presidente.

Durante la riunione del CdV (prima denominato Comitato di Coordinamento) del 4 dicembre 2020 il Comitato, sulla base di una proposta della Segreteria Tecnica ha valutato opportuno modificare il periodo temporale delle relazioni di monitoraggio prevedendo due relazioni annue: gennaio-giugno e luglio-dicembre.

La presente relazione riguarda il periodo gennaio-giugno 2023.

Incontri degli organi dell'AQST

Le riunioni di Segreteria tecnica sono state organizzate sia in modalità plenaria, ma anche per sottogruppi di lavoro tematici, coinvolgendo i rappresentanti maggiormente competenti e interessati allo sviluppo delle varie attività.

Nel corso del primo semestre 2023 sono state organizzate 9 riunioni di Segreteria Tecnica di cui 2 plenarie:

- Riunione del 13 gennaio 2023 per aggiornamento sulle attività del programma, valutazione su attività da implementare nel nuovo programma AQST e approfondimento macroazione F (campeggio Azzate);
- Riunione del 2 marzo 2023 per incubatoio ittico Gavirate;
- Riunione del 6 marzo 2023 su macroazione A;
- Riunione del 15 marzo 2023 per progetto fauna ittica;
- Riunione del 4 aprile 2023 focus apertura balneazione;
- Riunione del 13 aprile 2023 focus monitoraggio integrato macroazione B;
- Riunione del 19 aprile 2023 per progetto fauna ittica – aspetti pratici;
- Riunione del 4 maggio 2023 per progetto fauna ittica;
- Riunione del 9 maggio 2023 stato avanzamento azioni AQST;
- Riunione del 20 luglio 2023 su revisione testo AQST e proposta nuovo programma d'azione;
- Riunione del 6 settembre 2023 su approvazione contenuti prosecuzione AQST;
- Riunione del 15 novembre 2023 stato avanzamento azioni AQST;
- Riunione del 28 novembre 2023 su macroazione A.

Il Comitato di coordinamento si è riunito in data:

- 20 gennaio 2023 per illustrazione avanzamento delle attività, proposta future azioni in vista della prossima legislatura regionale e focus su macroazione F;
- 30 maggio 2023 per approvazione proseguimento AQST e illustrazione avanzamento delle attività;
- 23 settembre 2023 evento aperto al pubblico per presentare le attività e i risultati conseguiti durante il quarto anno di attivazione dell'AQST;
- 21 novembre 2023 per illustrazione avanzamento delle attività e dell'approvazione dell'atto integrativo all'AQST.

I verbali delle riunioni del Comitato di Coordinamento sono pubblicati sul sito istituzionale dell'AQST: www.lagodivarese.regione.lombardia.it

STATO DI AVANZAMENTO DELLE ATTIVITA'

Nel seguito si riporta una relazione sullo stato di attuazione di tutte quelle attività previste dal Programma di Azione per le quali vi è stato un avanzamento nel corso del semestre considerato, ovvero:

Macroazione A. Interventi di miglioramento del reticolo fognario del bacino del lago di Varese

Azione A.1. Studi e rilievi del reticolo fognario

Attività A.1.1. Raccolta e organizzazione delle segnalazioni circa il malfunzionamento del sistema fognario

Attività A.1.2. Rilievo topografico del reticolo fognario nel bacino del lago di Varese

Attività A.1.3. Studio dei carichi sfiorati in tempo di pioggia dagli sfioratori fognari

Attività A.1.4. Censimento e valutazione degli scarichi esistenti nel bacino del lago

Attività A.1.5. Aggiornamento della modellazione idraulica redatta dalla Società Lago

Attività A.1.6. Monitoraggio delle portate relativo all'agglomerato del Lago di Varese

Azione A.2. Interventi infrastrutturali sul reticolo fognario

Attività A.2.1. Valutazione degli studi progettuali esistenti

Attività A.2.2. Progettazione e realizzazione degli interventi individuati dall'azione 1 e 2

Attività A.2.3. Manutenzione straordinaria rete fognaria comuni lacustri del Lago di Varese

Attività A.2.4. Piano Potenziamento Servizio Fognatura

Macroazione B. Monitoraggio dello stato delle acque del lago e del suo emissario e loro evoluzione

Azione B.1. Monitoraggio dello stato delle acque del lago e del suo emissario

Attività B.1.1. Monitoraggio ad alta frequenza delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e biologiche (sviluppo di popolamenti di cianobatteri mediante sensori in-situ su boe limnologiche)

Attività B.1.2. Monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi fisico-chimici e chimici, di sostanze prioritarie, dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza delle comunità di cianobatteri del Lago di Varese; descrizione della comunità batterica e presenza di potenziali patogeni nel lago di Varese

Attività B.1.3. Monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi fisico-chimici e chimici, di sostanze prioritarie e dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza, descrizione della comunità batterica e presenza di potenziali patogeni nel fiume Bardello e nel lago Maggiore

Attività B.1.4. Monitoraggio di parametri microbiologici e delle fioriture algali ai fini della balneazione

Azione B.2. Sviluppo di un modello di bilancio di massa del fosforo

Attività B.2.1. Valutazione del carico esterno

Attività B.2.2. Valutazioni del carico interno

Azione B.3. Sviluppo di scenari evolutivi della qualità delle acque del lago finalizzati ad una valutazione degli interventi

Attività B.3.1. Sviluppo e validazione di un modello previsionale della qualità delle acque del lago

Attività B.3.2. Predisposizione di scenari modellistici

Azione B.4. Valutazione delle migliori tecnologie per il risanamento del lago

Attività B.4.1. Istruttoria e approfondimenti circa la possibilità di utilizzo di tecniche e tecnologie innovative per il risanamento del lago di Varese

Macroazione C. Riattivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico

Azione C.1. Studi propedeutici alla riattivazione dell'impianto

Attività C.1.0. Analisi sullo stato di consistenza dell'impianto

Attività C.1.1. Valutazione in merito al prolungamento della tubazione di scarico dell'impianto di prelievo ipolimnico con predisposizione di sifonamento

Attività C.1.2. Progettazione degli interventi

Azione C.2. Esecuzione lavori

Attività C.2.1. Ammodernamento e riadeguamento dell'impianto di prelievo ipolimnico

Attività C.2.2. Sistemazione dello scarico dell'impianto di prelievo

Attività C.2.3. Predisposizione del piano (delle specifiche) per il funzionamento dell'impianto

Attività C.2.4. Installazione di un impianto fotovoltaico

Macroazione D. Salvaguardia e tutela dell'area protetta lago di Varese

Azione D.1. Gestione ambientale del Lago di Varese: Zona Speciale di Conservazione (ZSC) "Alnete del Lago di Varese" e Zona di Protezione Speciale (ZPS) "Lago di Varese"

Attività D.1.1. Disciplina e vigilanza della navigazione sul lago

Attività D.1.2. Valutazioni di proposte di revisione della normativa sulla navigazione

Attività D.1.3. Analisi di fattibilità per uno sviluppo di una navigazione elettrica sul lago

Attività D.1.4. Valutazione dei livelli del lago adeguati alla protezione ambientale e all'utilizzo plurimo delle acque

Attività D.1.5. Redazione e aggiornamento del piano di gestione della ZSC "Alnete del Lago di Varese" e della ZPS "Lago di Varese" (quadro conoscitivo, programmazione interventi, normativa) al fine di mantenere in uno stato di conservazione soddisfacente habitat e specie di interesse comunitario.

Attività D.1.6. Rilievo morfo-batimetrico del lago di Varese

Azione D.2. Predisposizione di un piano triennale di riequilibrio della fauna ittica.

Macroazione E. Comunicazione, promozione attività AQST e sensibilizzazione cittadini

Azione E.1. Comunicazione e divulgazione dei contenuti e delle attività dell'accordo

Attività E.1.1. Predisposizione di un sito web relativo all'AQST

Attività E.1.2. Organizzazione di incontri tematici sul territorio

Azione E.2. Sensibilizzazione dei cittadini, degli addetti ai lavori e delle imprese e attività di citizen science

Attività E.2.1. Attività di divulgazione, didattica ambientale e altre iniziative di coinvolgimento (anche di partecipazione economica)

Attività E.2.2. Realizzazione di percorsi formativi e di incontri tematici per varie tipologie di soggetti

Attività E.2.3. Cartellonistica informativa e stampa di materiale divulgativo

Attività E.2.4. Sviluppo di forme di partecipazione economica da parte dei cittadini e delle Amministrazioni locali alle spese di risanamento del lago

Attività E.2.5. Giornata regionale del "Verde Pulito" dedicata al lago

Attività E.2.6. Realizzazione di percorsi formativi e di incontri tematici per varie tipologie di soggetti

Macroazione F. Attività di sviluppo e valorizzazione territoriale delle sponde e della pista ciclabile

Azione F.1. Valorizzazione della zona spondale e della pista ciclabile

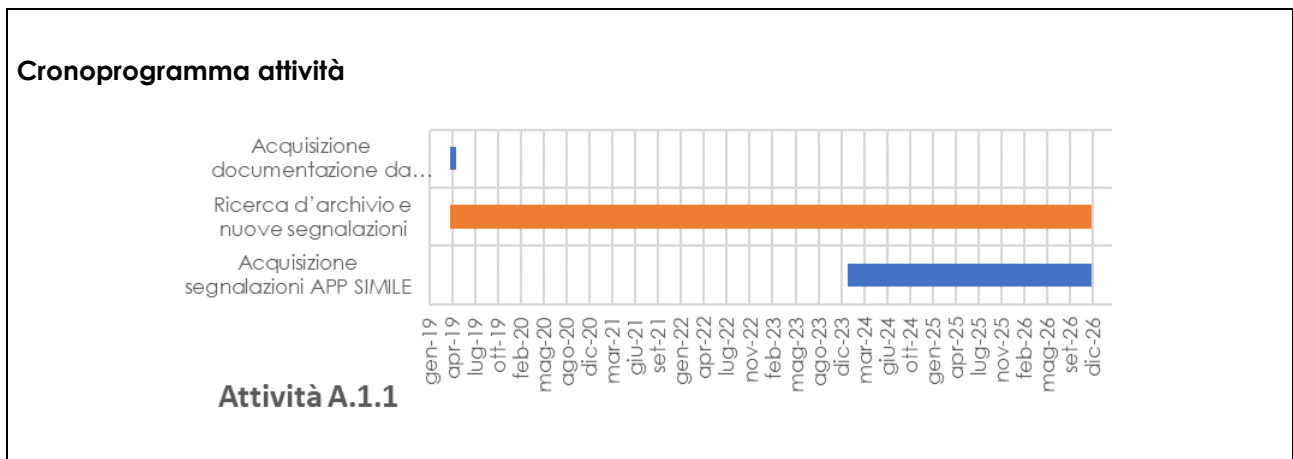
Attività F.1.1. Redazione di uno studio/progetto di inquadramento territoriale/paesaggistico finalizzato a promuovere la fruibilità del lago di Varese in special modo valorizzando la pista ciclabile circumlacuale

Attività F.1.2. Effettuazione interventi e lavori individuati nella fase progettuale

Macroazione A. Interventi di miglioramento del reticolo fognario del bacino del lago di Varese

AZIONE A.1.	
STUDI E RILIEVI DEL RETICOLO FOGNARIO	
Attività	<ul style="list-style-type: none"> - Attività A.1.1. Raccolta e organizzazione delle segnalazioni circa il malfunzionamento del sistema fognario. - Attività A.1.2. Rilievo topografico del reticolo fognario nel bacino del lago di Varese - Attività A.1.3. Studio dei carichi sfiorati in tempo di pioggia dagli sfioratori fognari - Attività A.1.4. Censimento e valutazione degli scarichi esistenti nel bacino del lago - Attività A.1.5. Aggiornamento della modellazione idraulica redatta dalla Società Lago - Attività A.1.6. Monitoraggio delle portate relativo all'agglomerato del Lago di Varese
Risultati attesi	L'azione risponde all'obiettivo principale di completare il processo di risanamento delle acque del lago e di conseguenza risponde a tutti gli obiettivi specifici, attraverso un miglioramento degli aspetti conoscitivi relativi al reticolo fognario presente nel bacino.
Risorse finanziarie complessive	<p><u>2019-2023</u></p> <p>2.058.700 € + 18.000 € di risorse interne</p>
Soggetto coordinatore	Ufficio d'Ambito di Varese

ATTIVITÀ A.1.1	
Raccolta e organizzazione delle segnalazioni circa il malfunzionamento del sistema fognario	
Descrizione Attività	<p>Attività effettuate 2019-2023</p> <p>Ricerca negli archivi ARPA di comunicazioni di qualsiasi tipo inerenti malfunzionamenti del sistema di collettamento e depurazione con possibile sversamento di effluenti fognari in ambiente nel bacino imbrifero del Lago di Varese, a partire dal 2016.</p>
Localizzazione	Bacino lago di Varese
Soggetto Attuatore	ARPA Lombardia U.O.C. di Varese – RL
Risorse stanziate 2019-2023	15.000 € - personale interno ad ARPA



Sintesi delle attività svolte

L'attività si è conclusa e le principali criticità riscontrate sono in corso di risoluzione: il relativo avanzamento è riportato nella descrizione dell'Attività A.2.2. "Progettazione e realizzazione degli interventi individuati dall'Azione 1 e 2".

ATTIVITÀ A.1.2	
Rilievo topografico del reticolo fognario nel bacino del lago di Varese	
Descrizione Attività L'attività riguarda il rilievo topografico del reticolo fognario di tutti i comuni afferenti all'agglomerato AG01207201, afferente all'impianto di depurazione di Gavirate. Le informazioni che saranno censite sono relative alla rete e a tutti i manufatti ad essa collegati, tramite apposite schede di censimento. L'attività ha l'obiettivo di mappare il reticolo fognario, con il fine di individuare gli interventi necessari per l'adeguamento del reticolo dal punto di vista funzionale, anche rispetto alla normativa regionale in materia.	
Localizzazione Bacino lago di Varese – agglomerato catenale AG01207201	
Soggetto Attuatore Ufficio d'Ambito, ALFA	
Risorse stanziate 2019-2022 747.500 €	
Cronoprogramma attività <div><div>Rilievo topografico del reticolo fognario</div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><</div></div>	

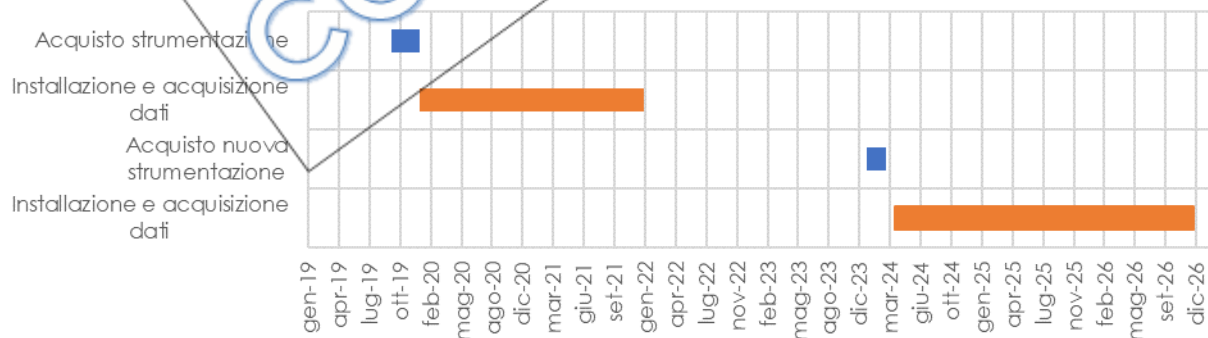
Resoconto attività a cura di ALFA

Sintesi delle attività svolte

Con apposita procedura d'appalto è stato aggiudicato a Datek22 il rilievo di tutte le reti fognarie ricadenti nell'agglomerato afferente all'impianto di depurazione di Gavirate.

A causa dell'emergenza COVID, l'attività ha subito un rallentamento di alcuni mesi, con aggiornamento del cronoprogramma.

Durante le attività di rilievo sono stati raccolti dati riguardanti la lunghezza delle reti, la tipologia di materiale e di fognatura, il diametro, il numero di manufatti scolmatori, vasche di laminazione e di prima pioggia.

ATTIVITÀ A.1.3	
Studio dei carichi sfiorati in tempo di pioggia dagli sfioratori fognari	
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023 L'attività ha riguardato il monitoraggio quali-quantitativo di alcuni sfioratori di piena delle reti fognarie, considerati rappresentativi, al fine di valutare il contributo degli sfioratori presenti nel bacino, in tempo di pioggia, al carico veicolato a lago. Tale attività è in stretto contatto con l'attività A.1.2 poiché necessita una valutazione e identificazione delle tipologie di manufatti, necessaria per identificare il disegno progettuale più adeguato.	
Localizzazione Bacino del lago di Varese	
Soggetto Attuatore Ufficio d'Ambito, ALFA	
Risorse stanziate 2019-2023 213.200€	
Cronoprogramma attività  <p>Attività A.1.3</p>	

Resoconto attività a cura di ALFA

Sintesi delle attività svolte

Come riferito nei precedenti report, dall'analisi della documentazione a disposizione sono stati individuati quattro siti significativi allo scopo della campagna di monitoraggio: Gavirate, Casciago, Azzate e Biandronno.

Sono state installate le quattro postazioni di monitoraggio contenenti la strumentazione necessaria all'analisi quali-quantitativa (come da foto allegata), è stato attivato il sistema di telecontrollo con conseguente segnalazione mediante allarme telefonico in caso di scolmo ed è stato attivato il contratto d'analisi con il laboratorio vincitore della gara d'appalto.



Figura 1: Postazione di monitoraggio quali-quantitativa

L'analisi quali-quantitativa è stata avviata ad inizio novembre 2020 e conclusa a fine 2022.

ATTIVITA' A.1.4.	
Censimento e valutazione degli scarichi esistenti nel bacino del lago.	
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023 Prime valutazioni degli scarichi in ambiente, ricadenti nel bacino imbrifero del lago con particolare riferimento a: <ul style="list-style-type: none"> - scarichi in corpo idrico superficiale; - scarichi sul suolo nella "fascia di 300 m da lago"; L'attività sugli scarichi su suolo, poiché richiede la mappatura di dettaglio del reticolo fognario, viene svolta di pari passo all'avanzamento dell'attività A.1.2. essendo ad essa strettamente correlata.	
Localizzazione Bacino imbrifero Lago Varese	
Soggetto Attuatore Provincia di Varese	
Risorse stanziare 2019-2023 3.000 € per risorse interne (Provincia di Varese)	
Cronoprogramma attività: <div> <div> Analisi scarichi in corpo idrico </div> <div> Analisi scarichi su suolo </div> </div>	
Attività A.1.4	

Resoconto attività a cura di Provincia di Varese

Sintesi delle attività svolte

L'attività relativa all'analisi degli scarichi sul suolo procede in coordinamento con l'avanzamento dell'attività A.1.2. essendo ad essa strettamente correlata.

Si evidenzia inoltre che, in coordinamento con ALFA e Regione Lombardia, sono state analizzate una serie di segnalazioni puntuali pervenute agli uffici della Provincia relative a liquami recapitanti a lago

tramite rogge e scarichi, in diversi casi visibili anche in tempo secco, al fine di risalire alle cause ed interrompere gli afflussi. Si fa presente che alcuni dei casi segnalati richiedono una tempestiva soluzione poiché generano un forte impatto "di immagine" presso zone spondali ad elevata frequentazione antropica (es. Biandronno, Gavirate). A fronte di prime indagini, in certe circostanze è stato possibile evidenziare correlazioni causa effetto con il reticolo fognario. Per tale ragione sono stati avviati degli approfondimenti che in alcuni casi hanno già dato luogo a degli interventi diretti sul campo da parte di ALFA per la sistemazione di alcuni manufatti. In altri contesti sono ancora in corso indagini a più ampio spettro per risalire all'origine degli sversamenti. Sono comunque calendarizzate riunioni periodiche al fine di monitorare la risoluzione delle problematiche segnalate e l'analisi di eventuali nuove segnalazioni.

ATTIVITÀ A.1.5	
Aggiornamento della modellazione idraulica redatta della Società Lago	
Descrizione Attività	
Attività effettuate 2019-2023	
L'attività ha riguardato l'aggiornamento della modellazione idraulica a seguito dei rilievi e dello studio fognario generale dell'agglomerato afferente al Lago di Varese ai sensi del nuovo RR 6/2019. L'attività ha previsto tre differenti fasi:	
<ul style="list-style-type: none"> - Fase 1 – aggiornamento e costruzione del modello geometrico con programma Infoworks dei collettori circumlacuali, con l'aggiunta dello schema principale delle reti comunali rilevate, e taratura parziale del modello sulla base di n° 4 postazioni di monitoraggio ubicate intorno al lago. - Fase 2 – completamento del modello geometrico con taratura completa da effettuarsi dopo la campagna di monitoraggio delle portate e piogge. - Fase 3 – Redazione del Piano Fognario dei collettori intercomunali e schema principale delle reti comunali per la definizione degli interventi necessari a risolvere le criticità idrauliche e l'adeguamento alle vigenti normative in materia di tutela delle acque dall'inquinamento. 	
Localizzazione	
Bacino del lago di Varese	
Soggetto Attuatore	
ALFA	
Risorse stanziare 2019-2023	
100.000 €	
Cronoprogramma attività	
L'attività si è conclusa nel 2023	

Resoconto attività a cura di ALFA

Sintesi delle attività svolte

Tra i vari elaborati trasmessi dalla Società di Tutela del Lago di Varese e del Lago di Comabbio S.p.A. vi erano dei modelli in infoworks sul funzionamento dei collettori circumlacuali Sud e Nord.

Tali studi si basavano su ipotesi forzate (rilievi dei soli collettori, assenza delle reti comunali e quindi ipotesi di ingresso localizzato delle portate miste, portate stimate etc...), nonché restituivano modelli non tarati.

Avendo ad oggi effettuato i rilievi delle reti comunali, partendo dal modello della Società Lago si è deciso di implementarlo e completarlo inserendo le reti comunali e tararlo in un secondo momento, in seguito all'ultimazione dell'attività A.1.6

È stato affidato l'incarico allo studio tecnico che l'aveva implementato ai tempi sulla base di preventivo ricevuto e ad oggi è stato restituito il modello della fase 1.

Quest'ultima ha confermato la necessità dei progetti redatti dalla Società Lago anche se vetusti e non conformi al nuovo R.R. 06/2019 (così come descritto nelle relazioni di cui all'attività A.2.1).

È in corso la fase 3, che prevede la redazione del Piano Fognario dei collettori intercomunali, sulla base del quale verranno definiti gli interventi necessari a risolvere le criticità idrauliche e l'adeguamento alle vigenti normative. Tale attività, in corso di ultimazione, è stata finanziata con i fondi dell'accordo AQST 2019-2023.

ATTIVITÀ A.1.6	
Monitoraggio delle portate relativo all'agglomerato del Lago di Varese	
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023 L'attività ha riguardato il monitoraggio delle portate ai fini della successiva redazione del Piano di Riassetto dell'agglomerato afferente al Lago di Varese. L'attività prevede tre differenti fasi: <ul style="list-style-type: none"> • Fase 1 – Analisi dei dati messi a disposizione di Alfa e proposta progettuale da parte dell'appaltatore per la stima del numero e posizionamento degli strumenti. • Fase 2 – Sopralluoghi volti alla verifica dell'accessibilità dei pozzetti per l'installazione della strumentazione. • Fase 3 – Installazione strumentazione e monitoraggio per due anni. 	
Localizzazione Bacino del lago di Varese	
Soggetto Attuatore ALFA	
Risorse stanziare 2019-2023 1.000.000 €	
Cronoprogramma attività L'attività si è conclusa nel 2023	

Resoconto attività a cura di ALFA

Sintesi delle attività svolte

È stata installata e messa in funzione la strumentazione necessaria al monitoraggio delle portate indispensabile alla taratura del modello delle reti di cui al punto A.1.5

Tale attività è indispensabile anche all'adempimento delle attività previste dal R.R. 6/2019 relativamente alla redazione dei Piani di Riassetto.

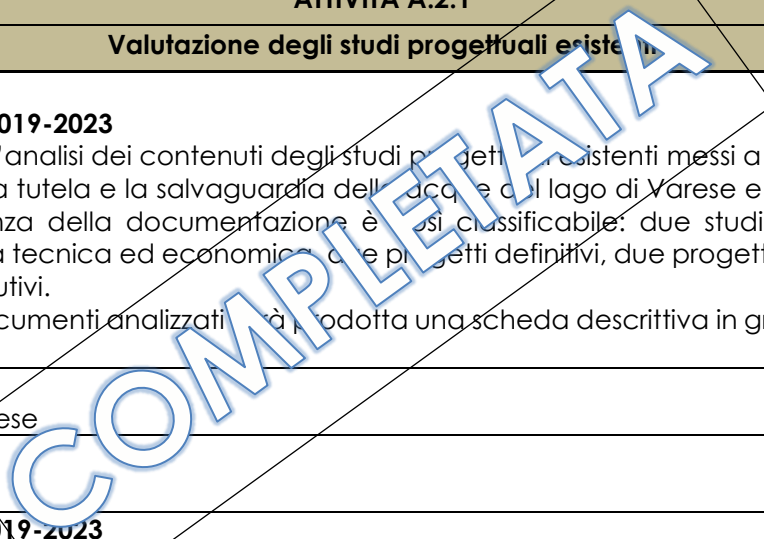
L'importo massimo previsto per tale attività è pari a € 1.500.000

La strumentazione di cui sopra, è composta da:

- misuratori di velocità e/o livello;
- pluviometri;
- sistemi di telecontrollo e visione del dato;
- sistemi di allarme.

L'attività di monitoraggio, conclusa a fine 2023, è stata estesa fino al termine del 2025 ed è un'attività totalmente finanziata da fondi interni della società Alfa s.r.l.

AZIONE A.2.	
INTERVENTI INFRASTRUTTURALI SUL RETICOLO FOGNARIO	
Attività	<ul style="list-style-type: none"> - Attività A.2.1. Valutazione e realizzazione degli studi progettuali esistenti - Attività A.2.2. Progettazione e realizzazione degli interventi individuati dall'Azione 1 e 2 - Attività A.2.3. Manutenzione straordinaria rete fognaria comuni lacustri del Lago di Varese - Attività A.2.4. Piano Potenziamento Servizio Fognatura
Risultati attesi	L'azione risponde all'obiettivo principale di completare il processo di risanamento delle acque del lago e di conseguenza a tutti gli obiettivi specifici, attraverso la messa in opera di una serie di interventi infrastrutturali atti a migliorare le condizioni e la funzionalità del reticolo fognario presente nel bacino del lago e limitare gli eventuali sversamenti in tempo di pioggia.
Risorse finanziarie complessive	<u>2019-2023</u> 7.680.000 €
Soggetto coordinatore	Ufficio d'Ambito di Varese

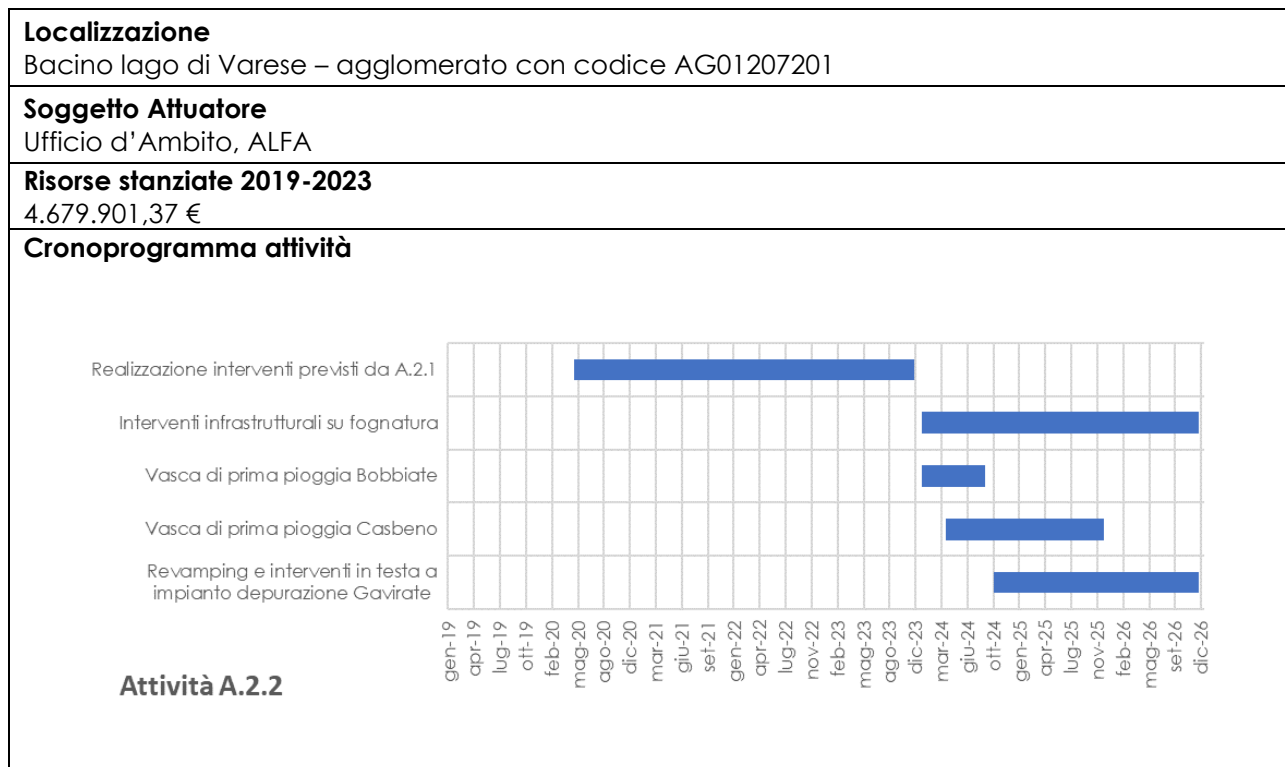
ATTIVITÀ A.2.1	
Valutazione degli studi progettuali esistenti	
Descrizione Attività	
Attività effettuate 2019-2023	
Localizzazione	
Soggetto Attuatore	
Risorse stanziate 2019-2023	
Cronoprogramma attività	

Resoconto attività a cura di ALFA

Sintesi delle attività svolte

L'attività si è conclusa verso metà ottobre 2019 e i risultati sono stati presentati durante la riunione del Comitato di Coordinamento del 18 ottobre 2019. Non sono giunte particolari osservazioni o richieste di approfondimento da parte del CC.

ATTIVITÀ A.2.2	
Progettazione e realizzazione degli interventi individuati dall'Azione 1 e 2	
Descrizione Attività	
Attività effettuate 2019-2023	
	L'attività ha riguardato la realizzazione di interventi infrastrutturali sui manufatti fognari nell'agglomerato AG01207201. L'attività è stata implementata sui risultati prodotti dalle attività A.1.2 e A.2.1



Resoconto attività a cura di ALFA

Sintesi delle attività svolte

Nelle riunioni del Comitato di Coordinamento dell'AQST è emersa più volte la necessità di pianificare gli interventi infrastrutturali in base all'avanzamento dei rilievi (Attività A.1.2) e alle problematiche riscontrate in corso d'opera.

Allo stato attuale, visto l'avanzamento dei rilievi ed i risultati dell'attività A.2.1, che prevedevano l'aggiornamento dei diversi elaborati di progetto con l'adeguamento della soluzione progettuale proposta e la predisposizione dei progetti esecutivi laddove non presenti, i diversi interventi previsti nell'AQST sono stati pianificati, all'interno del Piano d'Ambito, nell'arco temporale 2021-2023.

Ad oggi Alfa ha completato i seguenti interventi:

- Risanamento della rete fognaria nel comune di Barasso in via Oltrona, volta all'eliminazione delle acque parassite;
- Ristrutturazione degli scolmatori nei comuni di Varese, Casciago e Gavirate. Gruppo 1 - Casciago, Gavirate;
- Ristrutturazione degli scolmatori nei comuni di Varese, Casciago e Gavirate. Gruppo 2 - Casciago, Gavirate;
- Ristrutturazione degli scolmatori nei comuni di Varese, Casciago e Gavirate. Gruppo 3A - Casciago, Gavirate;
- Ristrutturazione degli scolmatori nei comuni di Varese, Casciago e Gavirate. Gruppo 3B - Casciago, Gavirate;

Ad oggi Alfa ha in esecuzione i seguenti interventi:

- Ristrutturazione di un gruppo di scolmatori nel Comune di Daverio;
- Realizzazione della vasca volano e risanamento tratto collettore circumlacuale sud nel Comune di Galliate Lombardo.

Ed ha in chiusura la progettazione dei seguenti interventi:

- Realizzazione vasca prima pioggia con stazione di sollevamento SS8 e adeguamento sfioratore esistente, Biandronno;
- Piano di potenziamento del servizio fognatura nel Comune di Azzate;
- Ristrutturazione degli sfioratori nel Comune di Azzate;
- Rifacimento stazione di sollevamento SS7 e realizzazione vasca prima pioggia nel comune di Cazzago Brabbia;
- Separazione delle reti fognarie in via Maroni, Casciago;
- Revamping della stazione di sollevamento nel comune di Comabbio e realizzazione di una fitodepurazione a valle del troppo pieno della stessa;

Sono inoltre, in corso approfondimenti per ulteriori interventi derivanti dall'analisi delle criticità sul territorio, come la ristrutturazione di tre vasche volano nel Comune di Varese (Bobbiate, Masnago e Casbeno).

Di seguito, si rappresenta la pianificazione degli interventi aggiornata:

ATTIVITA' A.2.2			
COMMESSA	DESCRIZIONE	PRIORITA'	PIANIFICAZIONE
FG0220190003	LAGO VARESE - Interventi per le risoluzioni problematiche idrauliche in corrispondenza della proprietà Crespi Alberto in comune di Galliate Lombardo	P0	In esecuzione – in attesa di interventi per collegamento alla rete elettrica
DE02COMAFITO	LAGO VARESE - Dismissione della stazione di sollevamento SS9 e realizzazione di un impianto di fitodepurazione	P1	Progettazione esecutiva entro 31/12/2023
PPSF_GAV_1	Piano di potenziamento fognatura nel comune di Azzate	P2	Progettazione esecutiva e validazione entro il secondo semestre 2023. Consegna lavori entro ottobre 2023
FG02CRESPL_1	Ristrutturazione di un gruppo di scolmatori in Comune di Daverio	P3	In esecuzione - ultimazione entro il 31/12/2023
FG02CRESPL_2	Ristrutturazione degli scolmatori in Comune di Azzate	P3	Progettazione esecutiva e validazione entro il primo semestre 2023. Consegna lavori prevista nel mese di settembre 2023
FG02LAGOBIAN	LAGO VARESE - Vasca prima pioggia stazione di sollevamento SS8 di Biandronno	P3	Progettazione esecutiva e validazione entro il primo semestre 2023. Consegna lavori prevista nel mese di luglio 2023
FG02LAGOCAZZ	LAGO VARESE Rifacimento stazione di sollevamento SS7	P3	Progettazione esecutiva e validazione entro il primo semestre 2023. Consegna

	e realizzazione vasca prima pioggia		lavori prevista nel mese di settembre 2023
MRFOG_GAV_1	Separazione rete fognaria in via Maroni	P3	Progettazione esecutiva e validazione entro il primo semestre 2023. Consegna lavori prevista nel secondo semestre 2023
FG02LAGOBOBB	LAGO VARESE - Rifacimento Vasca di prima pioggia Bobbiate	P4	Approfondimenti per progettazione definitiva in corso.
FG02LAGOCASB	LAGO VARESE - Rifacimento Vasca di prima pioggia Casbeno	P4	Approfondimenti per progettazione definitiva in corso.
FG02LAGOMASN	LAGO VARESE - Rifacimento Vasca di prima pioggia Masnago	P4	Approfondimenti per progettazione definitiva in corso.

ATTIVITÀ A.2.3

Manutenzione straordinaria rete fognaria comuni lacustri del Lago di Varese

Descrizione Attività

Attività effettuate 2019-2023

L'attività ha riguardato la realizzazione di interventi infrastrutturali sui manufatti fognari nell'agglomerato AG01207201.

L'attività è stata implementata sui risultati prodotti dalle attività A.1.2, A.1.5 e A.1.6 ed è volta alla riduzione delle acque parassite.

Localizzazione

Bacino lago di Varese – agglomerato con codice AG01207201

Soggetto Attuatore

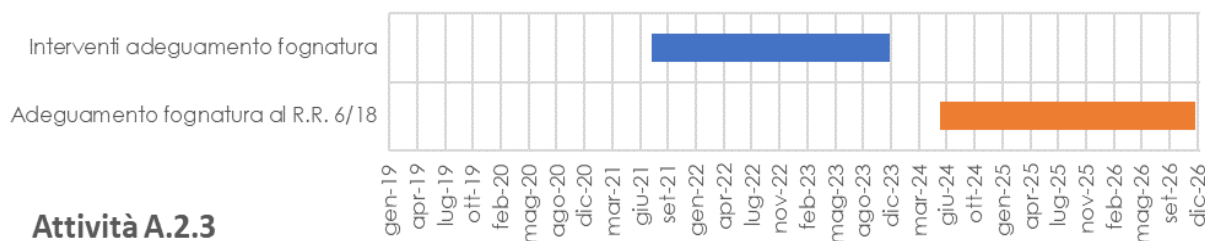
ALFA

Risorse stanziare 2019-2023

1.500.000 €

Cronoprogramma attività

Il cronoprogramma di massima verrà dettagliato a seguito delle attività conoscitive previste.



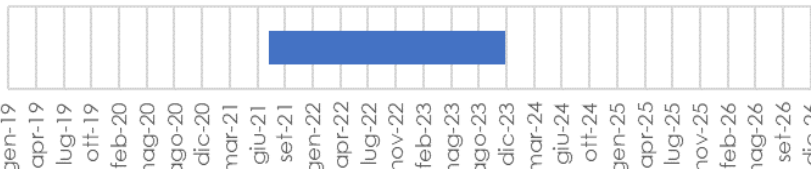
Attività A.2.3

Resoconto attività a cura ALFA

Sintesi delle attività svolte

Sulla base dell'esperienza e dei rilievi effettuati è stato stimato un importo per l'intervento di sostituzione, manutenzione e/o adeguamento delle reti fognarie afferenti all'impianto di Gavirate.

Sono stati ultimati i lavori di manutenzione straordinaria nel comune di Barasso.

ATTIVITÀ A.2.4	
Piano Potenziamento Servizio Fognatura finalizzato ad una maggiore copertura del sistema fognario nei comuni lacustri del Lago di Varese ad oggi non serviti	
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023 L'attività ha riguardato la realizzazione di interventi infrastrutturali sui manufatti fognari nell'agglomerato AG01207201, ed ha riguardato la realizzazione di una maggiore copertura del sistema fognario nei comuni lacustri del Lago di Varese ad oggi non serviti. L'attività viene implementata sui risultati prodotti dalle attività A.1.2, A.1.5 e A.1.6.	
Localizzazione Bacino lago di Varese – agglomerato con codice AG01207201	
Soggetto Attuatore Ufficio d'Ambito, ALFA	
Risorse stanziare 2019-2023 1.500.000 €	
Cronoprogramma attività <div> Interventi potenziamento rete fognaria - Azzate  </div>	
Attività A.2.4	

Resoconto attività a cura di ALFA

Sintesi delle attività svolte

Sulla base dell'esperienza e dei rilievi effettuati è stato stimato un importo per interventi di potenziamento del servizio di fognatura dell'agglomerato afferente all'impianto di Gavirate.

Ad oggi è in corso un intervento nel comune di Azzate, la quale ultimazione è prevista nel primo semestre del 2024.

Macroazione B. Monitoraggio dello stato delle acque del lago e del suo emissario e loro evoluzione

AZIONE B.1	
MONITORAGGIO DELLO STATO DELLE ACQUE DEL LAGO E DEL SUO EMISSARIO	
Attività	<ul style="list-style-type: none"> - Attività B.1.1. Monitoraggio ad alta frequenza delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e biologiche (sviluppo di popolamenti di cianobatteri mediante sensori in-situ su boe limnologiche); - Attività B.1.2. Monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi fisico-chimici e chimici, di sostanze prioritarie, dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza delle comunità di cianobatteri del lago di Varese; descrizione della comunità batterica e presenza di potenziali patogeni nel lago di Varese - Attività B.1.3. Monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi fisico-chimici e chimici, di sostanze prioritarie e dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza, descrizione della comunità batterica e presenza di potenziali patogeni nel fiume Bardello e nel Lago Maggiore - Attività B.1.4. Monitoraggio di parametri microbiologici e delle fioriture algali ai fini della balneazione
Risultati attesi	<p>L'azione ricomprende attività di monitoraggio del lago e del suo emissario per valutare il rispetto o il raggiungimento degli obiettivi dell'Accordo, soprattutto in riferimento agli obiettivi ambientali o a quelli specifici inerenti alle aree sensibili, la balneazione e la fauna ittica. In particolare, attraverso questa azione ci si attende di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - descrivere le variazioni dello stato qualitativo dei corpi idrici interessati direttamente o indirettamente dagli interventi di risanamento sul lago di Varese; - monitorare la presenza di sostanze prioritarie e altre sostanze nelle acque e nei sedimenti del lago di Varese potenzialmente trasferibili nel fiume Bardello e nel Lago Maggiore; - verificare la fruizione balneare delle spiagge individuate a tale scopo; - valutare l'evoluzione della componente cianobatterica in seguito al prelievo ipolimnico, e alla conseguente variazione in termini di nutrienti; - descrivere il microbioma e il resistoma del lago di Varese e del fiume Bardello e valutare l'impatto del prelievo ipolimnico sulla loro evoluzione
Risorse finanziarie complessive	<p><u>2019-2023</u> 1.205.800 €</p>
Soggetto coordinatore	ARPA Lombardia

ATTIVITÀ B.1.1
Monitoraggio ad alta frequenza delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e biologiche (sviluppo di popolamenti di cianobatteri mediante sensori in-situ su boe limnologiche).
<p>Descrizione Attività</p> <p>Attività effettuate 2019-2023</p> <p>L'attività ha riguardato l'installazione (giugno 2020) e la gestione di due boe limnologiche (una sul lago di Varese e una sul Lago Maggiore) da parte di ARPA.</p> <p>Entrambe le boe sono dotate di sensori adeguati al monitoraggio delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e dello sviluppo dei popolamenti fitoplanctonici, in particolare di cianobatteri; i dati registrati ad alta frequenza sono trasmessi in tempo reale.</p> <p>La validazione delle misure dei sensori dei pigmenti fitoplanctonici è stata effettuata dal CNR IRSA mediante prelievo di campioni d'acqua e successiva analisi in laboratorio (HPLC).</p> <p>Inoltre, dal 2022 sono stati effettuati monitoraggi con telerilevamento satellitare al fine di evidenziare l'eventuale sviluppo di macrofite acquatiche e di fitoplancton.</p>

Localizzazione	
Lago di Varese: a centro lago in corrispondenza del punto di massima profondità. Lago Maggiore: nella baia antistante la foce del fiume Bardello	
Soggetti Attuatori	
ARPA Lombardia, CNR-IRSA Verbania	
Risorse stanziare 2019-2023	
275.800 €	
Cronoprogramma attività	
<p>Attività B.1.1</p>	

Resoconto attività a cura di ARPA Lombardia

Sintesi delle attività svolte e attività in corso

Il monitoraggio ad alta frequenza tramite l'impiego di sensori *in situ* è un approccio innovativo nell'ambito delle attività di ricerca e monitoraggio dei corpi idrici superficiali, che negli ultimi anni sta andando incontro a un incremento a livello globale e per questo motivo si è ritenuto opportuno proporre l'introduzione tra le attività dell'AQST.

L'installazione delle due boe è stata avviata il 27 maggio 2020 e si è conclusa il 1° giugno 2020 in corrispondenza delle stazioni già monitorate da ARPA Lombardia nel 2019.

Sul lago di Varese la boa è collocata nel punto di massima profondità (circa 24 m), in corrispondenza della stazione di monitoraggio di ARPA Lombardia (WGS84 UTM 32N: NORD 5074567; EST 478626; Figura 2), mentre sul Lago Maggiore la boa è collocata a nord di Ispra, ad una profondità di circa 25 metri (WGS84 UTM 32N: NORD 5075192; EST 470474; Figura 3).

I sensori hanno una frequenza di acquisizione pari a 1 lettura/minuto.

Le attività legate al funzionamento delle boe limnologiche svolte nel 2023 sono riconducibili alle seguenti tipologie:

- Gestione dei dati acquisiti. I dati raccolti dai sensori sono soggetti a un processo di verifica (controllo di qualità) e post elaborazione al fine di individuare eventuali valori anomali, mancanti, effetti di deriva e apportare le opportune correzioni, nonché permettere l'elaborazione grafica dei valori misurati.
- Integrazione del sistema di raccolta e gestione dei dati forniti dalla boa limnologica del lago di Varese nel software istSOS. Tale attività è stata condotta da SUPSI (Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana) in collaborazione con ARPA Lombardia all'interno del progetto Interreg SIMILE (Sistema Informativo per il Monitoraggio Integrato dei Laghi insubrici e dei loro Ecosistemi). L'attività ha permesso di uniformare le modalità di gestione e visualizzazione dei dati raccolti con quelle già sviluppate nell'ambito del progetto SIMILE per i sistemi di monitoraggio ad alta frequenza presenti nei laghi di Como, Maggiore e Lugano. I dati del lago di Varese sono consultabili all'indirizzo: <https://insubrilakes.eu/>

Nel periodo precedente a tale integrazione i dati e i grafici dei parametri più significativi sono stati inviati periodicamente a Regione Lombardia per permettere l'aggiornamento del sito dedicato all'AQST (<https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/aqst-lago-di-varese/stato-del-lago>).

- Manutenzione dei sensori. Pulizia e manutenzione dei sensori per garantire che i valori misurati, soprattutto per quanto riguarda i pigmenti fotosintetici, siano affidabili e contrastare per quanto possibile il fenomeno del *biofouling*, cioè la crescita di materiale biologico (microrganismi, alghe o piante) che si sviluppa sulle superfici immerse o altri fattori capaci di influenzare negativamente le misure dei sensori.
- Utilizzo dei dati della boa limnologica del lago di Varese per individuare l'insorgere di fenomeni di blooms algali legati ai cianobatteri

Nel secondo semestre del 2023 è stato installato sulla boa del Varese un nuovo fluorimetro per la lettura di clorofilla, ficocianina e ficoeritrina dotato di una maggiore sensibilità.



Figura 2. Ubicazione e foto della boa limnologica installata sul lago di Varese.

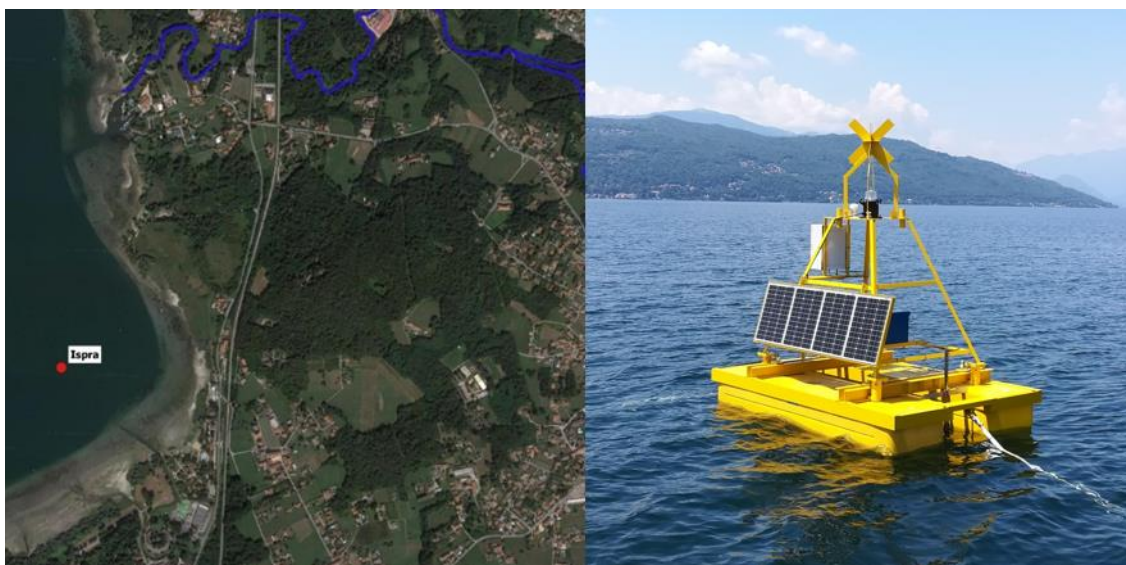


Figura 3. Ubicazione e foto della boa limnologica installata sul Lago Maggiore.

A metà novembre i sensori installati da ARPA sulla boa del Lago Maggiore sono stati rimossi e sostituiti da sensori di proprietà del CNR-IRSA di Verbania, che continuerà il monitoraggio ad alta frequenza nella stazione. La strumentazione è stata inoltre implementata dal CNR-IRSA aggiungendo una catena di termistori e una stazione meteorologica.

Sintesi dei risultati ottenuti

Monitoraggio delle fioriture algali

In Figura 4 si riporta il confronto tra la saturazione percentuale dell'ossigeno del 2023 e quello del biennio precedente a 1 metro di profondità; in Figura 8 si riporta l'andamento del pH nel quadriennio 2020-2023.

Nel 2023 i valori di entrambi i parametri sono stati generalmente superiori a quelli dell'anno precedente, ma inferiori al 2021, senza superamenti significativi della seconda soglia di attenzione.

L'andamento dell'ossigeno ha indicato una produzione algale piuttosto consistente in superficie intorno alla metà di agosto e a inizio di settembre, quando è stata superata la soglia del 130% di saturazione; in contemporanea si è osservata la presenza di una fioritura algale del cianobatterio *Limnographis robusta*. A causa di un guasto momentaneo del sensore del pH non sono disponibili i valori corrispondenti per lo stesso periodo.

Ad agosto la maggior parte della biomassa algale si è concentrata in prossimità dell'inizio del termoclinio, come indicato dall'andamento dell'ossigeno a 3 metri (Figura 6) che è aumentato costantemente durante il mese superando il 200% di saturazione, prima della brusca discesa conseguente al rimescolamento prodotto dai forti temporali dei giorni 27-28.

Verso la fine di settembre, l'incremento del pH, nonostante il progredire del processo di rimescolamento delle acque, ha indicato un aumento della produzione primaria, come confermato dall'analisi delle immagini satellitari elaborate dal CNR-IREA.

Il 4 ottobre in campo si è effettivamente osservata una fioritura algale più significativa di *Limnographis robusta*, specie che già in passato a fine estate-inizio autunno ha dato luogo ad episodi simili.

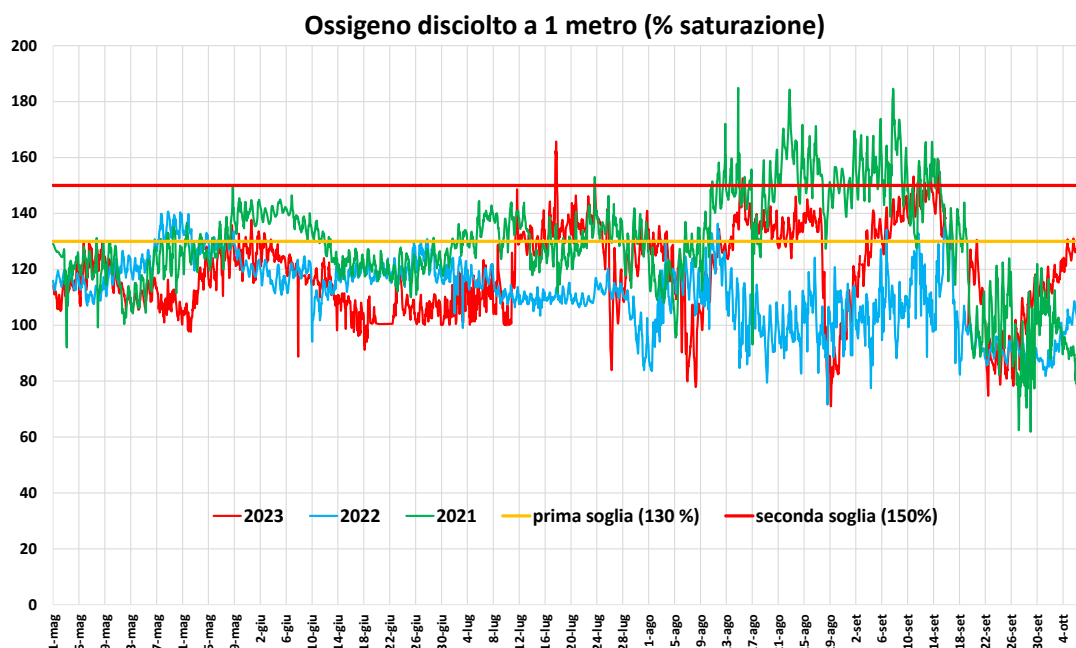


Figura 4. Andamento della saturazione percentuale dell'ossigeno a 1 metro di profondità nella stagione estiva nel triennio 2021-2023. Vengono riportate anche le soglie di attenzione definite per il sistema di early warning.

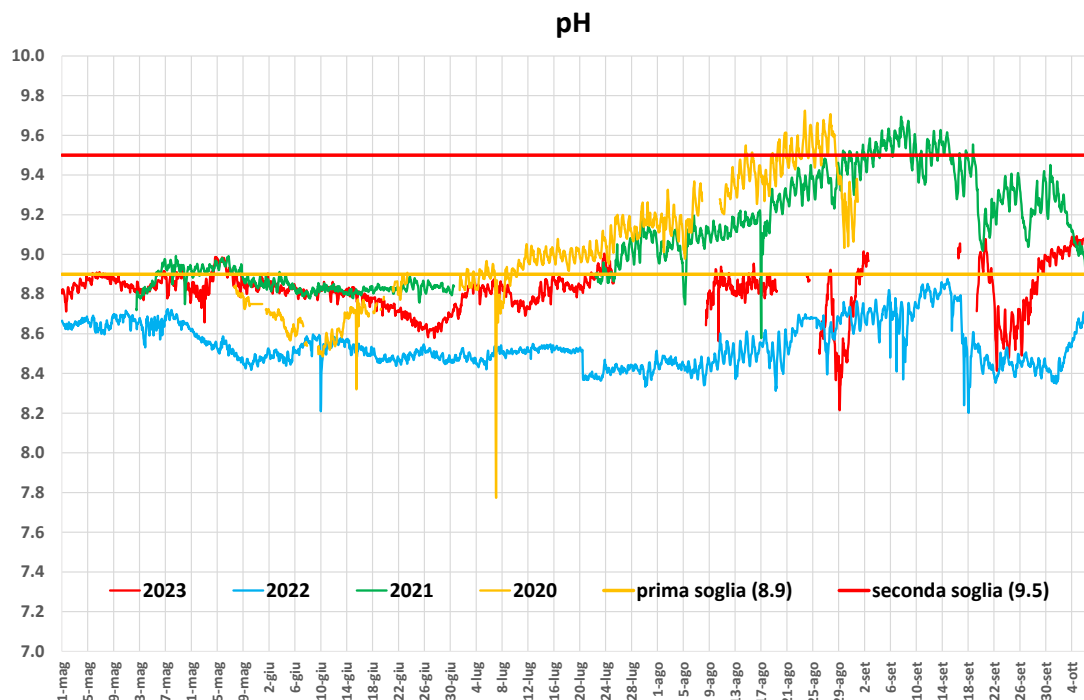


Figura 5. Andamento del pH durante il periodo estivo nel quadriennio 2020-2023. Vengono riportate anche le soglie di attenzione definite per il sistema di early warning.

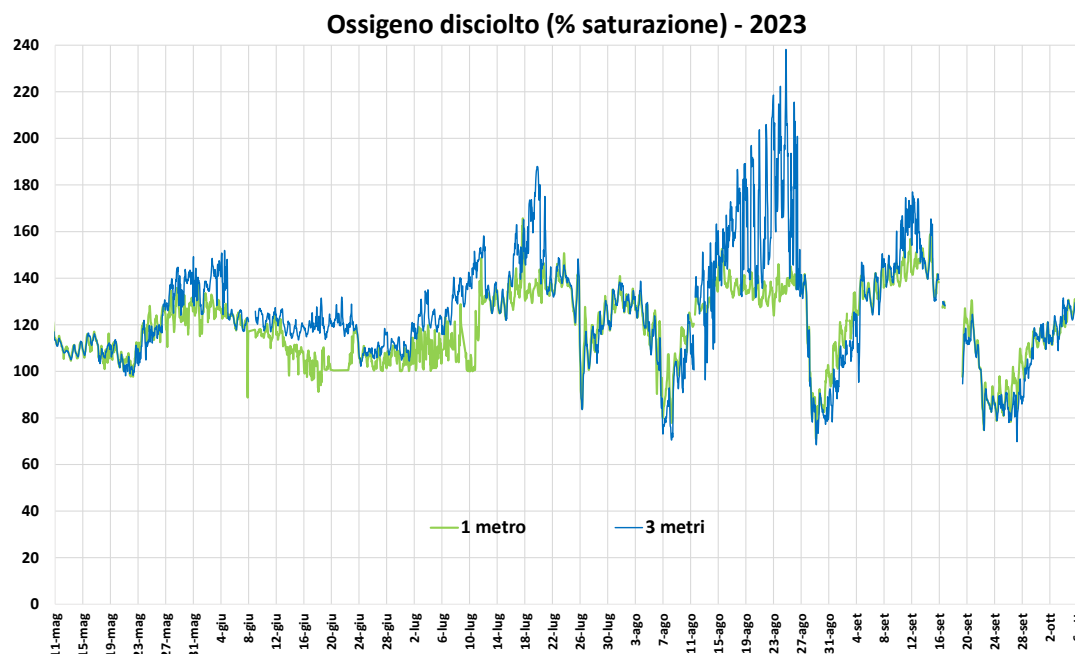


Figura 6 Andamento della saturazione percentuale dell'ossigeno a 1 metro e a 3 metri di profondità nella stagione estiva del 2023.

L'episodio più significativo, analogamente a quanto avvenuto nel 2021, si è verificato nell'ultima parte dell'anno, con una fioritura algale del cianobatterio *Woronichinia naegeliana* molto estesa e persistente che ha interessato gran parte del lago da novembre 2023 a inizio febbraio 2024.

La fioritura ha raggiunto il suo massimo sviluppo a fine dicembre con un sensibile aumento delle misure di clorofilla (Figura 7) e, dopo un momentaneo calo nel corso della parte centrale di gennaio,

ha subito un altro incremento a inizio febbraio, ben visibile anche dall'andamento di ossigeno e pH (Figura 8). Le precipitazioni che hanno interessato l'area i giorni 9 e 10 hanno posto fine al fenomeno.

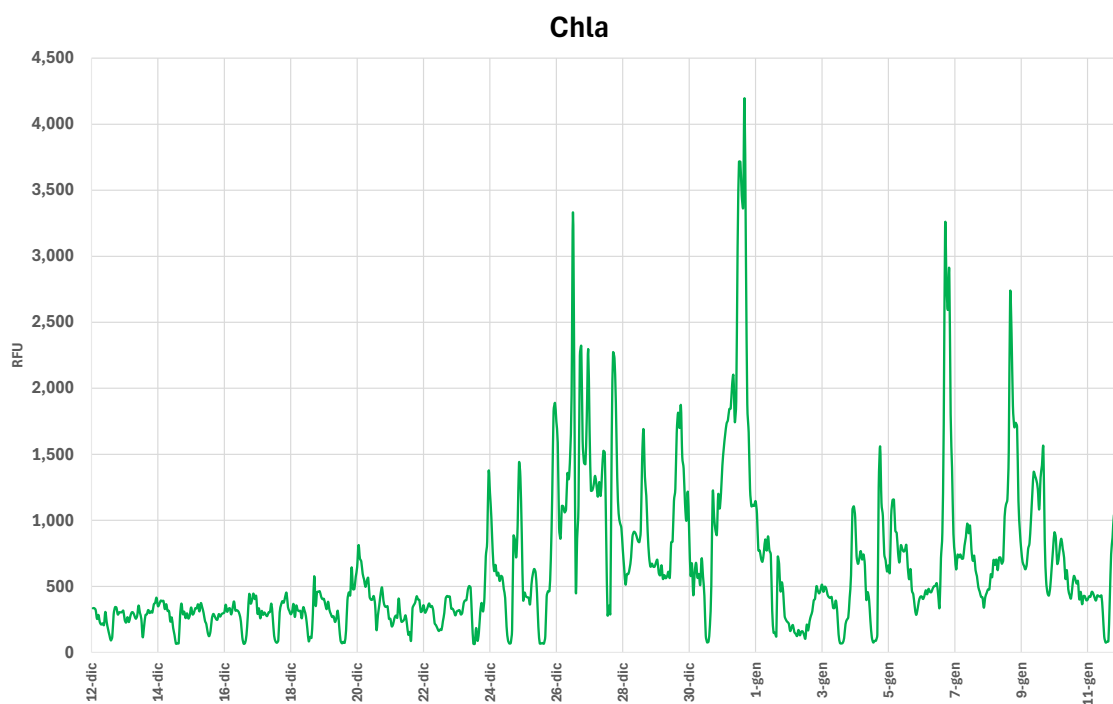


Figura 7 Andamento della clorofilla a 1 metro di profondità durante nel periodo dicembre 2023 – gennaio 2024.

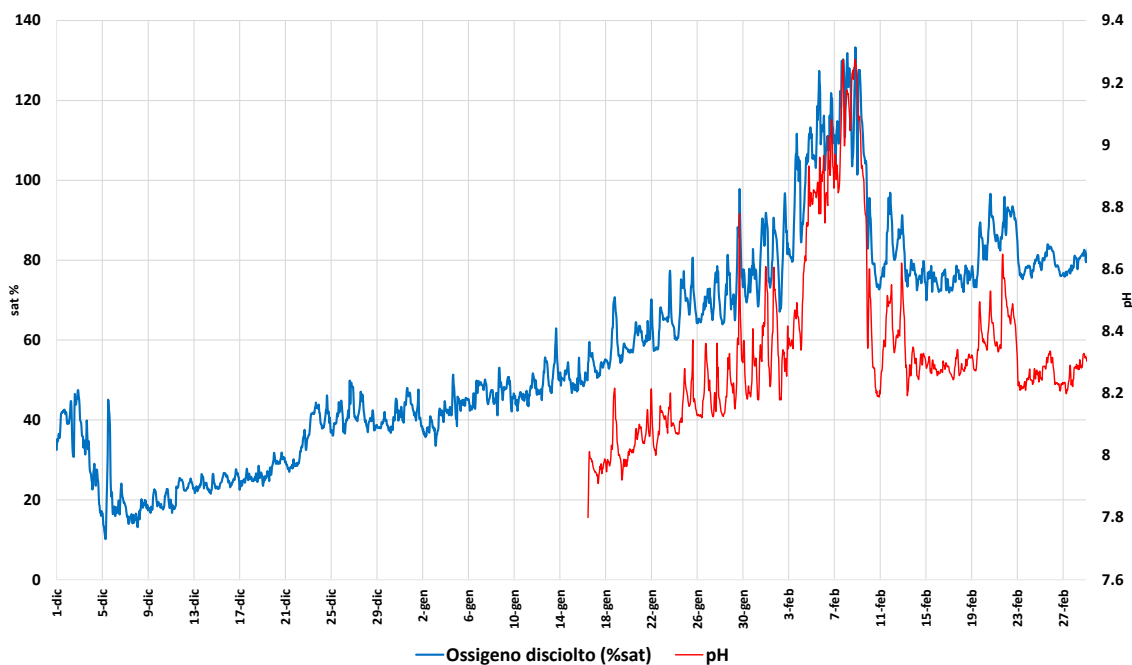


Figura 8. Andamento dell'ossigeno e del pH durante il periodo dicembre 2023-febbraio 2024.

Valutazione del fitoplancton mediante pigmenti fotosintetici

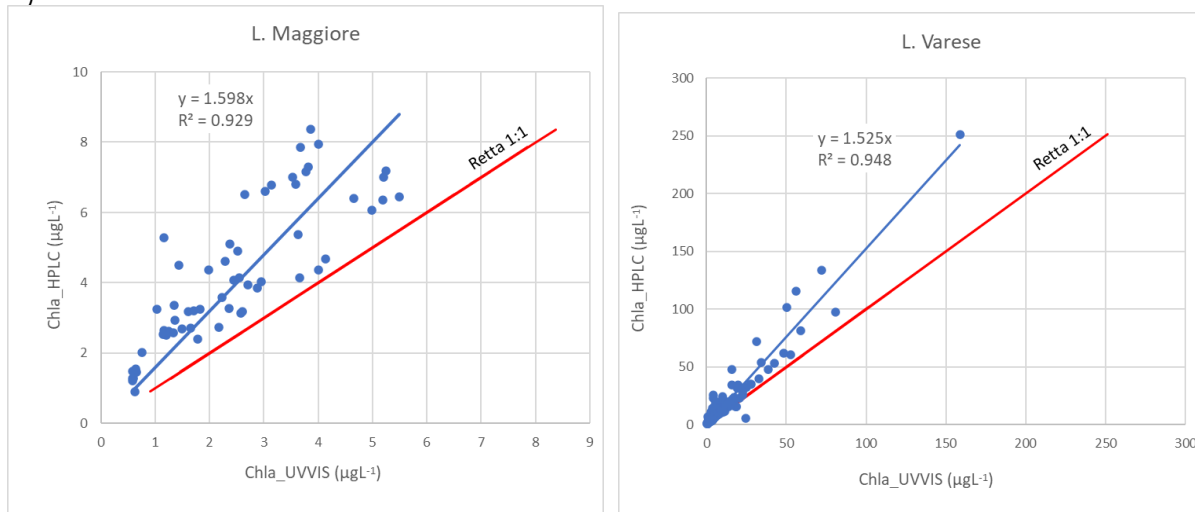
A cura di CNR-IRSA

Nel corso del 2023 sono stati eseguiti i prelievi da parte di ARPA e di ATS concordati per seguire sia il monitoraggio ad alta frequenza nella zona pelagica che la situazione della balneabilità sui litorali. Sono state inoltre effettuate due uscite finalizzate alla verifica a terra delle immagini satellitari da parte del CNR-IRSA e del CNR-IREA. Tutti i campioni relativi al 2023 sono stati analizzati per determinare il contenuto in clorofilla tramite analisi spettrofotometrica e pigmenti algali specifici con tecniche cromatografiche (HPLC).

Nella Figura 9A sono state messe a confronto le misure di clorofilla spettrometrica con quelle ottenute dall'analisi cromatografica misurate nel Lago Maggiore e nel lago di Varese. In entrambi i casi la relazione tra le due misure è elevata anche se nel lago di Varese la dispersione delle misure è minore, come evidenziato dal valore di R^2 più alto ($R^2=0,948$), e quindi l'approssimazione nella stima della biomassa è migliore rispetto al Lago Maggiore. Tuttavia, in entrambi i laghi le misure spettrofotometriche tendono a sovrastimare il valore vero di clorofilla a ; questo è noto nella letteratura scientifica ed è dovuto all'interferenza dei diversi pigmenti algali presenti nell'estratto acetone, interferenza che viene invece eliminata con la misura cromatografica.

Nella Figura 9B si ripotano gli andamenti della clorofilla, indicatore della biomassa algale, misurata nei tre anni di osservazione condotti nel corso del Programma AQST. In entrambi i laghi gli andamenti sono risultati abbastanza simili nel corso degli anni anche se il Lago Maggiore ha fatto sempre registrare valori decisamente più bassi rispetto al lago di Varese.

A)



B)

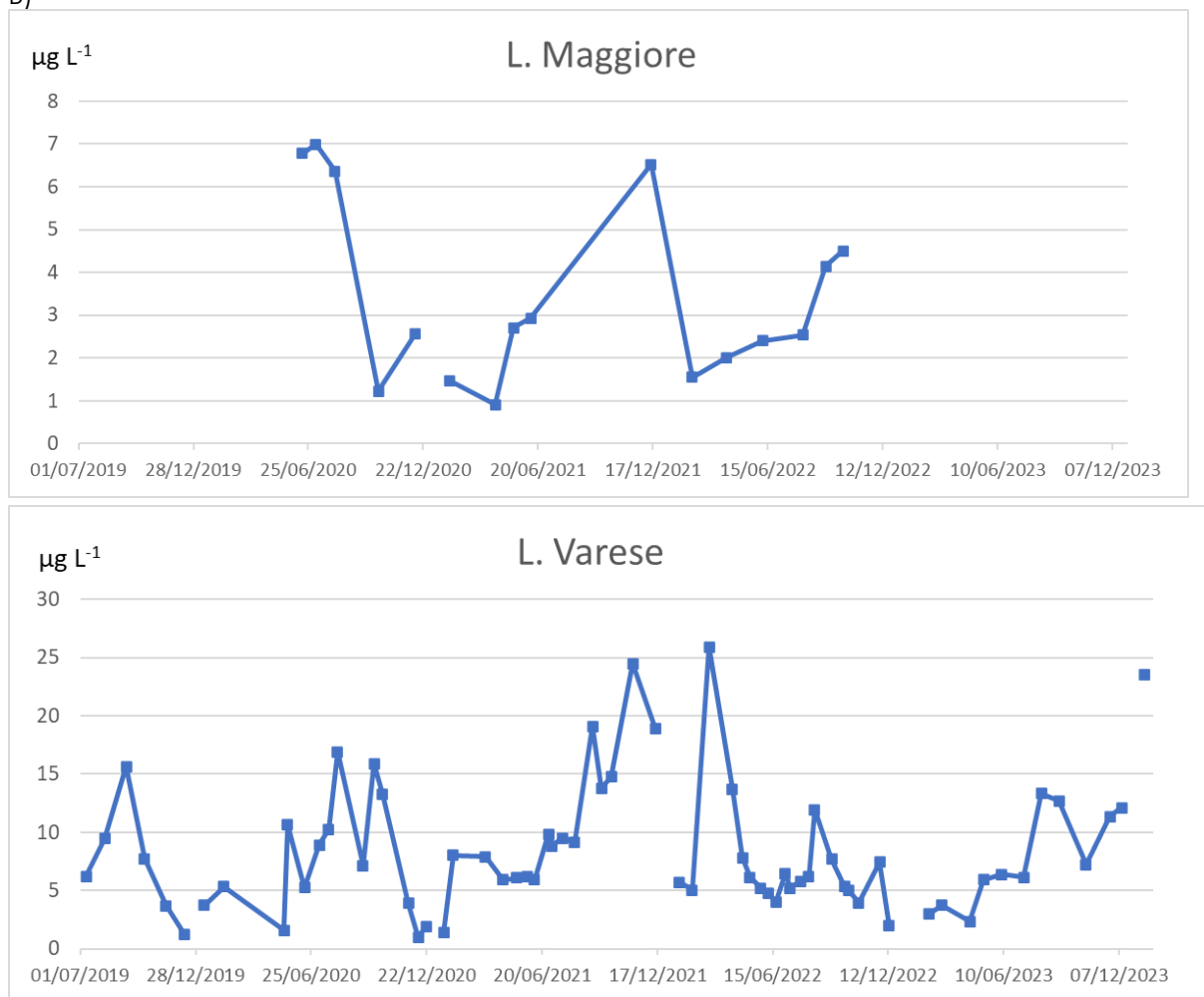


Figura 9. A) Confronto fra le misure spettrofotometriche e cromatografiche (HPLC) realizzate nel corso dell'intero progetto AQST. B) Andamento della clorofilla ($\mu\text{g L}^{-1}$) nel corso del progetto AQST (2019-2022) nel Lago Maggiore e nel lago di Varese.

In Figura 10 sono state messe a confronto le misure effettuate nel periodo di attività 2019-2023 sulla colonna d'acqua in prossimità della boa installata sul lago di Varese. Scopo di queste misure era di verificare quanto fosse rappresentativa la misura effettuata in punto fisso alla boa, posto a circa 1 metro di profondità rispetto alle dinamiche del popolamento algale nella porzione superficiale della colonna d'acqua. Dagli andamenti illustrati in Figura 10 si vede che, salvo poche eccezioni, la misura effettuata ad 1 metro di profondità è in buon accordo sia con quelle effettuate su punti discreti che con il dato del campione integrato che rappresenta l'andamento medio dell'intera colonna d'acqua. È interessante notare che proprio il campione integrato a volte mostra valori superiori a quelli misurati negli strati superficiali, indicando la presenza di elevate densità algali negli strati profondi.

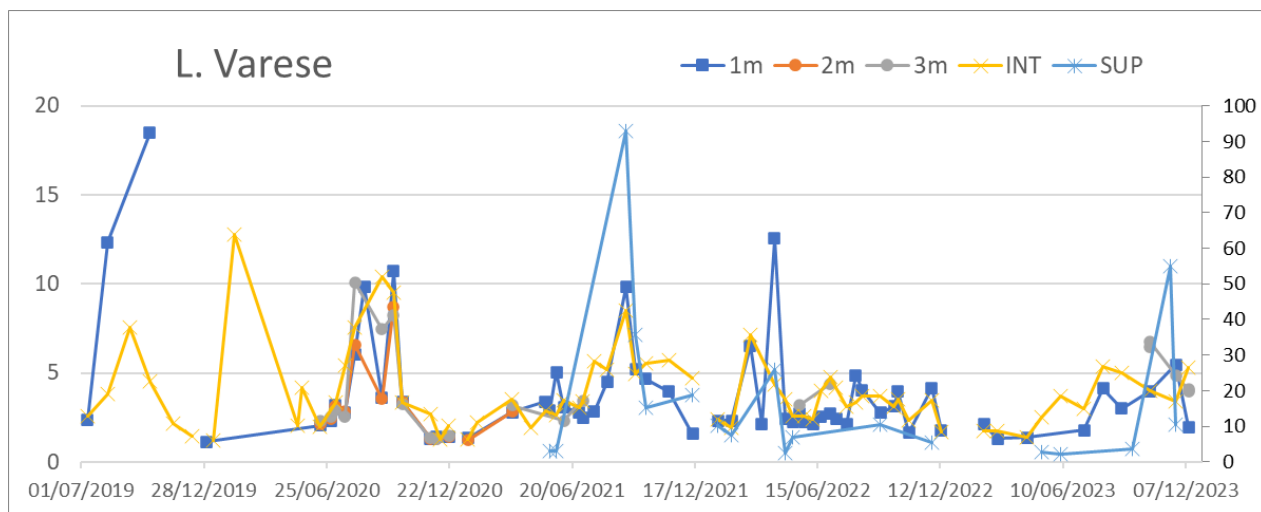


Figura 10. Andamento nel periodo 2019-2023 della clorofilla misurata in prossimità della boa a diverse profondità nella colonna d'acqua.

Nella Figura 11 sono riportati gli andamenti dei principali gruppi algali determinati sulla base dei loro carotenoidi specifici. Il confronto fra i diversi anni mette in evidenza che le diatomee, come atteso, fanno registrare i valori massimi all'inizio della primavera. Si noti come l'episodio di fioritura algale osservato nei mesi primaverili del 2022 è proprio associato allo sviluppo di alghe silicee (diatomee e crisoficee). Infine, è da sottolineare che in tutti e tre gli anni, pur se in mesi leggermente differenti, si osserva un nuovo aumento di importanza delle alghe silicee nel periodo tardo autunno-inverno. Le cianoficee nel 2020 e nel 2021 presentano i massimi sviluppi nei mesi tardo estivi-autunnali; nel 2021 i valori rimangono elevati fino alla fine dell'anno. Il 2022 si differenzia dai due anni precedenti perché le cianoficee presentano concentrazioni basse anche in questo periodo. Il 2023 presenta, analogamente al 2020 e 2021 un incremento della componente a cianoficee nel periodo autunno - inverno.

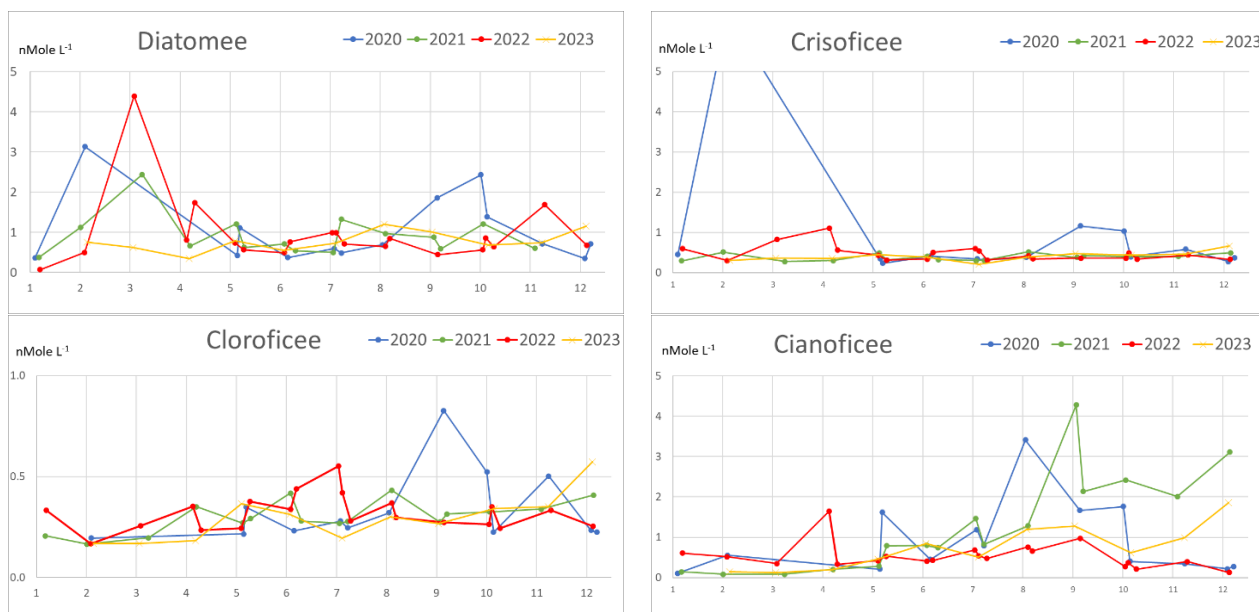


Figura 11. Lago di Varese: andamento dei principali gruppi algali nel campione integrato prelevato nei pressi della boa, ricostruiti dall'analisi cromatografica (HPLC) dei carotenoidi specifici su base mensile.

Esaminando più in dettaglio la composizione delle cianofitee presenti nel lago di Varese sulla base dei loro carotenoidi specifici si osserva che per il 2020 e il 2021 il periodo di fine estate-autunno è stato caratterizzato dalla dominanza di due differenti taxa di cianofitee (Figura 12); nel 2023 i valori di entrambi questi due taxa sono stati bassi rispetto agli anni precedenti anche se più costanti nel corso dell'anno. Al momento sono stati indicati come "taxon 1" e "taxon 2" sulla base della composizione in carotenoidi e sono in corso le elaborazioni di confronto con i dati derivanti dal conteggio al microscopio effettuati da ARPA al fine di arrivare ad una migliore identificazione dei taxa di cianofitee dominanti nelle diverse fasi.

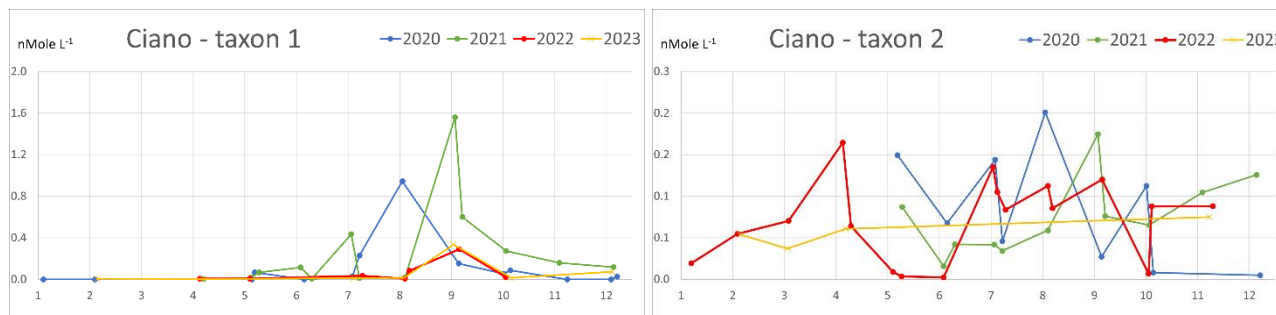


Figura 12. Lago di Varese: andamento su base mensile dei due taxa di cianofitee identificati dai loro carotenoidi specifici su base mensile.

Nel corso del periodo di osservazione nella colonna d'acqua l'analisi cromatografica con HPLC ha messo in evidenza la presenza, anche se in occasioni sporadiche, di batteri anaerobi fotosintetici del gruppo delle Chromatiaceae e caratterizzate dall'okenone (Figura 13) nel campione integrato. In occasione del campionamento del 16 ottobre è stato effettuato anche un campionamento aggiuntivo alla profondità di 15 metri, nella porzione anossica della colonna d'acqua. In questo campione discreto la presenza dei batteri fotosintetici anaerobici è ben evidente (Figura 14). La presenza di questi batteri fotosintesi anaerobici era già stata documentata da uno studio sui sedimenti del lago di Varese¹.

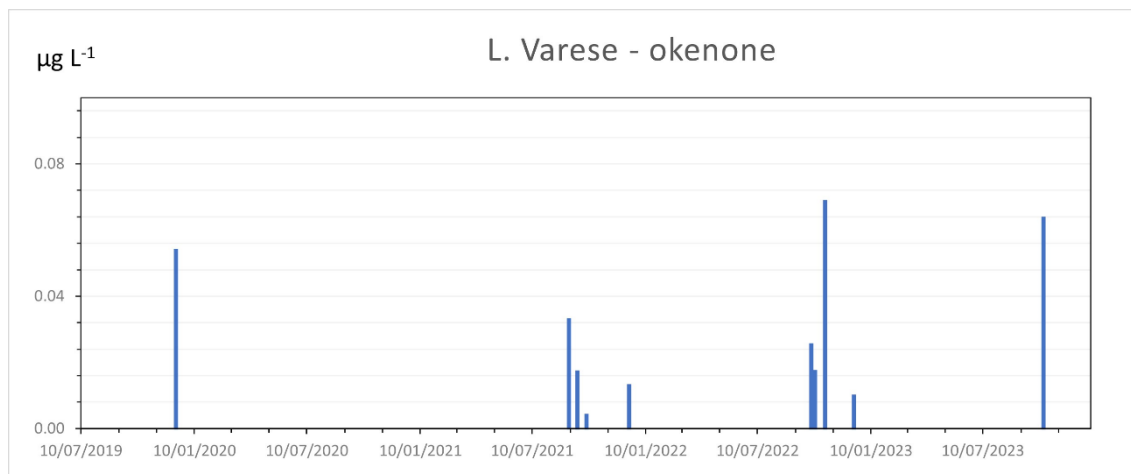


Figura 13. Lago di Varese: quantità di okenone, carotenoide specifico dei batteri fotosintetici anaerobi nel campione integrato nel periodo 2019-2023.

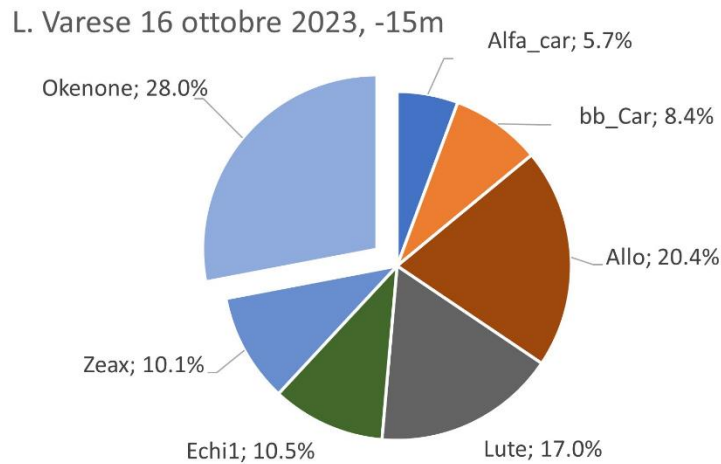


Figura 14. Lago di Varese: composizione percentuale dei carotenoidi identificati tramite HPLC nel campione prelevato il 16 ottobre 2023 alla profondità di 15 metri. Il settore evidenziato è quello dell'okenone, pigmento caratteristico dei batteri fotosintetici purpurei.

¹ Guilizzoni P, Lami A, Ruggiu D, Bonomi G (1986). Stratigraphy of specific algal and bacterial carotenoids in the sediments of Lake Varese (N. Italy). *Hydrobiologia* 143:321–325. <https://doi.org/10.1007/BF00026677>

Telerilevamento tramite satellite

Monitoraggio delle fioriture algali e della vegetazione acquatica con dati satellitari

E' proseguita l'attività di monitoraggio da satellite producendo mappe satellitari e la pubblicazione di 6 bollettini sul monitoraggio delle fioriture algali e delle macrofite confrontando ed analizzando i dati raccolti con quelli di monitoraggio delle acque.

ATTIVITÀ B.1.2															
Monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi fisico-chimici e chimici, di sostanze prioritarie, dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza delle comunità di cianobatteri del lago di Varese; descrizione della comunità batterica e presenza di potenziali patogeni nel lago di Varese															
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023 L'attività ha riguardato il monitoraggio mensile degli elementi biologici (fitoplancton), degli elementi fisico-chimici di base e di altri elementi chimici nelle acque del lago di Varese, nonché la ricerca di alcuni inquinanti specifici (PFAS, DDT, PCB, PBDE) nei sedimenti e nella fauna ittica (2019-2021). L'attività ha ricompreso anche la ricerca dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza, e del patrimonio genetico delle comunità di cianobatteri. È stata inoltre effettuata un'indagine sulla presenza di tossine algali (microcistine) nella fauna ittica del lago (2019-2021).															
Localizzazione Lago di Varese															
Soggetto Attuatore Regione Lombardia, ARPA Lombardia, CNR-IRSA Verbania															
Risorse stanziate 2019-2023 332.800 €															
Cronoprogramma attività <table border="1"> <caption>Attività B.1.2 - Cronoprogramma attività</caption> <thead> <tr> <th>Attività</th> <th>Periodo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fitoplancton e chimica acque</td> <td>gen-19 - dic-26</td> </tr> <tr> <td>Sedimenti, biaccumulo e pesci</td> <td>lug-19 - nov-22</td> </tr> <tr> <td>Sedimenti</td> <td>mar-24 - giu-24</td> </tr> <tr> <td>Zooplancton</td> <td>dic-23 - dic-26</td> </tr> <tr> <td>Determinanti di resistenza e microbioma</td> <td>lug-19 - dic-26</td> </tr> <tr> <td>Microplastiche</td> <td>dic-23 - dic-26</td> </tr> </tbody> </table>		Attività	Periodo	Fitoplancton e chimica acque	gen-19 - dic-26	Sedimenti, biaccumulo e pesci	lug-19 - nov-22	Sedimenti	mar-24 - giu-24	Zooplancton	dic-23 - dic-26	Determinanti di resistenza e microbioma	lug-19 - dic-26	Microplastiche	dic-23 - dic-26
Attività	Periodo														
Fitoplancton e chimica acque	gen-19 - dic-26														
Sedimenti, biaccumulo e pesci	lug-19 - nov-22														
Sedimenti	mar-24 - giu-24														
Zooplancton	dic-23 - dic-26														
Determinanti di resistenza e microbioma	lug-19 - dic-26														
Microplastiche	dic-23 - dic-26														

Resoconto attività a cura di ARPA Lombardia e CNR IRSA di Verbania

Sintesi delle attività svolte

Nel 2023 sono stati effettuati campionamenti e misure mensili a partire dal mese di gennaio nella stazione di massima profondità del lago a Biandronno (Figura 15) con le modalità indicate in Tabella 1. Per tutti i parametri la frequenza di campionamento è stata mensile ad eccezione dei composti perfluoroalchilici (PFAS) per cui sono stati eseguiti 6 campionamenti nel corso dell'anno.

Nel primo semestre è proseguito il campionamento delle profondità aggiuntive individuate a 17, 20 e 23 metri per l'analisi di fosforo e azoto al fine di migliorare la conoscenza della distribuzione dei nutrienti nelle acque profonde e migliorare la stima del carico interno rilasciato dai sedimenti. Tale attività è stata avviata nel 2020. Nel periodo luglio-ottobre 2023, a causa del trasferimento dei laboratori di analisi di ARPA nella nuova sede di Milano Niguarda, si è reso necessario ridurre il numero di profondità campionate nell'ipolimnio eliminando i campioni aggiuntivi.

Solamente nel 2019 sono state monitorate alcune stazioni aggiuntive, oltre a quella di Biandronno, allo scopo di verificare l'omogeneità spaziale delle caratteristiche chimico-fisiche del lago e cercare di stimare con maggiore precisione l'entità del carico interno raccogliendo campioni destinati all'analisi di fosforo totale e ortofosfato a circa un metro dal fondo e nello strato integrato

rappresentativo dell'ipolimnio. I risultati ottenuti hanno suggerito di proseguire dal 2020 in poi con il solo campionamento della stazione di Biandronno con le modalità riportate in Tabella 1.

Per il monitoraggio del fitoplancton, a partire dal 2022 la frequenza di campionamento è stata ridotta da 12 a 6 volte nell'arco dell'anno individuando i periodi migliori sulla base dei dati forniti dalla boa limnologica e ritenendo tale frequenza sufficientemente rappresentativa dell'evolversi delle condizioni del lago. Nel 2023 si è stabilito di confermare la frequenza di 6 campioni nell'arco dell'anno. I campionamenti si sono svolti nei mesi di febbraio, maggio, giugno, agosto, settembre e novembre. Un campione aggiuntivo è stato prelevato a dicembre per seguire l'evoluzione della fioritura algale già citata nell'attività B.1.1 che ha interessato il lago a fine 2023.

Tabella 1. Modalità di campionamento dei parametri analizzati nel lago di Varese dal 2019 al 2023.

Parametro	Profondità discrete	Integrato (5 metri)	Integrato (5-23 metri)	Integrato (0-23 metri)	Integrato (zona eufotica)	Misure in continuo tramite sonda
Parametri chimico-fisici in campo	-	-	-	-	-	2019 2020 2021 2022 2023
Fitoplancton	-	-	-	-	2019 2020 2021 2022 2023	-
Clorofilla <i>a</i>	-	-	-	-	2019 2020 2021 2022 2023	-
Parametri chimici di base	2019 2020 2021 2022 2023	-	-	-	-	-
Metalli	2019 2020	-	-	2021	-	-
Composti organici volatili (VOC)	-	2019	2019	-	-	-
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	-	2019 2020	2019 2020	2021 2022	-	-
Composti perfluorati (PFAS)	-	2019 2020 (trimestrale)	2019 2020 (trimestrale)	2021 2022 2023 (bimestrale)	-	-
Pesticidi	-	2019 2020 2021 2022	2019 2020 2021 2022	2023	-	-
Sostanze farmaceutiche	-	2019	2019	-	-	-
Altri parametri	-	2019	2019	-	-	-
DOC	-	2019 2020	2019 2020	2021	-	-

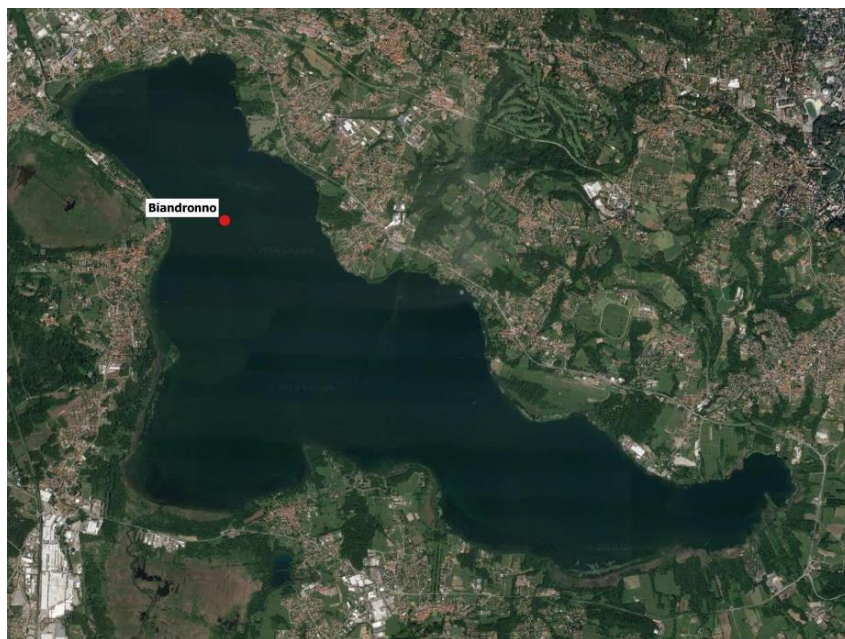


Figura 15. Lago di Varese: punto di monitoraggio del fitoplancton e dei parametri fisico-chimici e chimici.

Nel 2023 ARPA ha proseguito il supporto allo svolgimento delle altre attività ricomprese nell'Azione B.1.2, in particolare riguardo il campionamento di matrici ambientali destinate al monitoraggio dei determinanti di resistenza e del microbioma del lago e del patrimonio genetico delle comunità di cianobatteri. Tali analisi sono a carico del CNR-IRSA di Verbania.

Per il monitoraggio dei **determinanti di resistenza** e del **microbioma** del lago nel 2023 sono stati effettuati 5 campionamenti. Dal 2022 si è scelto di ridurre la frequenza di campionamento ritenendo un numero minore di campagne sufficienti a monitorare l'evoluzione del lago dopo il monitoraggio di dettaglio svolto negli anni precedenti. Per l'analisi del patrimonio genetico delle comunità di cianobatteri è stata prevista una frequenza di campionamento mensile in corrispondenza ad eventi di bloom, che non si sono però verificati.

L'analisi metagenomica è stata effettuata, come di consueto, sul set annuale di campioni a fine 2023, ed i dati analizzati sono presentati di seguito.

In Tabella 2 è riportato il numero di campioni raccolti nell'ambito dell'attività B.1.2 suddivisi per tipologia e per mese; in

Tabella 3 è riportato il numero di parametri determinati e il numero totale di analisi svolte da ARPA.

I risultati delle analisi condotte nel 2019 hanno permesso di verificare l'assenza di gran parte delle sostanze inquinanti ricercate e pertanto dal 2020 è diminuito significativamente il numero di composti analizzati.

I campioni di **sedimento** sono stati prelevati nel 2019 e nel 2022 in tre punti a diversa profondità per la successiva analisi di PFAS, DDT e PCB; l'attività è in carico all'Università dell'Insubria.

Le analisi sulla fauna ittica per valutare il **bioaccumulo** di PFAS, DDT, PCB e microcistine, attività in carico all'Università dell'Insubria e al CNR-IRSA Verbania, sono state effettuate tramite due campagne nel 2019, una nel 2020, tre campagne nel 2021 e due nel 2022. Sono stati prelevati esemplari appartenenti a due specie ittiche: pesce persico e gardon.

Tabella 2. Numero di campioni prelevati sul lago di Varese dal 2019 al 2023. A marzo e aprile 2020 i campionamenti non sono stati eseguiti a causa della pandemia da COVID-19 (*).

Ann o	Matrice	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
2019	Acque - Analisi chimico-fisiche	6	6	6	8	12	12	13	13	13	12	10	8
	Acque - Antibiotico e metallo resistenza	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
	Fitoplancton	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sedimenti	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-
	Pesci - Bioaccumulo	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-
2020	Acque - Analisi chimico-fisiche	6	6	*	*	11	11	11	11	11	11	11	11
	Acque - Antibiotico e metallo resistenza	1	1	*	*	1	1	1	1	1	1	1	1
	Fitoplancton	1	*	*	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sedimenti	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	Acque - Analisi chimico-fisiche	8	9	9	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	Acque - Antibiotico e metallo resistenza	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Fitoplancton	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sedimenti	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	2	-
2022	Acque - Analisi chimico-fisiche	9	9	9	11	12	12	12	12	-	-	-	-
	Acque - Antibiotico e metallo resistenza	-	-	-	-	1	-	-	3	-	-	-	-
	Fitoplancton	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-
	Sedimenti	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	Acque - Analisi chimico-fisiche	7	7	7	10	10	10	8	6	7	6	10	10
	Acque - Antibiotico e metallo resistenza	-	-	-	-	2	-	-	2	-	2	2	2
	Fitoplancton	-	1	-	-	1	1	-	1	1	-	1	1
	Sedimenti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 3. Numero di parametri determinati e numero di analisi effettuate da ARPA sulle acque del lago di Varese dal 2019 al 2023.

Gruppo	2019		2020		2021		2022		2023	
	N. parametri	N. analisi	N. parametri	N. analisi	N. parametri	N. analisi	N. parametri	N. analisi	N. parametri	N. analisi
Parametri di base	25	1187	25	1267	25	1488	24	1480	24	1324
Composti organici volatili (VOC)	39	738	-	-	-	-	-	-	-	-
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	18	360	13	234	13	156	13	156	-	-
Metalli	12	581	5	205	5	65	-	-	-	-
Composti perfluorati (PFAS)	13	100	13	104	13	78	18	104	18	108
Pesticidi	103	2454	2	36	2	48	2	48	2	14
Sostanze farmaceutiche	1	24	-	-	-	-	-	-	-	-
Altri parametri	4	99	1	46	1	54	1	54	3	68

Sintesi dei risultati ottenuti

Monitoraggio fisico-chimico: temperatura delle acque

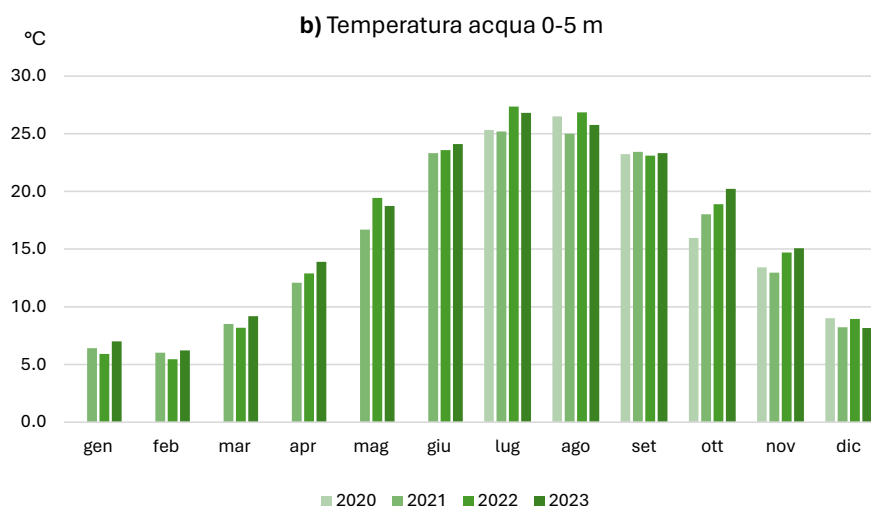
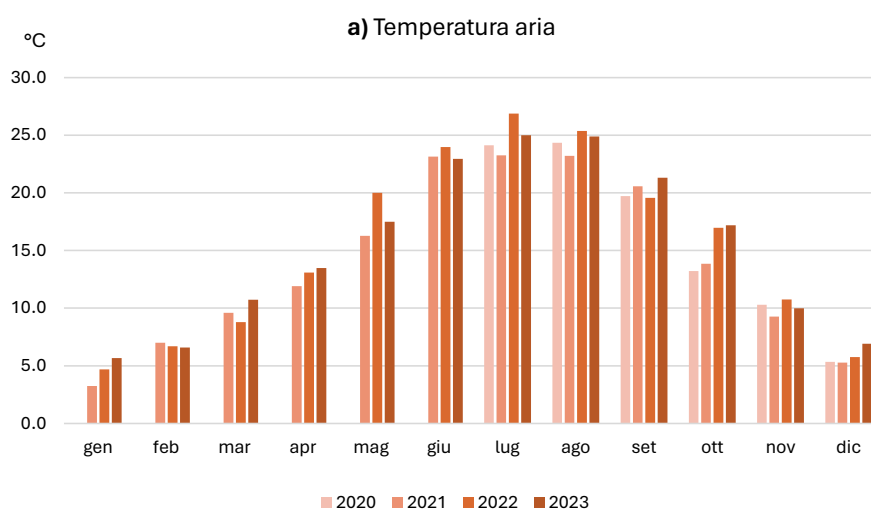
I grafici di Figura 16 mostrano l'andamento della temperatura media dell'aria (a) e dell'acqua, calcolata utilizzando le misure in continuo fornite dai termistori e dalla stazione meteo della boa limnologica, nell'intervallo 0-5 metri (b) considerato rappresentativo dell'epilimnio e nell'intervallo 11-23 metri (c), rappresentativo dell'ipolimnio del lago.

Il 2023 è stato il secondo anno più caldo misurato a Varese dopo il 2022, con anomalie positive a cavallo del Capodanno, nella parte centrale di agosto e a cavallo tra settembre e ottobre (Centro Geofisico Prealpino, 2023).

Le temperature medie nell'epilimnio nel 2023 sono state più elevate nei primi mesi dell'anno e a fine estate. A 1 metro di profondità durante il periodo estivo i valori più elevati, pari a 30 °C, sono stati raggiunti nei mesi di luglio e agosto, con temperature medie che nell'epilimnio hanno superato i 25 °C, ma sono state inferiori ai corrispondenti valori del 2022.

A ottobre, il caldo eccezionale, con punte di 30 °C nella prima parte del mese, ha contribuito a rendere le acque superficiali più calde rispetto agli anni precedenti.

Nell'ipolimnio si è osservata una temperatura media superiore rispetto al 2022, a indicare una stratificazione termica meno accentuata e un minor isolamento delle acque profonde. Un ulteriore contributo all'innalzamento potrebbe essere derivato anche dalla maggiore continuità di funzionamento dell'impianto di prelievo ipolimnico nel corso del 2023.



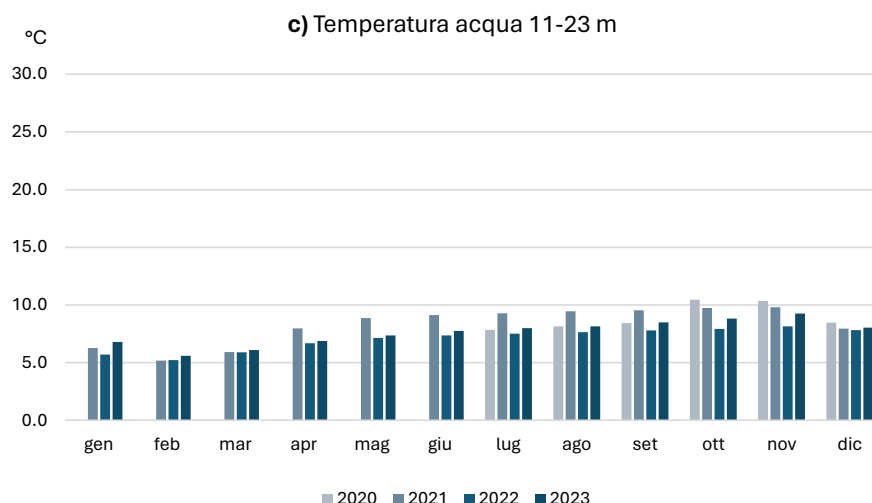


Figura 16. Temperature medie mensili atmosferiche (a) e delle acque del lago di Varese nell'intervallo 0-5 metri (b) e 11-23 metri (c) negli anni dal 2020 al 2023.

La piena circolazione delle acque si è verificata il 2 dicembre, favorita dagli episodi ventosi che hanno caratterizzato il mese di novembre e l'inizio di dicembre, tornando in linea con le dinamiche che caratterizzano solitamente il lago dopo l'anomalo ritardo del 2022.

Monitoraggio fisico-chimico: ossigeno disciolto

Il monitoraggio in continuo dell'ossigeno disciolto a 1 metro e a 22 metri di profondità, eseguito tramite i sensori collocati sulla boa limnologica (Figura 17), ha messo in evidenza come l'anossia sul fondo del lago nel 2023 sia stata raggiunta per la prima volta il 10 marzo. Come già verificatosi in passato, le giornate ventose che hanno interessato l'area nel corso del mese hanno successivamente permesso un rimescolamento delle acque profonde innalzando il tenore di ossigeno sul fondale. La condizione di anossia è stata nuovamente raggiunta a metà aprile mantenendosi ininterrotta per tutta la durata della stratificazione termica.

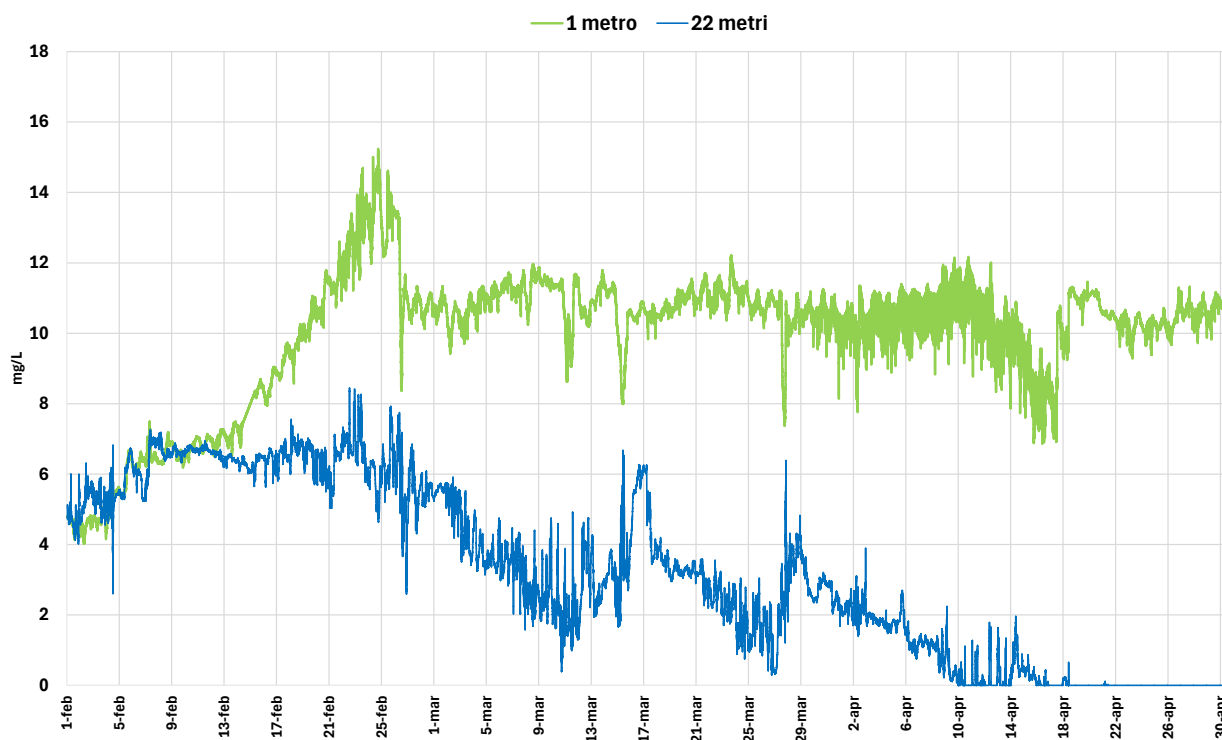


Figura 17. Concentrazione dell'ossigeno disciolto a 1 metro e 22 metri nel periodo 1 febbraio – 30 aprile 2023.

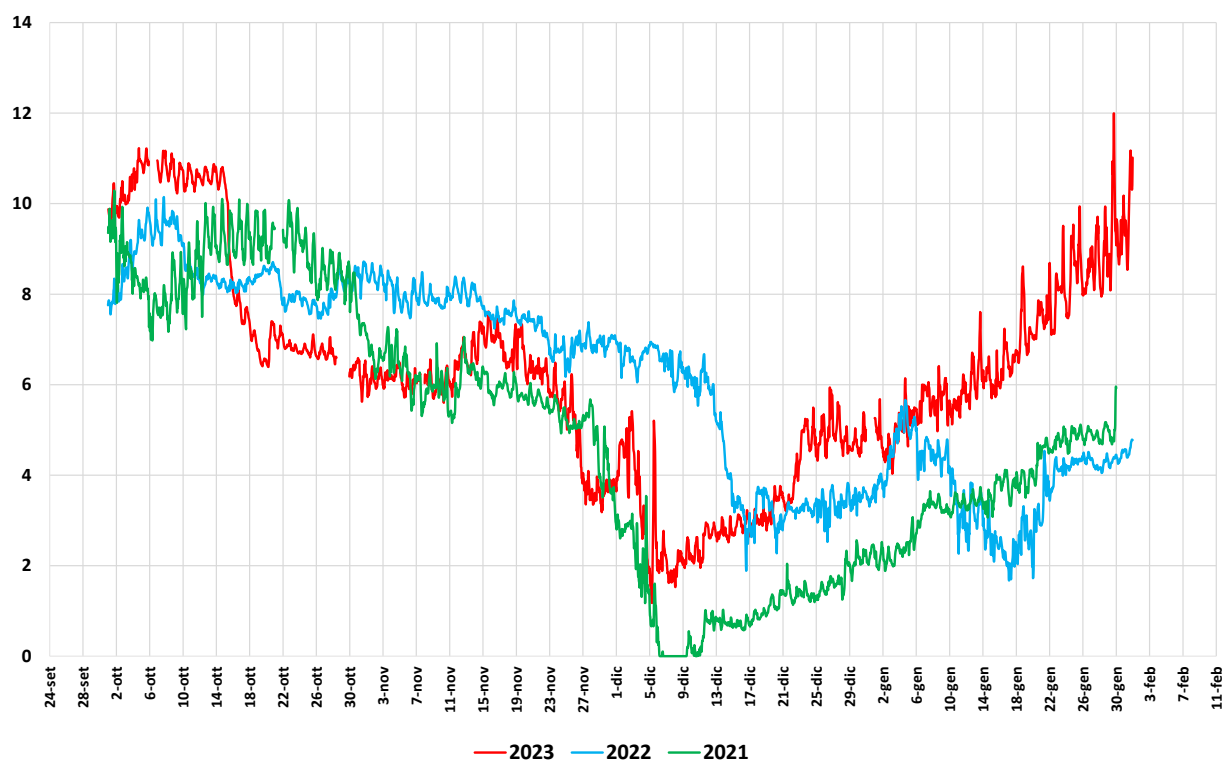


Figura 18. Concentrazione dell'ossigeno disciolto a 1 metro nel periodo ottobre-gennaio dal 2021 al 2023.

In Tabella 4 si riporta la profondità al di sotto della quale la concentrazione è risultata inferiore a 1 mg/L O_2 – valore individuato da precedenti studi (Crosa, 2007) come soglia per l'innesco del processo di rilascio di fosforo dai sedimenti – e le corrispondenti percentuali dei volumi d'acqua e delle superfici interessate, confrontate con quelle degli anni precedenti. I valori di profondità sono

basati sui profili registrati in occasione delle campagne di monitoraggio tramite sonda multiparametrica.

Come di consueto nel corso dell'anno la superficie è aumentata progressivamente sino a raggiungere potenzialmente oltre il 50% di quella complessiva. I risultati relativi alle stime del carico interno netto del biennio 2019-2020 hanno indicato comunque che, in realtà, la superficie interessata dal fenomeno di rilascio è presumibilmente inferiore a quella teorica riportata nella tabella.

A inizio dicembre, in seguito all'instaurarsi della piena circolazione, la concentrazione di ossigeno disciolto è diminuita considerevolmente sull'intera colonna d'acqua. In Figura 18 si riporta l'andamento dell'ossigeno misurato a 1 metro di profondità dalla boa limnologica nel periodo ottobre-gennaio, confrontato con quello del biennio precedente. Pur non raggiungendo la completa anossia sull'intero profilo verticale come accaduto nel 2021, l'ossidazione dei composti ridotti accumulatisi nell'ipolimnio ha determinato un forte deficit con un minimo di circa un 1 mg/L O₂ il 5 dicembre.

La fioritura algale verificatasi nel lago da fine novembre 2023 a inizio febbraio 2024, con picchi di produzione a fine dicembre 2023 e nei primi giorni di febbraio 2024, posticipati rispetto a quanto verificatosi nel 2021, ha determinato un maggior consumo di ossigeno sul fondo a febbraio rispetto al biennio precedente (Figura 19). Tuttavia, si può prevedere che in occasione di giornate ventose, l'effetto di rimescolamento meccanico delle acque possa rifornire di ossigeno le acque profonde mitigando il problema.

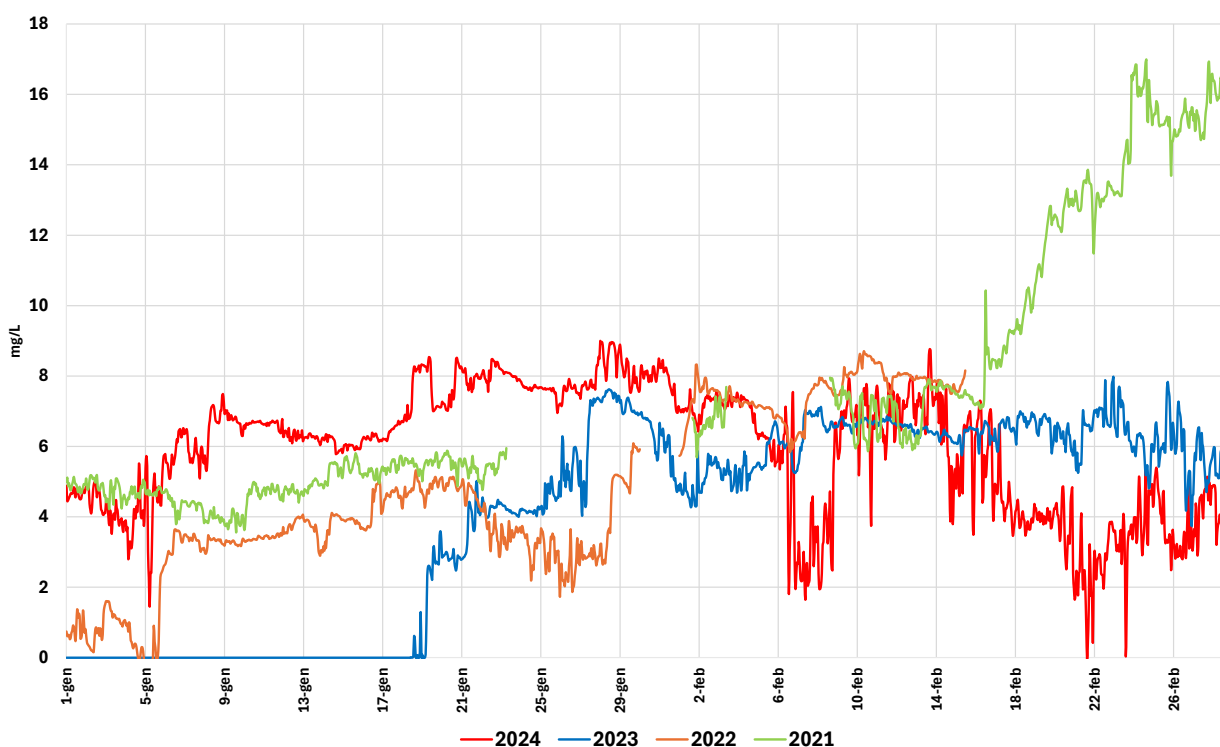


Figura 19. Concentrazione dell'ossigeno disciolto a 22 metri nel periodo gennaio-febbraio dal 2021 al 2024.

Tabella 4. Lago di Varese: profondità a cui si rileva una concentrazione di ossigeno inferiore a 1 mg/L O₂ e corrispondenti volumi (Vol.) e superfici (Sup.) percentuali della cuvetta lacustre interessati nel periodo di stratificazione termica. Volume totale: 153,652 × 106 m³; superficie totale 14,52 km².

Data	Profondità (m)					Volume (%)					Superficie (%)				
	2023	2022	2021	2020	2019	2023	2022	2021	2020	2019	2023	2022	2021	2020	2019
maggio	12,1	16,9	18,9	15,5	23,0	28	12	8	16	1	39	28	24	31	8
giugno	8,6	9,0	13,5	10,0	15,0	42	40	23	36	18	48	47	36	43	32
luglio	7,2	8,1	8,0	10,5	8,5	48	44	45	34	42	54	50	50	42	49
agosto	6,8	-	7,4	6,6	8,0	51	-	47	52	45	56	-	53	57	50
settembre	7,4	6,7	5,8	7,0	7,0	47	51	56	49	49	53	56	61	55	55
ottobre	8,1	8,7	9,8	12,7	8,0	44	41	37	25	45	50	48	44	37	50
novembre	13,2	12,0	12,7	16,7	8,5	24	28	25	13	42	36	39	37	28	49
dicembre	-	16,4	0	15,8	12,0	0	14	100	15	28	0	29	100	30	39

Macronutrienti: azoto e fosforo

Nel 2023 i campionamenti alle profondità supplementari di 17, 20 e 23 metri non sono stati eseguiti durante il periodo luglio-ottobre per problematiche legate al trasferimento delle sedi laboratoristiche di ARPA presso la nuova sede di Milano Niguarda.

Dal 2020 per l'azoto nitrico si è mantenuta una maggiore sensibilità del metodo analitico abbassando il limite di quantificazione a 0,1 mg/L N.

In Figura 20 e in Figura 21 è mostrato l'andamento dell'azoto nitrico e dell'azoto ammoniacale in superficie e sul fondo del lago. Nell'ipolimnio si verifica una diminuzione della forma nitrica e un progressivo incremento di quella ammoniacale, con un trend di aumento delle concentrazioni di azoto ammoniacale sul fondo negli ultimi anni. L'estensione temporale del periodo di stratificazione termica che ha caratterizzato l'inverno 2022-2023, con un isolamento delle acque più profonde che si è protratto oltre la metà di gennaio, può contribuire a spiegare il fenomeno.

In aggiunta, si ipotizza che il sifonamento delle acque ipolimniche, incrementando il gradiente all'interfaccia acqua-sedimento, potrebbe aver contribuito ad incrementare il rilascio di azoto ammoniacale. Tale fenomeno dovrebbe ridursi nel tempo grazie all'impoverimento di nutrienti dei sedimenti conseguente al miglioramento dello stato trofico del lago.

Un aumento dell'azoto ammoniacale nella colonna d'acqua era stato osservato dal JRC di Ispra anche nel 2001, durante il secondo anno di funzionamento dell'impianto di prelievo ipolimnico.

In Figura 22 si riporta l'andamento del fosforo in superficie e sul fondo del lago. Come di consueto è visibile l'incremento del parametro nelle acque profonde legato alla decomposizione del materiale organico che si sedimenta dagli stati superficiali e al suo rilascio da parte dei sedimenti conseguente all'anossia (carico interno).

In Figura 23 e in Figura 24 si riportano le medie ponderate sui volumi del fosforo totale e dell'azoto, nelle diverse forme, per il periodo 2009-2024 a febbraio, mese considerato rappresentativo della condizione di piena circolazione e utilizzato da ARPA per la classificazione dello stato ecologico del lago. Per il fosforo i valori del 2011 e del 2015 sono stati esclusi in quanto ritenuti anomali. Per il 2021 si è scelto di utilizzare il dato relativo al mese di gennaio.

Nel complesso, è continuato il trend di diminuzione del fosforo totale alla circolazione che ha fatto registrare il valore più basso della serie storica dal 2000 ad oggi con 49 µg/L P a febbraio 2024.

L'azoto è caratterizzato da dinamiche più complesse e presenta una maggiore varietà interannuale, tuttavia, è visibile una diminuzione delle sue concentrazioni dal 2020 al 2023.

L'azoto ammoniacale e l'azoto nitrico hanno un andamento contrapposto, legato alle condizioni di ossigenazione raggiunte dal lago quando entra nella fase di piena circolazione: la forma ammoniacale è aumentata nel 2022 a causa della completa anossia raggiunta a fine 2021, mentre è diminuita nell'ultimo biennio.

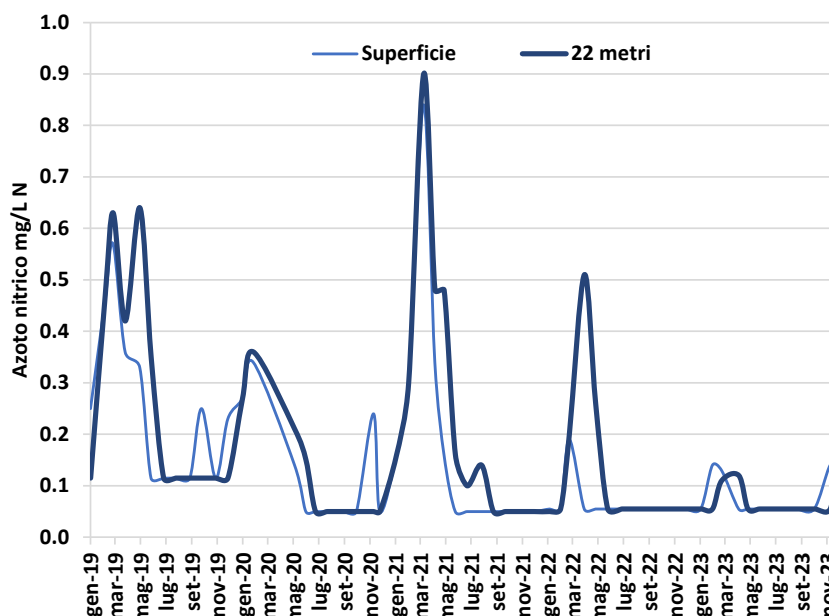


Figura 20. Lago di Varese: concentrazioni di azoto nitrico in superficie e in prossimità del fondo nel triennio 2019-2023.

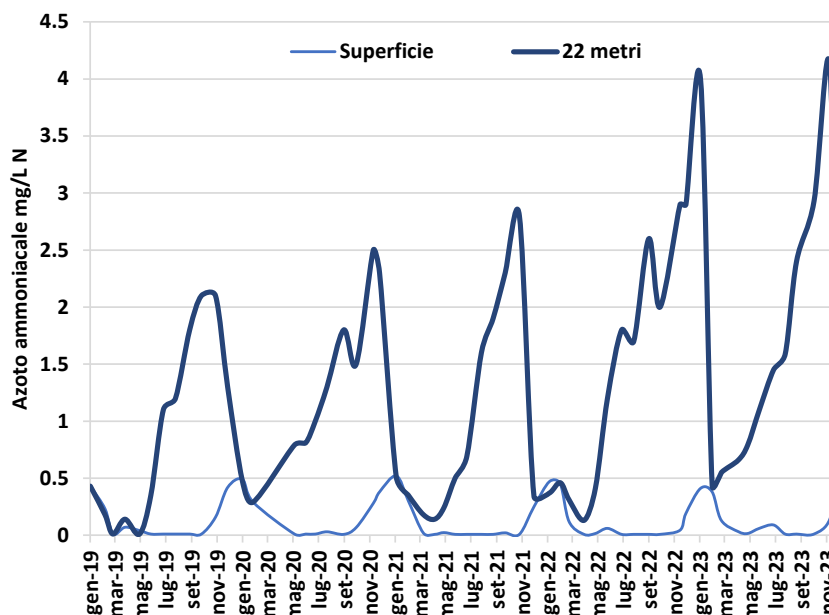


Figura 21. Lago di Varese: concentrazioni di azoto ammoniacale in superficie e in prossimità del fondo nel triennio 2019-2023.

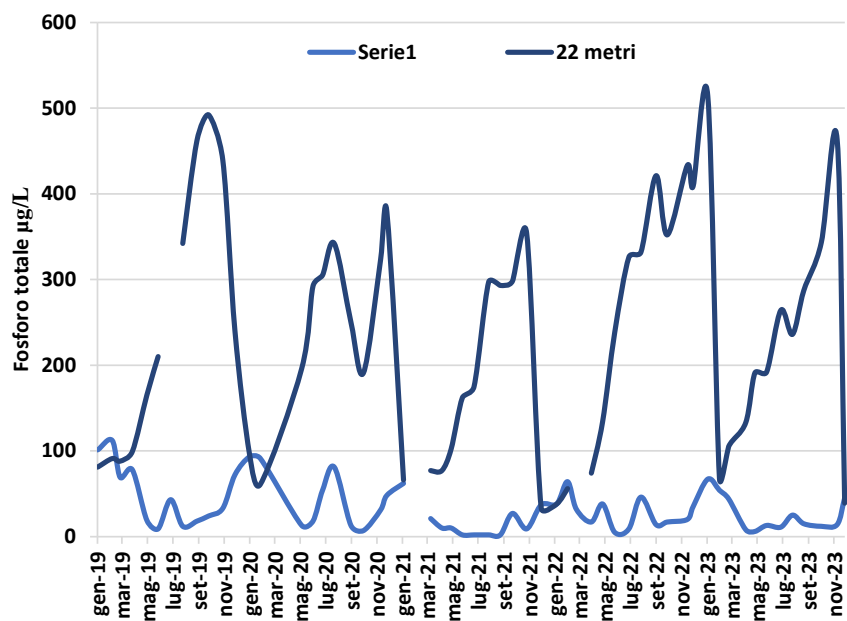


Figura 22. Lago di Varese: concentrazioni di fosforo totale in superficie e in prossimità del fondo nel triennio 2019-2023.

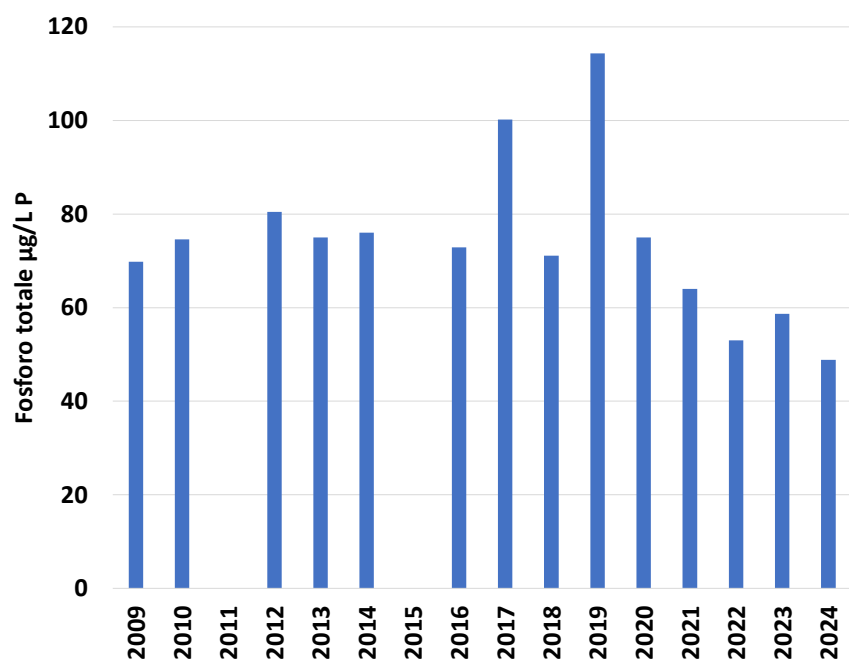


Figura 23. Lago di Varese: concentrazione del fosforo totale alla circolazione (media ponderata sui volumi) nei campionamenti dal 2009 al 2024 (non si dispongono dati validi per il 2011 e per il 2015; per il 2021 usato il dato di gennaio).

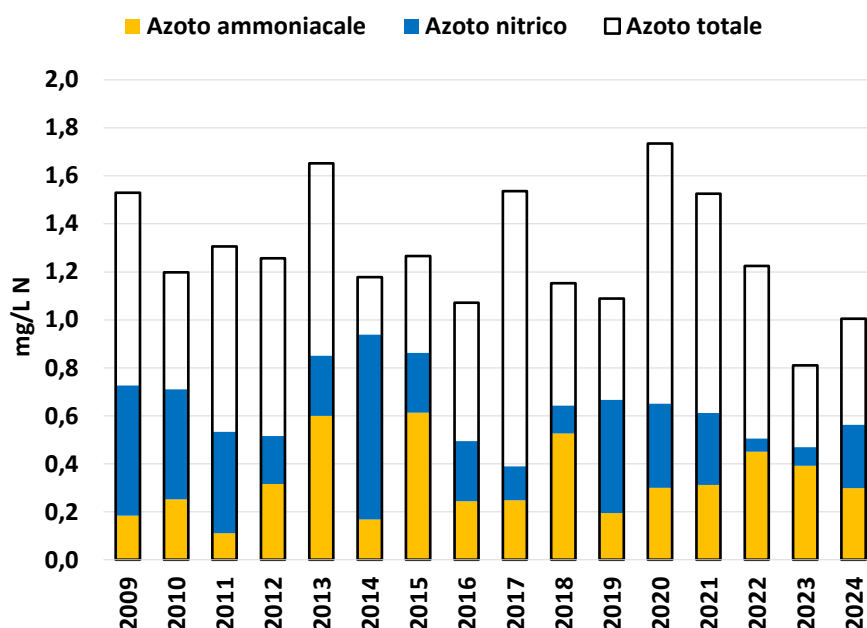


Figura 24. Lago di Varese: concentrazione dell'azoto totale alla circolazione (media ponderata sui volumi) nei campionamenti dal 2009 al 2024.

In Tabella 5 si riportano le medie annue, ponderate sui volumi, dei macronutrienti relativi agli anni 2019-2023. Nel 2023 il dato del fosforo è stato simile a quello dell'anno precedente.

Nell'ultimo biennio l'impianto di prelievo ipolimnico ha asportato una minore quantità di nutrienti rispetto al 2021 (4 tonnellate nel 2021 rispetto a circa 2,5 tonnellate nel 2022 e 2023); ciò potrebbe contribuire a spiegare l'incremento dei valori nel 2022-2023. È necessario inoltre considerare l'influenza delle condizioni climatiche sulle dinamiche lacustri, capaci di determinare una certa variabilità interannuale.

Tabella 5. Lago di Varese: concentrazioni medie annue di azoto e fosforo ponderate sui volumi. Le medie del 2020 sono state calcolate su un numero minore di campagne (10) in quanto le misure sanitarie legate alla pandemia da COVID-19 non hanno reso possibile i campionamenti nei mesi di marzo e aprile 2020.

Parametro	2019	2020	2021	2022	2023
Fosforo totale (µg/L P)	77	68	40	55	51
Ortofosfato (µg/L P)	62	47	33	47	41
Azoto Totale (mg/L N)	1,39	1,23	1,32	1,21	0,86
Azoto nitrico (mg/L N)	0,26	0,17	0,22	0,12	0,08
Azoto ammoniacale (mg/L N)	0,22	0,29	0,22	0,28	0,34

Trasparenza

Nel 2023 i valori più elevati di trasparenza (disco di Secchi) sono stati osservati nei mesi di marzo e aprile con 6,4 e 6,7 metri rispettivamente (Figura 25). Durante la stagione estiva i valori sono diminuiti, raggiungendo come di consueto il valore minimo nel mese di agosto con 2,4 metri. La trasparenza media è stata di 4,2 metri; per il calcolo di questo valore sono stati utilizzati i dati raccolti in corrispondenza delle campagne di prelievo, per un totale di 12 misurazioni.

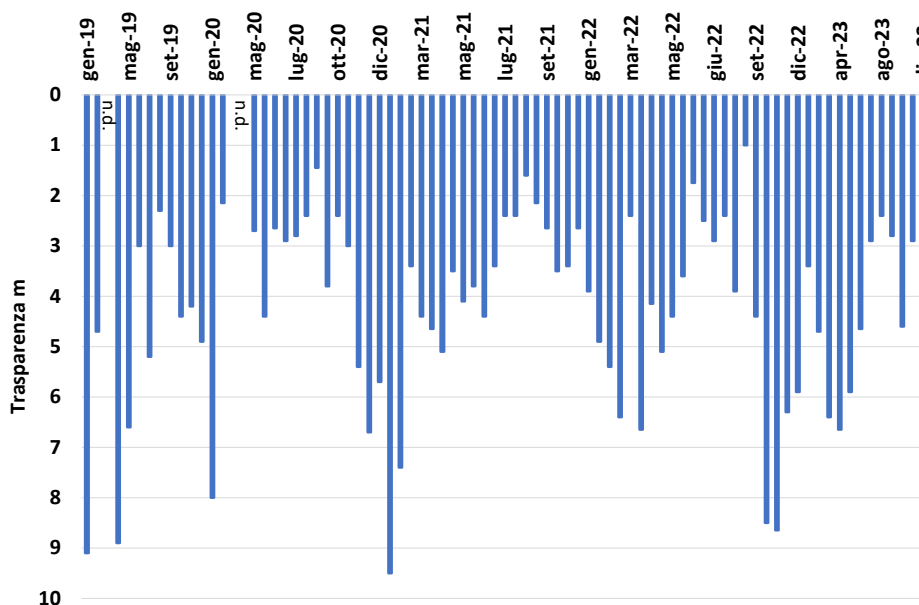


Figura 25. Lago di Varese: andamento della trasparenza nella stazione di Biandronno nel periodo 2019-2023.

Il confronto con la serie storica al momento può essere effettuato solo utilizzando i mesi comuni tra i vari anni, considerando cioè solo gli stessi mesi in cui sono state eseguite le misure nel periodo 2009-2018, in cui la frequenza di monitoraggio è stata minore (Figura 26). La trasparenza media calcolata in questo modo, nel 2023 (3,9 metri) è superiore rispetto a quella del biennio 2020-2021 (3,2-3,5 metri) e molto simile a quella del 2022 (4,0 metri).

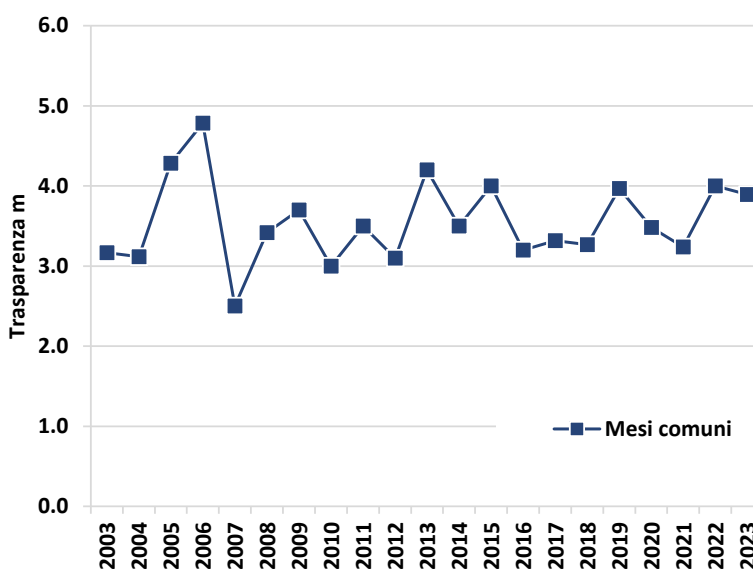


Figura 26. Lago di Varese: andamento della trasparenza media annua nella stazione di Biandronno nel periodo 2003-2023. Sono confrontati i valori calcolati considerando solo i mesi comuni tra i vari anni.

Fitoplancton

La Figura 27 riporta l'andamento nella zona eufotica del biovolume complessivo del fitoplancton e delle due classi algali principali che compongono solitamente la comunità fitoplanctonica in termini di biovolume, diatomee e cianobatteri, nel periodo 2019-2023.

Nel 2023 sono stati prelevati sei campioni nell'arco dell'anno, riallineandosi con le campagne di monitoraggio antecedenti al 2019 effettuate sul lago ai sensi del D.lgs. 152/2006. La scelta dei mesi in cui eseguire i campionamenti è stata fatta basandosi sui dati forniti dalla boa limnologica e sulle serie storiche disponibili. Un campione aggiuntivo prelevato a dicembre è stato analizzato per seguire lo sviluppo della fioritura algale che ha interessato il lago nell'ultima parte dell'anno.

Il picco di produzione tardo invernale legato allo sviluppo delle diatomee, in base ai dati forniti dalla boa limnologica, sembra essersi verificato alla fine di febbraio, una decina di giorni dopo la data di campionamento. Il campione prelevato a metà febbraio, infatti, è stato caratterizzato da un volume non ancora elevato, che ha superato di poco i 2.000 mm³/m³, in cui le criptoficee con il genere *Cryptomonas* e le diatomee con *Asterionella formosa*, *Cyclotella ocellata* e *Fragilaria crotonensis* sono stati i principali costituenti della comunità fitoplanctonica. L'abbondanza di criptoficee e diatomee in questo periodo dell'anno fa parte delle normali dinamiche caratteristiche del lago.

Durante il periodo primaverile non si sono riscontrati particolari episodi di fioritura algale, a differenza di quanto avvenuto nell'aprile del 2022 con il cianobatterio *Aphanizomenon flos-aquae*. Il biovolume di maggio non si è discostato particolarmente dalla media del quadriennio precedente.

In tarda primavera-inizio estate il lago è stato caratterizzato dallo sviluppo di colonie di cianobatteri composte da un numero elevato di cellule di piccole dimensioni con specie appartenenti ai generi *Aphanocapsa* e, talvolta, *Cyanodictyon*. Solitamente in questa fase dell'anno il contributo dei cianobatteri emerge più in termini di densità che di biovolume.

Nel 2023 tuttavia la proliferazione di *Cyanodictyon* è stata particolarmente significativa determinando il raggiungimento di un biovolume sensibilmente superiore a quello misurato negli ultimi anni. L'andamento dell'ossigeno ha evidenziato una maggiore attività fotosintetica tra i 3 e i 6 metri, in corrispondenza dell'inizio del termoclinio, mentre in superficie non si sono osservati segni di fioritura algale.

Da agosto, come di consueto, la comunità fitoplanctonica è stata dominata da cianobatteri e diatomee: i primi, con *Limnorphis robusta*, specie ormai caratteristica del lago, che è risultata la più significativa in termini di contributo al biovolume complessivo, le seconde con la specie *Fragilaria crotonensis*.

A inizio ottobre *Limnorphis robusta* ha dato luogo a una fioritura algale, osservata in campo e confermata dall'analisi qualitativa dei campioni superficiali prelevati. In questo periodo la produzione algale sembra essere stata maggiore rispetto all'anno precedente, come confermato dall'analisi delle immagini satellitari svolta dal CNR-IREA.

Da metà ottobre si è verificata una proliferazione di *Woronichinia naegeliana* che, analogamente a quanto successo nel 2021, ha dato luogo ad una massiccia e persistente fioritura algale che ha interessato il lago da metà novembre a inizio febbraio 2024, con un picco sul finire di dicembre 2023.

Woronichinia naegeliana si è concentrata in prossimità della superficie, nei primi centimetri della colonna d'acqua, dando luogo ad accumuli molto evidenti a centro lago e nelle zone litorali per effetto delle correnti e del vento. Per questo motivo i campioni integrati raccolti, rappresentativi dei primi 4-5 metri circa, hanno fornito una sottostima del biovolume del fitoplancton così come delle

corrispondenti concentrazioni di clorofilla presenti in superficie (Tabella 6). Tuttavia, anche all'interno di tali campioni, *Woronichinia naegeliana* è stata preponderante e il biovolume misurato a dicembre insolitamente elevato per questo periodo dell'anno.

Tabella 6. Lago di Varese: concentrazioni di clorofilla a misurate in HPLC a diverse profondità in occasione dell'episodio di fioritura algale più significativo riscontrato nel 2023 (dati forniti dal CNR-IRSA di Verbania).

Data	Clorofilla <i>a</i>		
	Superficie	1 metro	Integrato
23/11/2023	375	10	11
11/12/2023	1869	2	12

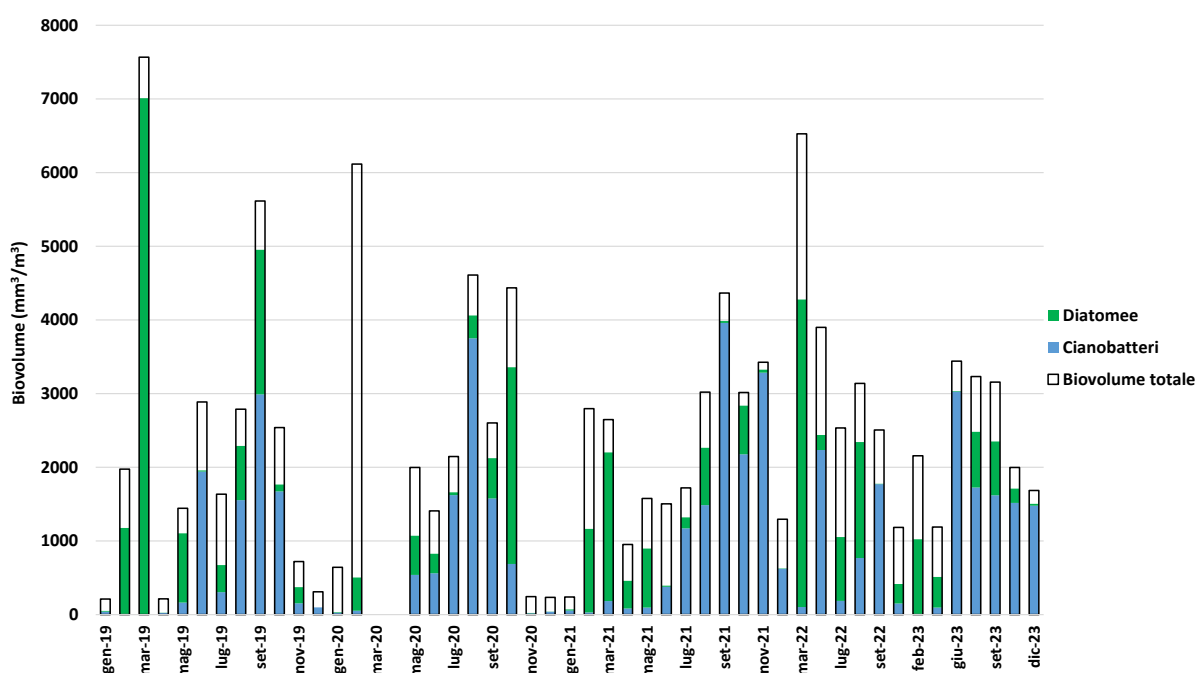


Figura 27. Andamento del biovolume complessivo della comunità fitoplanctonica e delle due principali classi algali che la compongono nella stazione di Biandronno nel triennio 2019-2023.

Il biovolume medio annuo nel 2023 si è attestato sui 2.400 mm³/m³, in linea con le medie del periodo 2019-2021 nonostante la ridotta frequenza di campionamento, e inferiore rispetto al 2022 soprattutto per la minore produzione riscontrata a inizio anno.

Nella zona eufotica del lago di Varese il consumo dei nutrienti disciolti da parte del fitoplancton, associato alla forte stratificazione termica delle acque, ha portato le diverse forme di azoto inorganico a concentrazioni spesso inferiori al limite di quantificazione, contribuendo a limitare lo sviluppo algale.

Il rapporto tra le concentrazioni ponderate sui volumi di azoto inorganico (Dissolved Inorganic Nitrogen, DIN) e ortofosfato (Dissolved Inorganic Phosphorus, DIP) all'interno della zona eufotica (Figura 28) nel 2023 è stato inferiore a 12 – valore oltre il quale si considera una limitazione determinata dal solo fosforo – nel periodo gennaio-febbraio e maggio giugno.

La concentrazione di azoto inorganico inoltre è stata inferiore ai 100-150 µg/L N, soglia al di sotto della quale questo elemento diviene limitante indipendentemente dal suo rapporto con l'ortofosfato (Reynolds, 1997), in modo continuativo a partire da aprile a ottobre. Come già

riscontrato negli anni precedenti, oltre al fosforo anche l'azoto, quindi, sembra giocare un ruolo nel limitare lo sviluppo del fitoplancton nel lago di Varese.

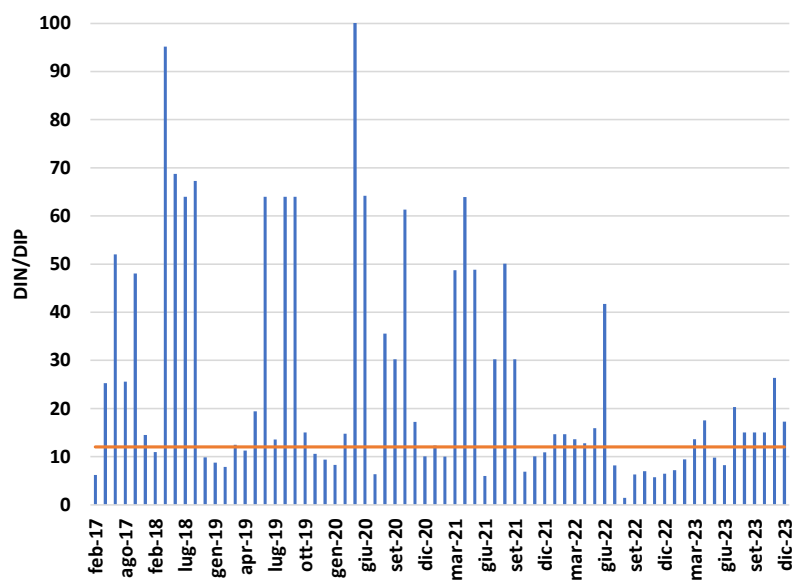


Figura 28. Rapporto tra azoto inorganico (DIN) e ortofosfato (DIP) nella zona eufotica del lago di Varese.

L'indice IPAM, utilizzato per classificare lo stato del fitoplancton, è basato sui valori medi annui di clorofilla *a*, sul biovolume medio della comunità fitoplanctonica e sulla sua composizione in specie. L'IPAM viene calcolato per ciascun anno di monitoraggio, ma il corpo idrico viene classificato alla fine di ciascun triennio utilizzando la media dei risultati annuali.

In Tabella 7 si riportano i valori dell'IPAM e delle singole metriche che lo compongono, espresse come concentrazione e RQE (rapporto di qualità ecologica), per il periodo 2009-2023.

In Tabella 8 sono riportati i valori medi di IPAM e la relativa classificazione di stato nei 5 trienni di monitoraggio disponibili.

Nel 2023 l'IPAM restituisce un giudizio sufficiente, in linea con la serie storica. Come già osservato in passato, la metrica relativa alla composizione della comunità fitoplanctonica è quella che penalizza maggiormente il giudizio finale mentre le metriche quantitative (clorofilla e biovolume) sono caratterizzate da valori che ottengono o sono prossimi al giudizio di stato buono.

Tabella 7. Fitoplancton: valori delle metriche, espresse sia come concentrazioni che come RQE normalizzato, e valori di IPAM dal 2009 al 2023 nella stazione di campionamento del lago di Varese (*: limite stato buono/sufficiente).

Anno	Clorofilla <i>a</i>		Biovolume medio		PTIot		IPAM 0,60*	Stato
	µg/L (7,30*)	RQEn	mm³/L (2,30*)	RQEn	3,01*	RQEn		
2009	9,4	0,50	2,88	0,54	2,81	0,49	0,50	SUFFICIENTE
2010	14,1	0,37	4,62	0,44	2,77	0,46	0,43	SUFFICIENTE
2011	9,0	0,52	5,23	0,42	3,17	0,68	0,58	SUFFICIENTE
2012	10,0	0,48	3,65	0,48	2,62	0,38	0,43	SUFFICIENTE
2013	7,8	0,57	4,09	0,46	3,02	0,60	0,56	SUFFICIENTE
2014	13,4	0,39	3,79	0,47	2,16	0,19	0,31	SCARSO
2015	6,72	0,62	1,37	0,70	2,93	0,55	0,61	BUONO
2016	5,72	0,67	1,73	0,65	2,82	0,49	0,58	SUFFICIENTE

Anno	Clorofilla <i>a</i>		Biovolume medio		PTIot		IPAM	Stato
	µg/L (7,30*)	RQEn	mm³/L (2,30*)	RQEn	3,01*	RQEn	0,60*	
2017	11,38	0,44	3,30	0,50	2,41	0,26	0,36	SCARSO
2018	5,52	0,68	2,10	0,62	2,39	0,25	0,45	SUFFICIENTE
2019	5,48	0,68	2,32	0,60	2,60	0,37	0,50	SUFFICIENTE
2020	7,63	0,58	2,44	0,58	2,56	0,34	0,46	SUFFICIENTE
2021	9,37	0,50	2,21	0,61	2,47	0,29	0,42	SUFFICIENTE
2022	6,73	0,62	3,30	0,50	2,68	0,41	0,49	SUFFICIENTE
2023	6,30	0,64	2,41	0,59	2,74	0,44	0,53	SUFFICIENTE

Tabella 8. Valori medi di IPAM e relativa classificazione di stato del fitoplancton nei trienni di monitoraggio del lago di Varese.

Corpo idrico	Triennio	IPAM	Giudizio
Lago di Varese	2009-2011	0,50	SUFFICIENTE
	2012-2014	0,43	SUFFICIENTE
	2014-2016	0,50	SUFFICIENTE
	2017-2019	0,44	SUFFICIENTE
	2020-2022	0,46	SUFFICIENTE

Sostanze inquinanti nelle acque

Con frequenza mensile a partire dal mese di gennaio è stato raccolto un campione integrato 0-23 metri rappresentativo dell'intera colonna d'acqua per la ricerca di glifosate e AMPA, appartenenti alla categoria dei pesticidi e loro metaboliti. Con frequenza bimestrale il campione è stato analizzato per la ricerca di sostanze appartenenti ai composti perfluorati (PFAS).

Gli **idrocarburi policiclici aromatici (IPA)** nel 2023 non sono stati analizzati in quanto negli anni precedenti hanno sempre rispettato gli standard di qualità ambientale (SQA) stabiliti dal Dlgs 172/2015.

Nel secondo semestre del 2023, a causa del trasferimento dei laboratori di analisi di ARPA nella nuova sede di Milano Niguarda, non è stato possibile far analizzare i campioni nel periodo luglio-novembre per la ricerca di glifosate e AMPA.

Nei campioni analizzati, tra i **pesticidi**, il glifosate si è sempre mantenuto al di sotto del LOQ; l'AMPA invece ha dato luogo a diversi riscontri. Complessivamente i pesticidi analizzati hanno rispettato gli standard di qualità ambientale (SQA) stabiliti dal Dlgs 172/2015.

Per quanto riguarda i **PFAS**, è stato rinvenuto in tutti i campioni solo l'acido perfluorottansolfonico (**PFOS**) con un massimo di 0,0018 µg/L a settembre. Analogamente agli anni precedenti il valore medio annuo di **PFOS** supera l'SQA-MA (pari a 0,00065 µg/L), nonostante le singole concentrazioni siano invece decisamente inferiori allo SQA-CMA (pari a 36 µg/L).

Bioaccumulo nei pesci

Nel corso del primo semestre del 2022 sono stati eseguiti gli ultimi due prelievi previsti di fauna ittica (pesce persico e gardon) a febbraio e ad aprile nei pressi di Gavirate per le analisi di bioaccumulo di PFAS, DDT, PCB, attività in carico all'Università dell'Insubria

Sono stati campionati il pesce persico (di interesse anche edibile da parte della popolazione) e il gardon. Il campionamento è stato svolto da pescatori di professione, e i pesci sono stati analizzati in pool.

I pesci analizzati sono stati scelti in base alle dimensioni e età paragonabili. Tutti i pesci sono stati sfilettati e analizzati presso l'Università degli Studi dell'Insubria.

Ad ogni campionamento una parte del campione di muscolo è stato mantenuto congelato a -20°C per le analisi dei PFAS mentre l'altra parte è stata liofilizzata. I composti prioritari analizzati sono stati: il p,p'-DDT e i due metaboliti p,p'-DDE e p,p'-DDD e i rispettivi isomeri o,p'- e 14 congeneri di policlorodifenili (PCB). Per quanto riguarda i PFAS sono stati analizzati: Acidi Perfluoro Carbossilici (PFBA Acido perfluoro-butanoico, PFPeA Acido perfluoropentanoico, PFHxA Acido undecafluoro-esanoico, PFHpA Acido perfluoroheptanoico, PFOA Acido perfluoro-ottanoico; PFNA Acido perfluoro-nonanoico; PFDA Acido perfluoro-decanoico; PFUnA Acido perfluoro-undecanoico; PFDoA Acido perfluoro-dodecanoico) - Acidi Perfluoro Solfonici (PFBS Acido perfluoro butan-solfonico; PFHxS Acido perfluoro esan-solfonico; PFOS Acido perfluoro ottan-solfonico). I campioni opportunamente estratti sono stati processati e analizzati come già dettagliato nei rapporti precedenti.

Per ciascun pool di pesci analizzati è stata determinata la frazione lipidica in modo da consentire eventuali normalizzazioni anche su questa frazione (oltre che su peso secco o fresco).

Il proseguo del lavoro ha previsto il campionamento di sedimento e la sua caratterizzazione analitica come effettuato prima dell'avvio dell'impianto di emunzione ipolimnica.

Analisi microbiologiche e metagenomiche

Nell'ottica del *continuum* ecologico tra il lago di Varese, il fiume Bardello e il Lago Maggiore, i dati e i risultati relativi a queste analisi sono presentati e discussi per omogeneità insieme agli stessi dati presentati per il fiume Bardello e il Lago Maggiore (Azione B.1.3).

Le analisi previste per il 2022 prevedevano una riduzione dei punti di analisi per la definizione del microbioma, delle antibiotico e delle metallo resistenze sia nel lago di Varese che nel Fiume Bardello, analisi a cui si vengono poi a sommare le misure citometriche di abbondanza e distribuzione batterica. A questo lavoro si aggiunge il campionamento, al fine di definire il genoma dei ceppi cianobatterici capaci di fioriture nel Lago di Varese (e quindi della loro pericolosità, reale e potenziale). La prima attività è perfettamente in linea con i tempi e a settembre 2022 i campioni raccolti (da ARPA) sono esattamente quelli previsti. Su questi campioni è già stato portato avanti il lavoro di estrazione del DNA microbico e le analisi che permetteranno, entro l'inizio del nuovo anno, di ottenere come previsto i dati riguardanti il 2022 sia per il microbioma che per le resistenze.

Per quanto riguarda la seconda attività, siamo stati in parte limitati dall'assenza di fioriture massive, per cui le analisi svolte finora si limitano all'unico *bloom* cianobatterico del 2022, in aprile. I campioni prelevati da ASL sono stati utilizzati per l'estrazione del DNA cianobatterico e inviati ad un service esterno per un'analisi estremamente profonda del DNA stesso, al fine di ricostruire i genomi dei cianobatteri che avevano prodotto la fioritura. I risultati di queste analisi non hanno permesso la ricostruzione completa del genoma delle specie cianobatteriche presenti, analisi che potrà essere ripetuta in presenza di bloom di maggiori dimensioni.

Nel dettaglio vediamo che nel periodo post Prelievo Ipolimnico (PI) il numero totale di batteri è diminuito al fondo del lago di Varese (da 5 a poco più di 2 milioni di cellule per ml; Figura 29), ma è aumentato sia in superficie che nel Fiume Bardello, con il picco massimo che da Monvalle si è spostato verso lo scarico dell'impianto di Gavirate dove insiste anche lo scarico del PI. L'impatto sul Lago Maggiore resta comunque molto contenuto, e le comunità batteriche del Maggiore si mantengono all'interno del loro naturale intervallo di variazione interannuale.

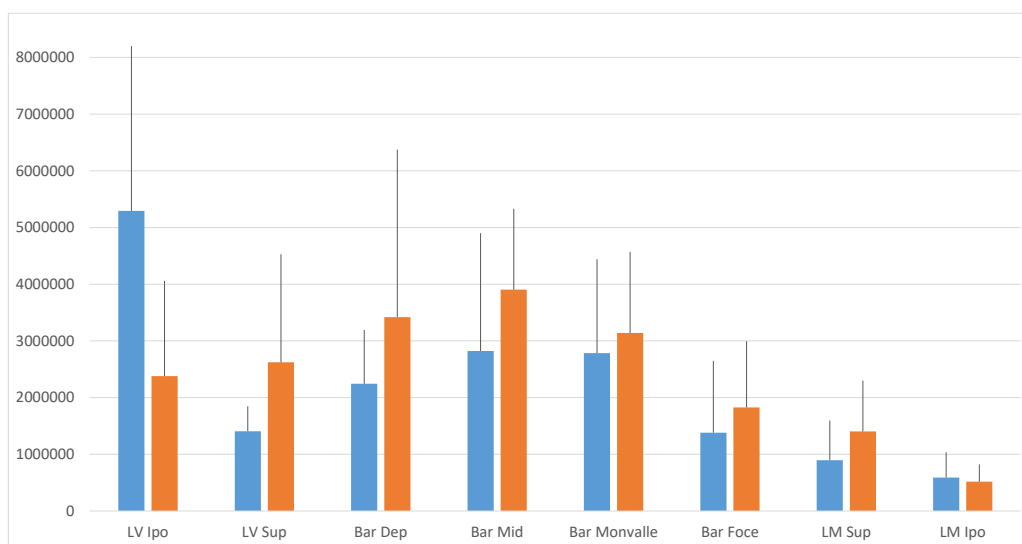


Figura 29. Numero totale di batteri nelle diverse stazioni di campionamento pre- (azzurro) e post- (arancione) attivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico (per le stazioni Bardello Mid e Monvalle i dati terminano nel 2022).

Per questo dato, come per quelli che seguiranno, l'interpretazione in senso di impatto del PI è particolarmente complessa a causa dell'unicità degli anni che hanno seguito l'attivazione del PI, con, prima, i lockdown del periodo pandemico e successivamente l'eccezionale siccità del periodo

autunno 2021 – estate 2022. Questi eventi hanno enormemente modificato l'impatto antropogenico sul lago di Varese, rendendo quindi difficile interpretare i risultati ottenuti in senso di impatto di un'attività al netto degli altri fenomeni rilevati. In generale, ad oggi, non si vede in alcun modo, sia in termini di biomassa batterica che di numero di cellule, un impatto negativo a livello del Lago Maggiore.

L'antibiotico resistenza nel periodo 2019-2023 è difficile da valutare nel dettaglio perché l'impatto antropogenico del triennio, come già esposto, è mutato considerevolmente in seguito alla pandemia prima e alle condizioni meteorologiche poi. In generale si può affermare che la bassa concentrazione di resistenze al fondo del lago di Varese è stabile, così come quella, leggermente più alta, in superficie. Queste concentrazioni, ed i tipi di geni individuati, sono tipiche di ambienti esposti ad elevata pressione antropogenica, ma non presentano particolari criticità. Ben diversa la situazione del fiume Bardello dove, a seguito dell'immissione degli scarichi trattati dell'impianto di Gavirate, si vede un aumento quantificabile in un ordine di grandezza delle resistenze, e la comparsa di resistenze classificate come ad elevato rischio per la salute umana. Queste resistenze permangono, con valori relativamente stabili, anche a seguito dell'attivazione del PI lungo tutta l'asta fluviale, ma vengono fortunatamente eliminate rapidamente una volta immesse nel Lago Maggiore dove, malgrado una leggera tendenza all'aumento delle resistenze, si vedono comunque valori al limite del trascurabile (Figura 30).

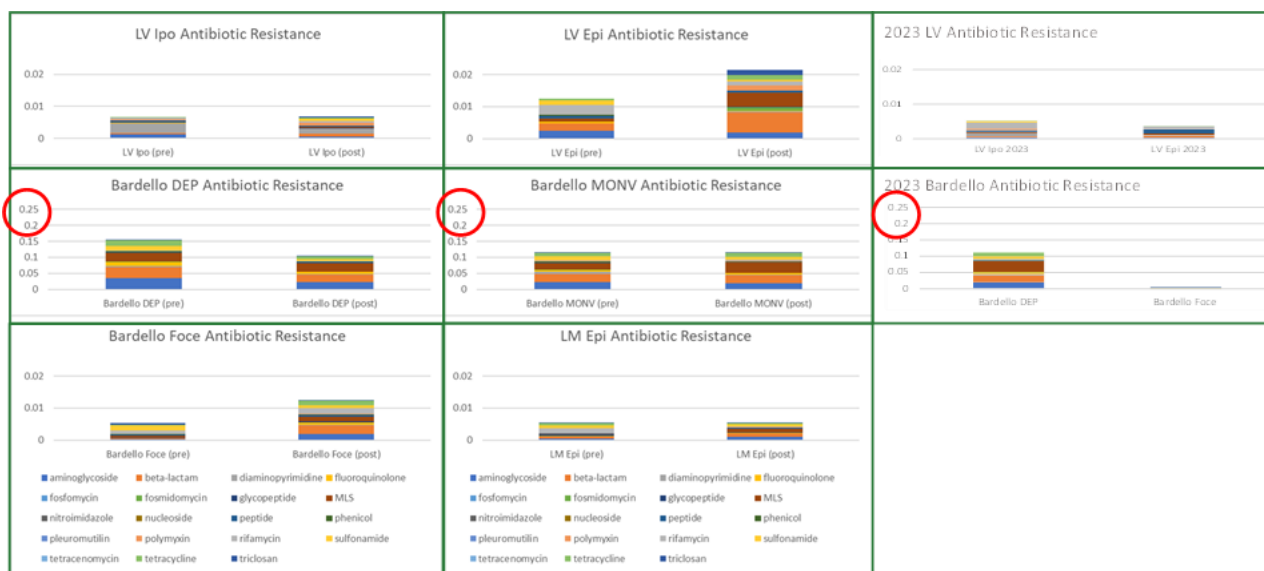


Figura 30. Antibiotico resistenza nelle diverse stazioni di campionamento pre- e post- attivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico.

Valutandone la loro abbondanza relativa in termini di numero, indipendentemente dalla resistenza che assicurano, si denota come il PI, diluendo le acque di scarico dell'impianto di trattamento di Gavirate, assicura una forte riduzione del numero relativo di resistenze nelle comunità microbiche del Fiume Bardello, migliorandone di fatto la qualità, e riducendo il rischio sotteso. Questa riduzione si affievolisce lungo l'asta del fiume, fino ad essere impercettibile alla foce. Pur essendo comunque il carico di resistenze del Bardello molto elevato, l'impatto sul Lago Maggiore si conferma nullo, anche dopo l'attivazione del PI.

Sebbene la maggior parte dei geni di resistenza siano presenti in molti ambienti esposti ad attività umane e non presentino criticità verso gli antibiotici di uso più comune e soprattutto verso quelli considerati salvavita, si può notare che seppur in quantità ridotte, anche questi ultimi ARG sono presenti tra il lago di Varese ed il Fiume Bardello, probabilmente a causa di scarichi industriali o non trattati, o a qualche altra forma di specifico inquinamento. Nel 2023 si perde la correlazione tra

potenziali patogeni e geni di resistenza al punto Bardello Dep, dove aumentano i primi mentre restano stabili i secondi.

Anche il 2023 conferma il ruolo degli scarichi nel Bardello come sorgente di resistenze a macrolidi, betalattamici, e chinolonici, valori indice di forte contaminazione umana.

Nel 2023, tra l'autunno e l'inverno, è peggiorata la presenza di resistenze alla foce del fiume Bardello, a valle dello scarico dell'impianto di trattamento acque reflue di Monvalle. Questo fatto è limitato dalla bassa carica batterica generale, ma indica una sorgente di inquinamento localizzata, indipendente sia dallo scarico dell'impianto di Gavirate che dal PI (Figura 31).

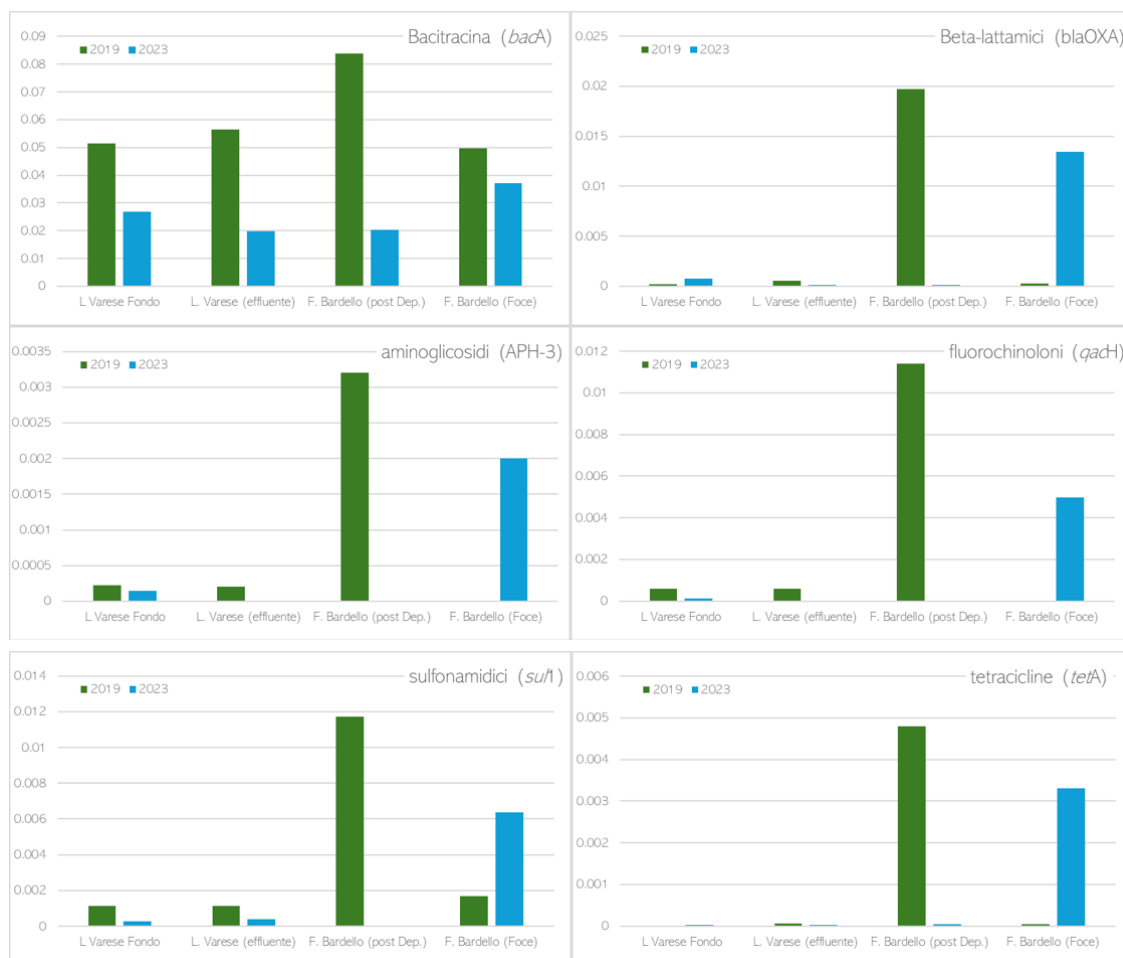


Figura 31. Antibiotico resistenze specifiche di origine naturale o antropogenica nelle diverse stazioni di campionamento pre- (2019) e post- (2023) attivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico.

Logicamente il rischio posto dalla presenza di resistenze in acqua è correlato alla presenza di batteri patogeni. Questi erano e rimangono di fatto assenti al fondo del lago di Varese, ma sono aumentati nelle acque superficiali del lago stesso, dopo l'avvio del PI. In particolare, si è notato un aumento di taxa opportunisti non necessariamente patogeni per l'uomo come *Acinetobacter*, *Aeromonas* e *Pseudomonas*. Le abbondanze di questi gruppi si ritrovano poi con valori comparabili nel fiume Bardello dove compaiono, a seguito degli scarichi, una serie di altri gruppi patogeni, il più abbondante dei quali è *Prevotella*. Come per i geni di resistenza, anche i batteri patogeni, scompaiono rapidamente una volta che le acque del Bardello arrivano nel Lago Maggiore. Il PI non ha avuto un impatto sulle dinamiche di questi gruppi (Figura 32).

È chiaro che l'inquinamento microbiologico del fiume Bardello è indipendente dal lago di Varese, che ne contribuisce in minima parte, e che al tempo stesso il Bardello impatta in modo marginale

sul patobioma del Lago Maggiore. In controtendenza il sito Bardello Post impianto di trattamento di Gavirate che nel 2023 ha visto un importante aumento del numero e della varietà di gruppi potenzialmente patogeni, probabilmente dovuto ad un peggioramento dell'efficienza dell'impianto di depurazione. Questo aumento ha poi interessato, in modo più sfumato, l'intera asta del Bardello.

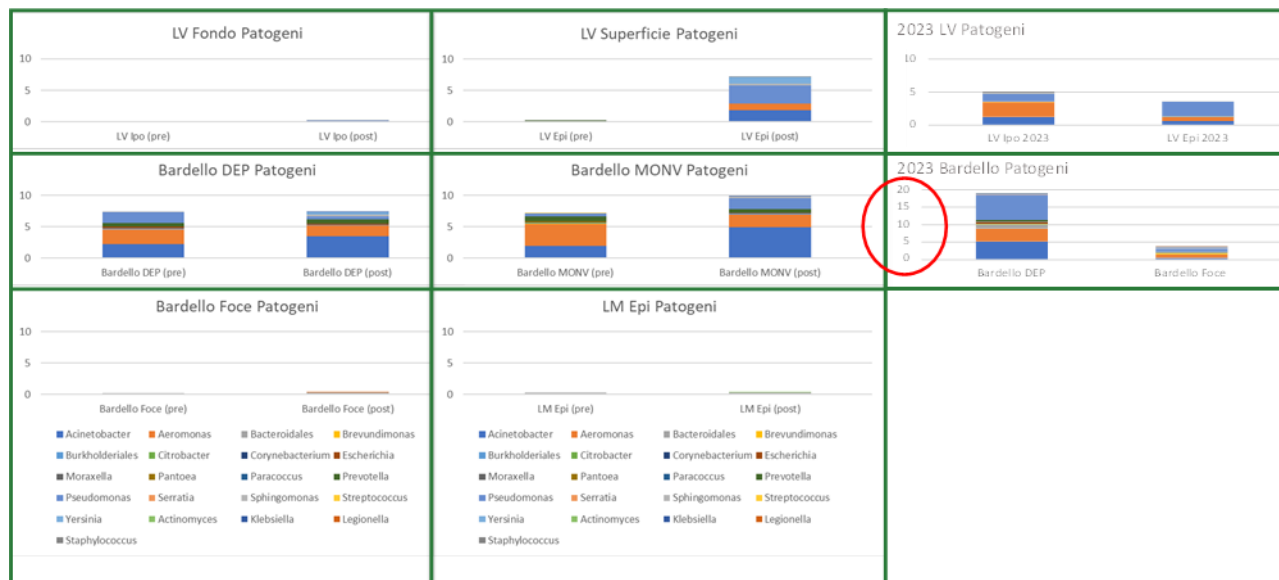


Figura 32. Abbondanze dei batteri patogeni nelle diverse stazioni di campionamento pre- e post- attivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico.

Per quanto riguarda le metallo resistenze (Figura) si può affermare che ad oggi non si vedono risultati eclatanti riguardo la loro riduzione nel lago di Varese, anche se la situazione di partenza era comunque non particolarmente grave. Al tempo stesso una situazione di stabilità si nota anche nel Lago Maggiore, a conferma di un impatto estremamente limitato del PI sull'ecosistema del Maggiore. Si nota invece una interessante riduzione di geni indicatori di inquinamento pericoloso per l'uomo nelle acque del fiume Bardello, a conferma dell'effetto positivo del PI nei confronti dei determinanti microbiologici di pericolosità per l'uomo nel fiume.

Qui, l'effetto diluizione e di disturbo causato del rilascio delle acque del PI ha portato ad una riduzione (in proporzione) delle resistenze a mercurio, cromo, arsenico e selenio che sono indicatori di potenziale inquinamento da parte di questi metalli (anche di natura acuta e puntiforme). Questo dato, estremamente positivo, si riscontra sia per la stazione di Gavirate che per quella di Monvalle, e può essere quindi considerato valido per tutta l'asta del fiume.

Il profilo di resistenza osservato non è correlato alla presenza di batteri patogeni e anche nel 2023 si riduce la sovrapposizione al profilo di resistenza agli antibiotici, supportando in modo più flebile una possibile co-selezione di resistenze in assenza di causa specifica.

Nel 2023 è limitato l'impatto degli scarichi nel fiume Bardello, ma i campioni sembrano essere più coerenti con una differenza sostanziale solo tra il fondo del Varese e il resto del sistema.

Le principali resistenze si confermano a rame, cromo, ferro ed arsenico, presenti in tutti gli ambienti con valori significativi e in termini di ordine di grandezza, comparabili. Nel fiume Bardello scompaiono le resistenze al mercurio, possibile indicazione di contaminazioni passate o di inquinamento recente ma puntiforme, misurate nel triennio precedente.

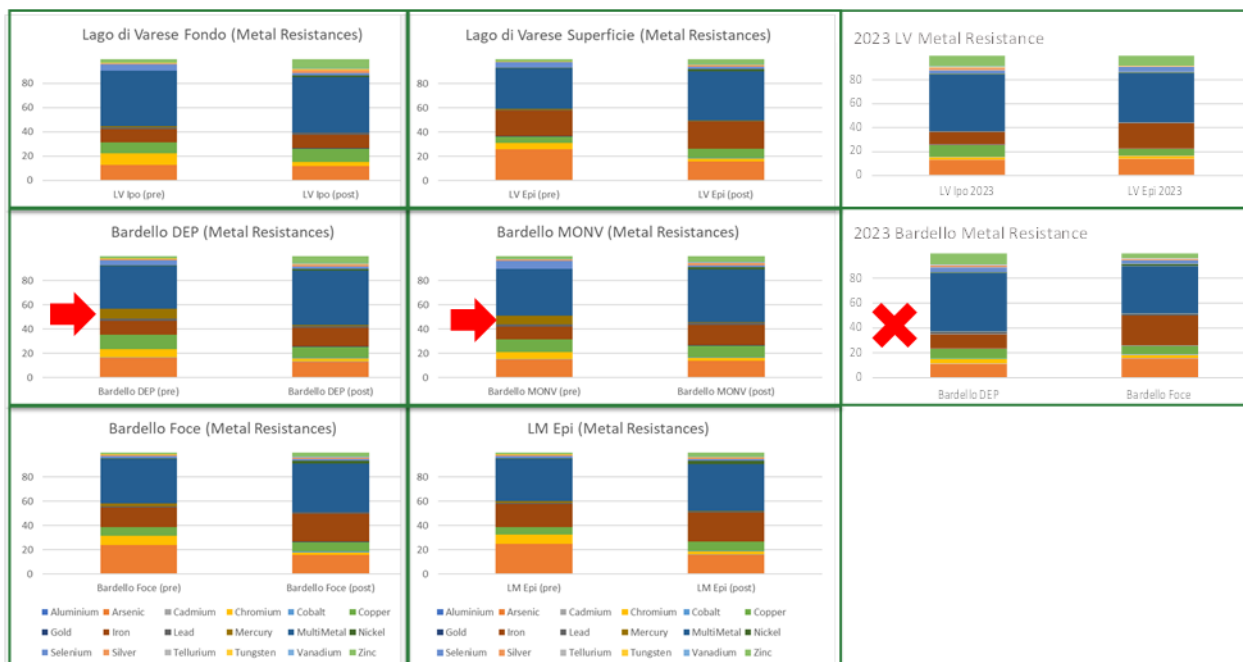


Figura 33. Metallo resistenze nelle diverse stazioni di campionamento pre- e post- attivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico.

Si può quindi concludere che lo studio del sistema Varese-Bardello-Maggiore, nel 2023, ha confermato una situazione ben diversa, dal punto di vista microbiologico, tra i tre ambienti. Un ambiente molto particolare, estremamente disturbato da fenomeni di lungo termine ma, nella sua specificità, sicuramente in condizioni stabili e di basso/moderato rischio per gli organismi che lo abitano e per i servizi ecosistemici ad esso collegati, il lago di Varese. Un ambiente, il fiume Bardello, altamente impattato dalle attività umane di breve e lungo termine, dove le comunità microbiche presenti sono più il frutto di intervento umano (diffuso o puntiforme) che di fenomeni naturali, che presenta quindi un elevatissimo rischio per i servizi ecosistemici ad esso legati, e per la fruibilità stessa della risorsa acqua. Un ambiente, infine, con un diffuso impatto umano di lungo termine, ma in condizioni di estrema stabilità, che di fatto non risente dell'inquinamento genetico/microbiologico portato dal Bardello, e che offre piena fruibilità dei servizi ecosistemici ad esso correlati, il Lago Maggiore.

L'attivazione del PI ha avuto un impatto relativo, che sarà valutabile in modo più coerente solo sul medio periodo dato che le annate 2020-2023 sono state tutte estremamente particolari per svariate ragioni.

Il 2020 infatti è stato un anno troppo particolare a causa della pandemia, alla quale si è aggiunto un evento estremo che ha portato a valori inattendibili per il campionamento di dicembre 2020, in quanto l'immissione notevole di batteri alloctoni, anche patogeni, a causa del dilavamento dei suoli nel bacino dei due laghi e del Bardello, ha notevolmente modificato i parametri oggetto di comparazione. Tra il 2021 ed il 2022 una eccezionale siccità ha di fatto impedito il funzionamento costante del PI. Il 2023 è tornato un anno con condizioni generalmente nella norma in termini idrometrici, ma al tempo stesso è stato caratterizzato da temperature medie tra le più alte mai registrate.

In generale si può però affermare che il PI ha portato di fatto all'immissione nel Bardello di molti batteri solitamente assenti, tipici dell'ipolimnio non ossigenato del lago di Varese, con un forte impatto sul sito, di per se già critico, prossimo allo scarico dell'impianto di trattamento di Gavirate.

Questi batteri non sono stati però in grado di stabilizzarsi nella comunità fluviale e non hanno interessato lo scarico del Bardello nel Lago Maggiore.

Al tempo stesso, l'effetto di diluizione promosso dal PI, ha ridotto l'impatto dello scarico del depuratore sia in termini di batteri patogeni che di antibiotico resistenze che, pur rimanendo elevate, si sono fortemente ridotte lungo tutto l'asse del fiume Bardello, senza interessare il Lago Maggiore.

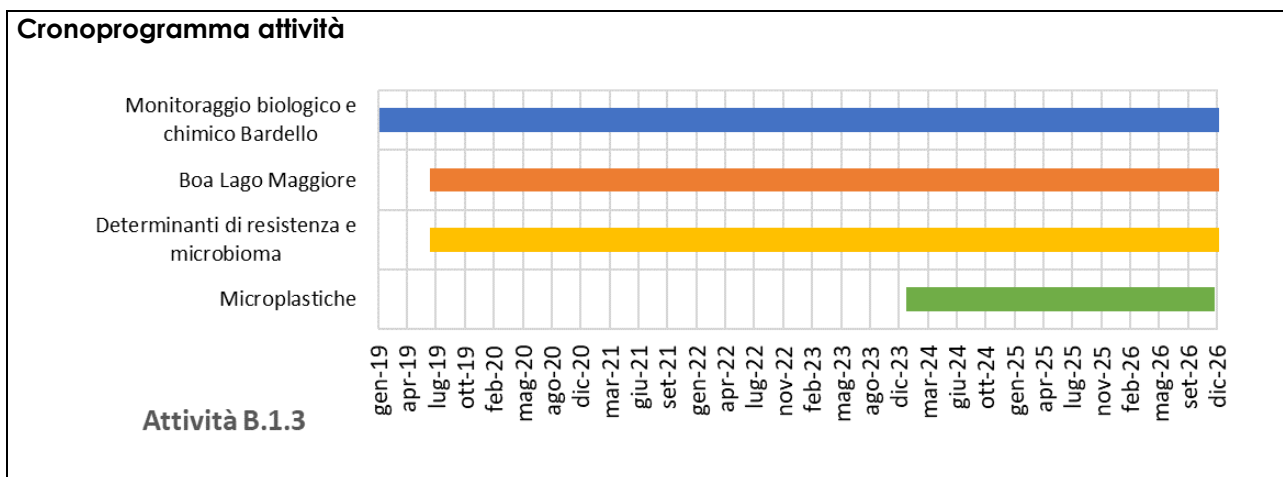
Nel 2022 era stata prodotta la prima pubblicazione scientifica dedicata ad AQST:

"Class 1 integron and related antimicrobial resistance gene dynamics along a complex freshwater system affected by different anthropogenic pressures", in collaborazione con l'ARC Centre of Excellence in Synthetic Biology and Department of Biological Sciences, Macquarie University, Sydney, New South Wales, Australia, sulla prestigiosa rivista *Environmental Pollution* (pubblicata poi in hard version nel 2023).

A questa nel 2023, si aggiungono le pubblicazioni, su riviste leader di settore:

- "Increased similarity of aquatic bacterial communities of different origin after antibiotic disturbance", autori EM Eckert, S Galafassi, MB Navarro, A Di Cesare, G Corno, pubblicata su *Environmental Pollution* (316, 120568)
- "Anthropogenic pollution drives the bacterial resistome in a complex freshwater ecosystem", autori A Di Cesare, R Sabatino, T Sbaffi, D Fontaneto, D Brambilla, A Beghi, F Pandolfi, C Borlandelli, D Fortino, G Biccai, P Genoni, G Corno, pubblicata su *Chemosphere* (331: 138800).

ATTIVITÀ B.1.3
Monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi fisico-chimici e chimici, di sostanze prioritarie e dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza, descrizione della comunità batterica e presenza di potenziali patogeni nel fiume Bardello e nel lago Maggiore
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023 L'attività ha riguardato il monitoraggio degli elementi biologici (macroinvertebrati, diatomee, macrofite, fauna ittica), degli elementi fisico-chimici di base e di altri elementi chimici sul fiume Bardello, allo scopo di verificarne l'evoluzione a seguito dell'immissione di acque ipolimniche del lago di Varese. Per le medesime finalità, sul Lago Maggiore è stato eseguito il monitoraggio degli elementi biologici (fitoplancton), degli elementi fisico-chimici di base e di altri elementi chimici nelle acque. L'attività ha compreso anche la ricerca nelle acque delle sostanze prioritarie e dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza nel fiume Bardello e nel Lago Maggiore.
Localizzazione Fiume Bardello e Lago Maggiore (Ispra)
Soggetto Attuatore ARPA Lombardia, Regione Lombardia, CNR-IRSA Verbania
Risorse stanziate 2019-2023 580.200,00 €



Resoconto attività a cura di ARPA Lombardia e CNR IRSA di Verbania

Sintesi delle attività svolte

Le campagne di monitoraggio e le relative frequenze previste nel 2023 sul fiume Bardello sono riportate in Tabella 9. L'ubicazione delle stazioni di monitoraggio è riportata in Figura 31 e in Tabella 10.

Una stazione aggiuntiva è posizionata tra lo scarico dell'impianto del prelievo ipolimnico e lo scarico dell'impianto di depurazione di Gavirate. Il punto di monitoraggio è a monte anche del by pass dell'impianto, così da poter rilevare eventuali effetti del solo scarico dell'impianto di prelievo ipolimnico. Nel medesimo punto la società Alfa S.r.l., a partire dal 2020, ha eseguito settimanalmente, misure chimico-fisiche e analisi chimiche di alcuni elementi, nel periodo di funzionamento dell'impianto di emungimento delle acque ipolimniche.

Per il monitoraggio della fauna ittica era previsto nel secondo semestre del 2023 una campagna nella stazione di Cocquio-Trevisago (vecchia filanda), non più considerata, a partire dal 2020, per tutti gli altri parametri in seguito ai risultati del monitoraggio effettuato nel 2019 e non essendo variato il punto di immissione dello scarico del prelievo ipolimnico a differenza di quanto originariamente prospettato dalla Provincia di Varese.

I prelievi per le analisi chimiche si sono svolti con cadenza mensile determinando contestualmente i parametri di campo (temperatura, pH, ossigeno disciolto, conducibilità), misurati con sonda multiparametrica. La portata è stata misurata mensilmente nelle stazioni di valle depuratore e valle stamperia. La portata nella stazione di uscita lago è stata fornita dal sistema di misurazione in continuo installato dalla Provincia di Varese alla chiusa che regola il deflusso delle acque provenienti dal lago di Varese. Le analisi chimiche sono state differenziate in campagne con profilo analitico mensile (12 campagne) e con profilo analitico trimestrale (4 campagne).

In Tabella 11 è riportato il numero di campioni raccolti sul fiume Bardello, suddivisi per tipologia e per mese dal 2019 al 2023. Le attività si sono svolte regolarmente nel rispetto di quanto programmato ad eccezione del monitoraggio della fauna ittica, originariamente previsto nel periodo autunnale, ma che a causa delle condizioni meteorologiche avverse e del conseguente incremento delle portate, è stata rimandata al 2024.

Si riportano in Tabella 12 il numero di sostanze analizzate e il numero totale di analisi svolte da ARPA.

Nel 2023 ARPA ha proseguito il supporto allo svolgimento delle altre attività ricomprese nell'Azione B.1.3, in particolare riguardo il campionamento di acque destinate al monitoraggio dei determinanti

di resistenza e del microbioma del Bardello. Tali analisi, in carico al CNR IRSA di Verbania, sono iniziate nel 2020.

Tabella 9. Componenti indagate, numero di campagne e periodi di monitoraggio previsti per il fiume Bardello nel 2023.

Elementi biologici	Numero di campagne 2023					Periodi di campionamento 2023 ²
	Uscita lago	Stazione aggiuntiva	Valle depuratore	Vecchia filanda	Stamperia	
Acque ¹	12	-	12	12	12	mensile
Macroinvertebrati	3	2	3	-	3	aprile, agosto/settembre, novembre
Diatomee	2	2	2	-	2	agosto/settembre, novembre
Fauna ittica ³	-	-	1	1	1	ottobre/novembre
Acque ⁴	-	-	3	-	-	maggio, agosto, ottobre

¹ Analisi chimico-fisiche

² I mesi riportati sono indicativi e potrebbero variare in funzione delle condizioni idro-meteorologiche.

³ La possibilità di campionamento della fauna ittica in tutte le stazioni andrà verificata in campo.

⁴ Antibiotico e metallo resistenza.

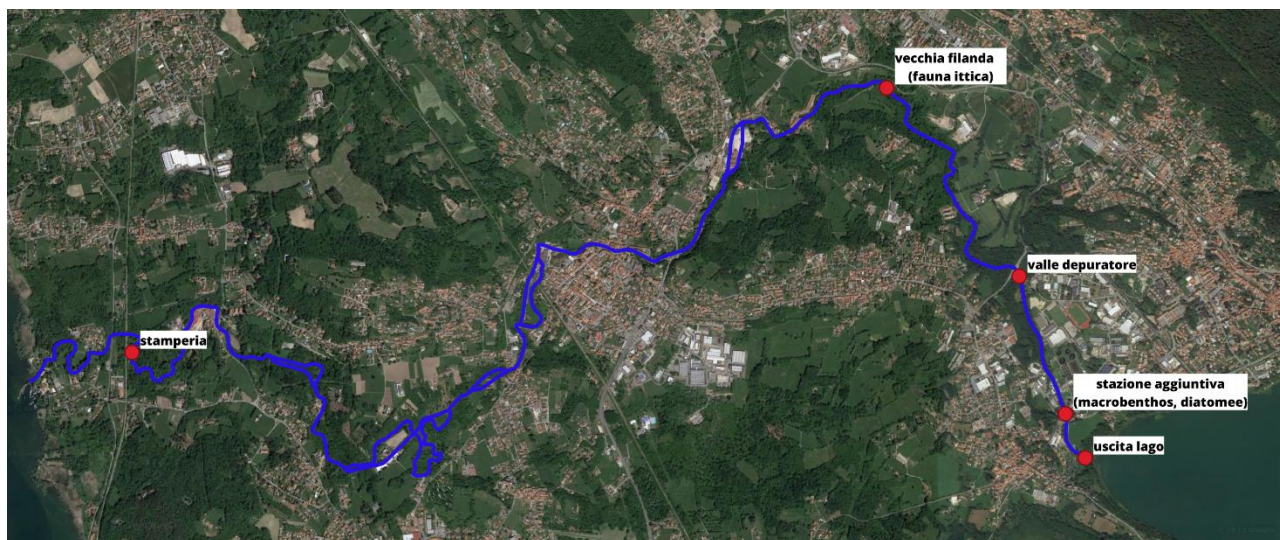


Figura 31. Fiume Bardello: stazioni di monitoraggio per gli elementi biologici e i parametri fisico-chimici e chimici

Tabella 10. Stazioni di monitoraggio sul fiume Bardello.

Stazione codice	Comune	Località	X UTM-WGS84	Y UTM-WGS84	2019	2020	2021	2022	2023
N0080981151lo4	Gavirate	Uscita lago	476843	5075845	X	X	X	X	X
-	Gavirate	Stazione aggiuntiva	476835	5075996		X	X	X	X
N0080981151lo3	Gavirate	Valle depuratore	476561	5076812	X	X	X	X	X
N0080981151lo2	Trevisago	Vecchia filanda	475714	5077967	X	-	X	-	-
N0080981151lo1	Brebbia	Stamperia	471584	5076480	X	X	X	X	X

Tabella 11. Numero di campionamenti effettuati sul fiume Bardello dal 2019 al 2023. A marzo, aprile e novembre 2020 i campionamenti non sono stati eseguiti a causa della pandemia da COVID-19; per lo stesso motivo sono stati annullati i campionamenti di fauna ittica previsti a settembre (*).

Anno	Matrice	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
2019	Acque - Analisi chimico-fisiche	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Macroinvertebrati	-	4	-	-	4	-	-	-	4	-	4	-
	Diatomee	-	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-
	Macrofite	-	-	-	-	-	2	2	-	4	-	-	-
	Pesci	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
	Acque - Antibiotico e metallo resistenza	-	4	-	-	4	-	-	-	4	-	4	-
2020	Acque - Analisi chimico-fisiche	3	3	*	*	3	3	3	3	3	3	*	3
	Macroinvertebrati	-	-	-	-	4	-	4	-	4	-	-	4
	Diatomee	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	4
	Macrofite	-	-	-	-	-	-	3	-	3	-	-	-
	Pesci	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
	Acque - Antibiotico e metallo resistenza	-	-	-	-	-	-	4	4	4	-	4	-
2021	Acque - Analisi chimico-fisiche	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Macroinvertebrati	-	-	-	3	-	-	-	-	4	-	-	4
	Diatomee	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4
	Macrofite	-	-	-	-	-	4	-	-	4	-	-	-
	Pesci	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
	Acque - Antibiotico e metallo resistenza	-	-	4	-	4	-	-	-	4	-	4	-
2022	Acque - Analisi chimico-fisiche	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Macroinvertebrati	-	-	-	3	-	-	-	4	-	-	4	-
	Diatomee	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	4	-
	Macrofite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pesci	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Acque - Antibiotico e metallo resistenza	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2
2023	Acque - Analisi chimico-fisiche	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Macroinvertebrati	-	-	-	3	-	-	-	4	-	-	4	-
	Diatomee	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4	-
	Macrofite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pesci	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Acque - Antibiotico e metallo resistenza	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-

Tabella 12. Numero di parametri ricercati e numero di analisi effettuate da ARPA sulle acque del fiume Bardello dal 2019 al 2023.

Gruppo	2019		2020		2021		2022		2023	
	N. parametri	N. analisi	N. parametri	N. analisi	N. parametri	N. analisi	N. parametri	N. analisi	N. parametri	N. analisi
Parametri di base	25	1119	26	641	26	857	26	843	25	811
Composti organici volatili (VOC)	30	1440	33	827	32	1086	32	364	32	372
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	18	720	14	378	14	504	14	168	14	126
Metalli	10	444	9	144	9	216	9	122	9	107
Composti perfluorati (PFAS)	13	148	13	156	13	52	18	211	18	198
Pesticidi	117	1736	118	1415	118	1416	120	1046	120	914
Sostanze farmaceutiche	1	16	1	12	1	12	1	4	1	4
E. coli	1	48	1	18	1	36	1	36	1	36
Altri parametri	4	80	3	51	3	60	3	60	3	53

Nel 2023 è proseguito il monitoraggio del **Lago Maggiore** in corrispondenza della stazione di Ispra (Figura 32; Tabella 13). La stazione è stata collocata nella zona che risulterebbe maggiormente soggetta a un potenziale ristagno delle acque in base alle caratteristiche idromorfologiche osservate in campo e all'analisi dei rilievi fotogrammetrici aerei. Essa si trova a circa un chilometro in linea d'aria dalla foce del Bardello.

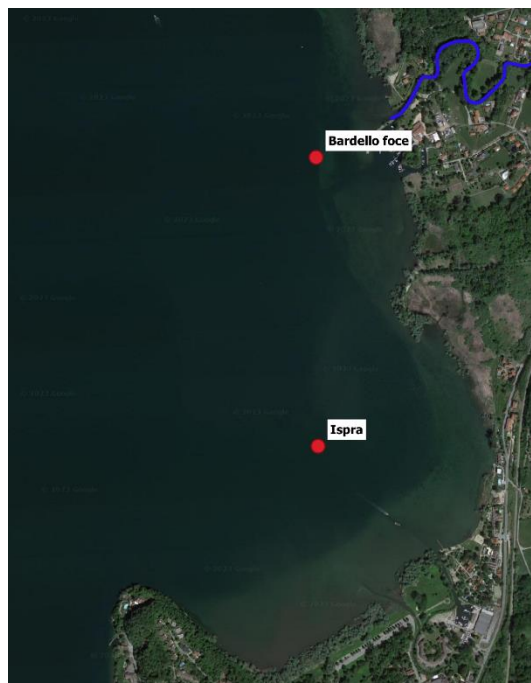


Figura 32. Lago Maggiore: punti di monitoraggio del fitoplancton, dei parametri fisico-chimici e chimici (Ispra) e dei determinanti di resistenza e del microbioma (Bardello foce).

Tabella 13. Punto di monitoraggio per il fitoplancton e i parametri fisico-chimici e chimici sul Lago Maggiore (Ispra) e dei determinanti di resistenza e del microbioma (Bardello foce). Coordinate in UTM-WGS84.

Codice corpo idrico	Codice stazione	Corpo idrico	Nome stazione	X	Y
ITIRPOTI2LN1IN	POTI2LN1in3	Lago Maggiore	Ispra	470474	5075192
ITIRPOTI2LN1IN	-	Lago Maggiore	Bardello foce	470468	5076073

Nella stazione è proseguito il monitoraggio degli elementi biologici (fitoplancton), degli elementi fisico-chimici di base e di altri elementi chimici.

Alla luce dei risultati delle campagne di monitoraggio effettuate negli anni precedenti, dal 2022 si è scelto di ridurre la frequenza di campionamento nell'arco dell'anno.

Nel 2023 i campioni sono stati raccolti nei mesi di febbraio, maggio, giugno e settembre. A causa del trasferimento dei laboratori di analisi di ARPA nella nuova sede di Milano Niguarda non è stato possibile prelevare i campioni originariamente previsti per i mesi di agosto e novembre.

In Tabella 14 sono riepilogate le modalità di campionamento dei parametri analizzati dal 2019 ad oggi.

Il fitoplancton è stato sottoposto a un'analisi speditiva al microscopio per avere un'indicazione della composizione della comunità. Infatti, non avendo osservato negli anni precedenti variazioni legate

al funzionamento dell'impianto di prelievo ipolimnico, si è stabilito di effettuare un'analisi qualitativa e di sottoporre i campioni di fitoplancton a un conteggio quantitativo solo in caso di necessità.

Nel seguito sono riportati il numero di campioni raccolti a partire dal 2019 nel lago Maggiore, suddivisi per tipologia e per mese (Tabella 15), il numero di sostanze analizzate e il numero totale di analisi svolte da ARPA (Tabella 16). I valori del 2023 si riferiscono solo al primo semestre dell'anno.

I risultati delle analisi condotte nel 2019 hanno permesso di verificare l'assenza di gran parte delle sostanze inquinanti ricercate nel Lago Maggiore; pertanto, dal 2020 è diminuito significativamente il numero di composti analizzati. Nel 2023 è stata eliminata anche l'analisi degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) in quanto, negli anni precedenti, sono stati rispettati gli standard di qualità ambientale (SQA) previsti nella Tabella 1/A del DLgs 172/2015.

Nel 2023 ARPA ha proseguito il supporto allo svolgimento delle altre attività ricomprese nell'Azione B.1.3, in particolare riguardo il campionamento di acque destinate al monitoraggio dei determinanti di resistenza e del microbioma del Bardello. Tali analisi, in carico al CNR-IRSA di Verbania, sono iniziate nel 2020. Dal 2022 si è scelto di effettuare tali campionamenti solo in prossimità della foce del fiume Bardello (Figura 32; Tabella 13) e di ridurre la frequenza di campionamento, ritenendo tre campagne sufficienti a monitorare l'evoluzione del lago dopo il monitoraggio di dettaglio svolto negli anni precedenti.

Tabella 14. Modalità di campionamento dei parametri analizzati nel lago di Maggiore durante il periodo 2019-2023.

Parametro	Campione	2019	2020	2021	2022	2023
Parametri chimico-fisici	Misure in continuo tramite sonda	X	X	X	X	X
Fitoplancton	Integrato (0-2 metri)	X	X	X	X	X
Clorofilla <i>a</i>	Integrato (0-2 metri)	X	X	X	X	X
Parametri chimici di base	Integrato (0-5 metri)	X	X	X	X	X
	Integrato (5-23 metri)	X	X	X	X	X
Metalli	Integrato (0-5 metri)	X	-	-	-	-
	Integrato (5-23 metri)	X	-	-	-	-
Composti organici volatili (VOC)	Integrato (0-5 metri)	X	-	-	-	-
	Integrato (5-23 metri)	X	-	-	-	-
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	Integrato (0-5 metri)	X	X	-	-	-
	Integrato (5-23 metri)	X	X	-	-	-
	Integrato(0-23 metri)	-	-	X	X	-
Composti perfluorati (PFAS)	Integrato (0-5 metri)	X*	X*			
	Integrato (5-23 metri)	X*	X*			
	Integrato(0-23 metri)	-	-	X**	X**	X**
Pesticidi	Integrato (0-5 metri)	X	X	-	-	-
	Integrato (5-23 metri)	X	X	-	-	-
	Integrato(0-23 metri)	-	-	X	-	-
Sostanze farmaceutiche	Integrato (0-5 metri)	X	-	-	-	-
	Integrato (5-23 metri)	X	-	-	-	-
Altri parametri	Integrato (0-5 metri)	X	-	-	-	-
	Integrato (5-23 metri)	X	-	-	-	-
DOC	Integrato (0-5 metri)	X	X	-	-	-
	Integrato (5-23 metri)	X	X	-	-	-

*: trimestrale; **: bimestrale

Tabella 15. Numero di campioni prelevati sul Lago Maggiore dal 2019 al primo semestre del 2023. A marzo, aprile e novembre 2020 e a gennaio e marzo 2021 i campionamenti non sono stati eseguiti a causa della pandemia da COVID-19 (*).

Anno	Matrice	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
2019	Acque - Analisi chimico-fisiche	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Acque - Antibiotico e metallo resistenza	-	-	-	-	-	-	1	3	2	3	3	3
	Fitoplancton	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2020	Acque - Analisi chimico-fisiche	3	3	*	*	3	3	3	3	3	3	*	3
	Acque - Antibiotico e metallo resistenza	3	3	*	*	3	3	3	3	3	3	3	3
	Fitoplancton	1	1	*	*	1	1	1	1	1	1	*	1
2021	Acque - Analisi chimico-fisiche	-	4	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Acque - Antibiotico e metallo resistenza	3	3	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Fitoplancton	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2022	Acque - Analisi chimico-fisiche	-	4	-	4		4	-	4	4	4	-	-
	Acque - Antibiotico e metallo resistenza	-	-	-	-	1	-	-	2	-	1	-	-
	Fitoplancton	-	1	-	1	-	1	-	1	1	1	-	-
2023	Acque - Analisi chimico-fisiche	-	4	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-
	Acque - Antibiotico e metallo resistenza	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	Fitoplancton	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-

Tabella 16. Numero di parametri ricercati e numero di analisi effettuate da ARPA sulle acque del Lago Maggiore dal 2019 al primo semestre del 2023.

Gruppo	2019		2020		2021		2022		2023	
	N. parametri	N. analisi	N. parametri	N. analisi	N. parametri	N. analisi	N. parametri	N. analisi	N. parametri	N. analisi
Parametri di base	18	407	18	301	17	320	17	192	17	96
Composti organici volatili (VOC)	30	720	-	-	-	-	-	-	-	-
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	18	360	13	234	13	130	13	78	-	-
Metalli	12	270	-	-	-	-	-	-	-	-
Composti perfluorati (PFAS)	13	100	13	78	13	78	18	108	18	54
Pesticidi	115	2550	2	36	2	20	-	-	-	-
Sostanze farmaceutiche	1	24	-	-	-	-	-	-	-	-
Altri parametri	4	70	1	18	1	20	1	12	1	6

Sintesi dei risultati ottenuti

L'andamento della **temperatura** delle acque del fiume Bardello rispecchia quella del lago di Varese dei periodi di circolazione e stratificazione, in particolare in corrispondenza della stazione in uscita dal lago che nei mesi estivi mostra valori sensibilmente superiori a quelli delle stazioni a valle (Figura 33). L'immissione delle acque prelevate dall'ipolimnio, a partire dal 2020, determina nella seconda stazione di monitoraggio un abbassamento della temperatura media annua, variabile nei diversi anni, di circa 1-2 °C rispetto alla stazione in uscita dal lago; nel 2019 tale differenza era pari a 0,5 °C.

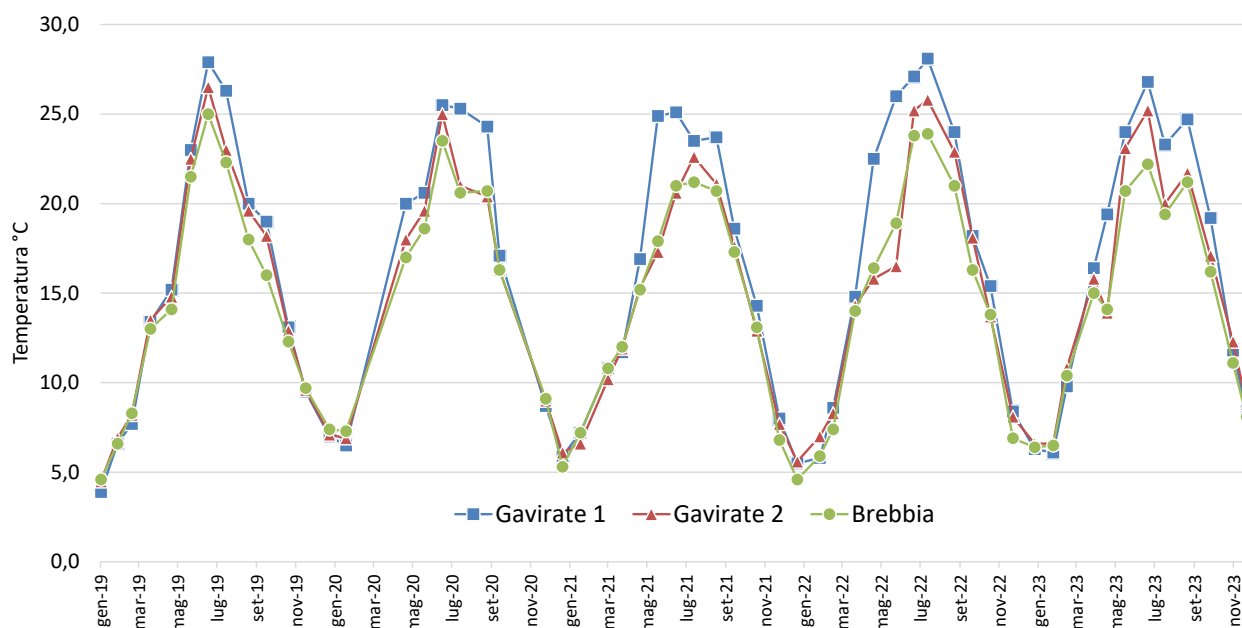


Figura 33. Fiume Bardello: valori di temperatura delle acque nelle stazioni monitorate.

Il parametro **ossigeno disciolto**, espresso come percentuale di saturazione nella Figura 34, in corrispondenza della stazione in uscita dal lago rispecchia un andamento estremamente variabile in relazione ai periodi di stratificazione estiva (sovrasaturazione media pari a circa 110%) e di circolazione invernale (saturazione minima fino a circa 20-40%) delle acque lacustri. Nella seconda stazione l'immissione delle acque ipolimniche e dello scarico del depuratore di Gavirate mantengono la saturazione dell'ossigeno al di sotto del 100% anche durante i periodi di stratificazione del lago. Nella stazione in chiusura a Brebbia i valori di saturazione si mantengono invece piuttosto costanti, attorno a un valore medio di circa 90%.

Nel corso del 2020 e del 2021 sono state eseguite misure a distanze ravvicinate lungo l'asta fluviale, riscontrando concentrazioni minime di ossigeno a valle della seconda stazione, a circa 2 km dall'uscita del lago, conseguenza dell'effetto combinato degli scarichi del prelievo ipolimnico e del depuratore. Al fine di monitorare questo parametro, la Provincia di Varese ha provveduto all'installazione di un misuratore in continuo.

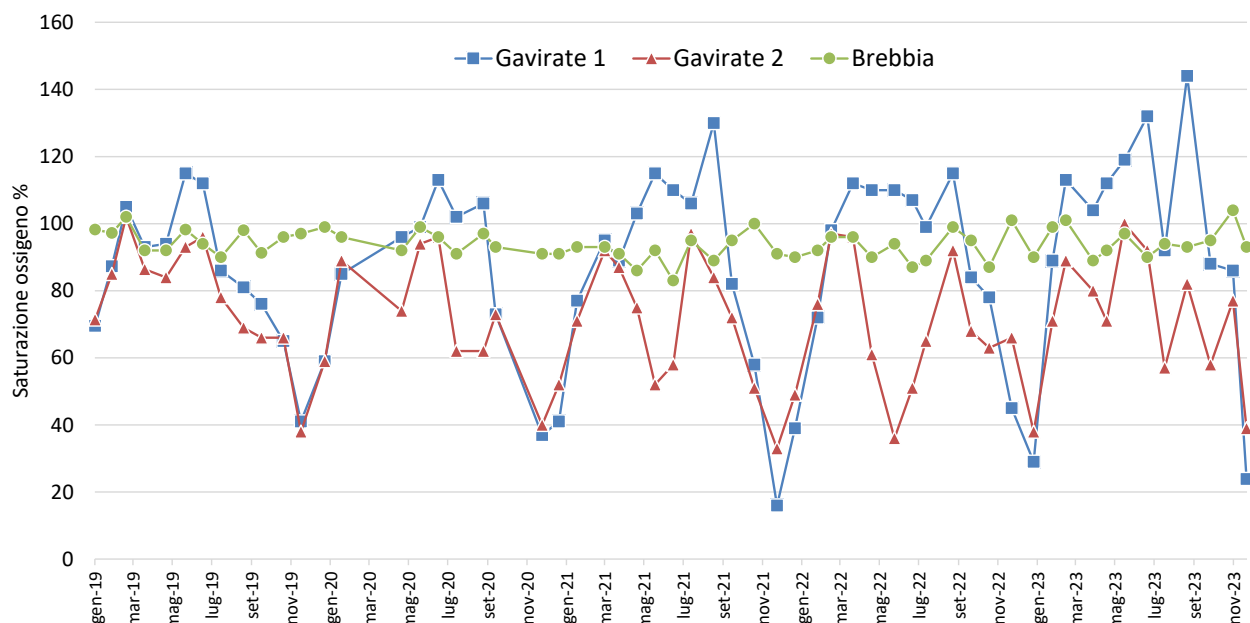


Figura 34. Fiume Bardello: ossigeno disciolto espresso come percentuale di saturazione nelle stazioni monitorate.

I valori di **fosforo totale** (Figura 35) nella prima stazione di monitoraggio sono coerenti con quelli misurati nello strato superficiale del lago e presentano quindi dei massimi nel periodo di circolazione invernale (con un massimo di 164 $\mu\text{g/L P}$ a febbraio 2021) e minimi nel periodo di stratificazione termica. La media dei valori nel periodo 2020-2023 in uscita dal lago è di 32 $\mu\text{g/L P}$, con una sensibile tendenza alla diminuzione nel corso degli anni. I valori di fosforo si innalzano significativamente a valle dello scarico del depuratore di Gavirate (media 2020-2023 di quasi 100 $\mu\text{g/L P}$), incrementando ulteriormente prima dell'immissione nel Lago Maggiore (media 2020-2023 di circa 140 $\mu\text{g/L P}$; Figura 36).

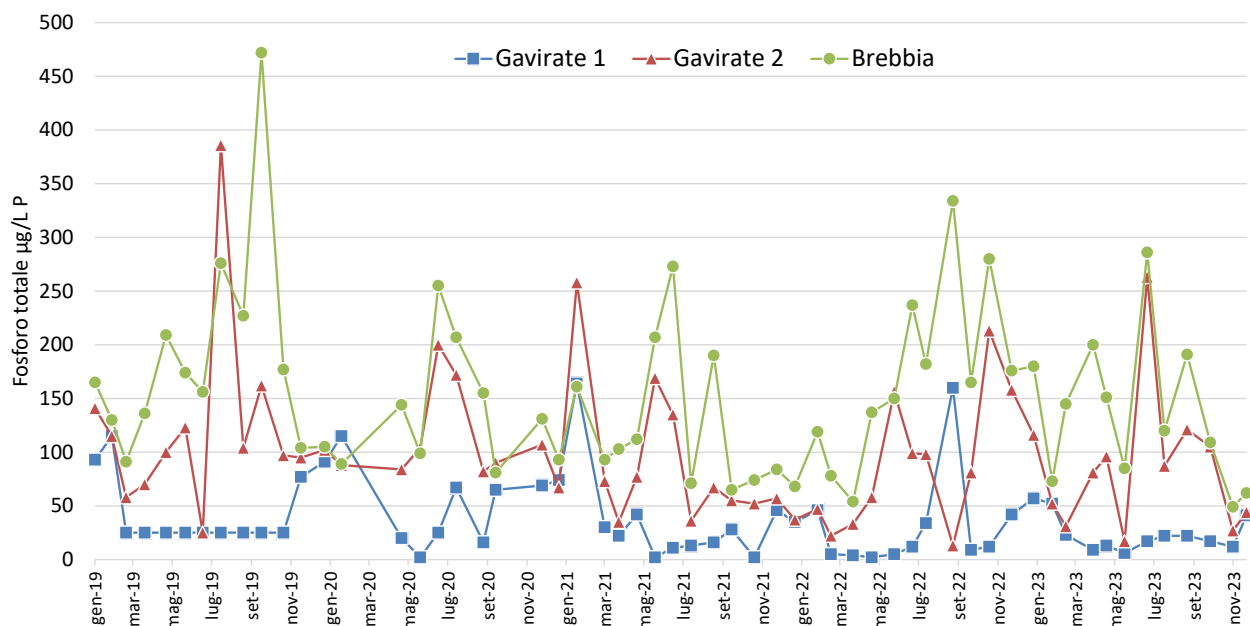


Figura 35. Fiume Bardello: concentrazione di fosforo totale nelle stazioni monitorate.

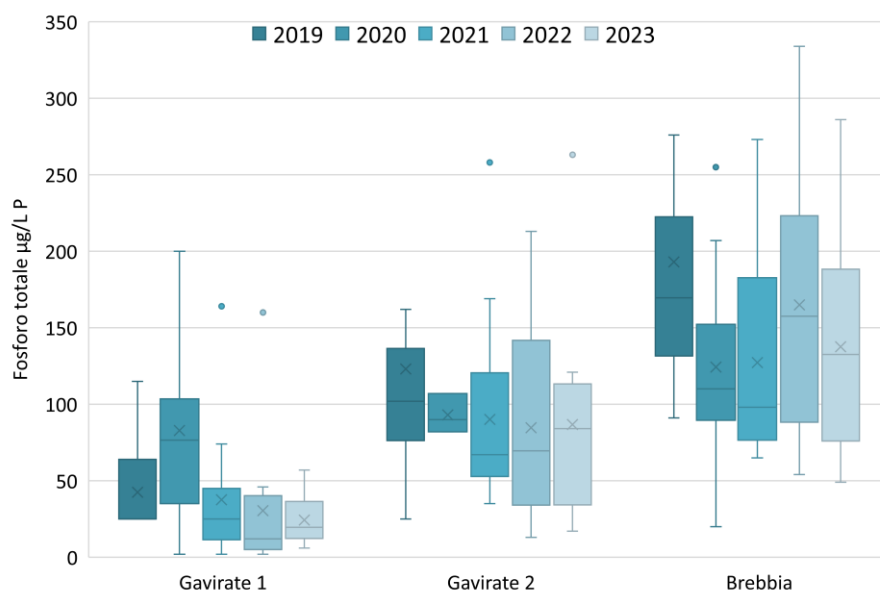


Figura 36. Fiume Bardello: distribuzione dei valori di fosforo totale nelle stazioni monitorate per ciascun anno di monitoraggio.

Nel corso del periodo 2019-2023, tra le sostanze dell'elenco di priorità ricercate, si segnala, in alcuni campioni prelevati in corrispondenza della stazione di Brebbia, la presenza con valori superiori al limite di quantificazione di cadmio, nichel, alcuni idrocarburi policiclici aromatici, triclorometano; in tutti gli anni di monitoraggio il **PFOS** supera il valore di SQA-MA stabilito dal D.Lgs. 172/2015.

Per quanto riguarda le **rimanenti sostanze** chimiche ricercate, non si segnalano concentrazioni significative in relazione agli standard di qualità previsti dalla normativa, ad eccezione del parametro **AMPA** (metabolita dell'erbicida glifosate), la cui concentrazione media annua supera sempre lo SQA-MA nella stazione a valle del depuratore di Gavirate e in quella di chiusura a Brebbia.

Per quanto riguarda i **macroinvertebrati**, sono stati calcolati i valori dell'indice STAR_ICMi e il corrispondente stato di qualità nelle stazioni lungo l'asta fluviale. Nel 2019 il monitoraggio era stato eseguito anche in corrispondenza della stazione 3 a Cocquio Trevisago; dal 2020 si è deciso di non considerare più questo punto e di indagare una stazione aggiuntiva, posta a valle dello scarico dell'impianto del prelievo ipolimnico ma a monte del depuratore.

Nella stazione a valle dello scarico del depuratore di Gavirate lo stato rilevato è costantemente scarso, mentre lo stato osservato in corrispondenza della stazione di Brebbia è migliorato rispetto ai primi rilievi, mantenendosi, a partire dalla fine del 2020, stabilmente sufficiente (buono ad aprile 2021; Figura 37).

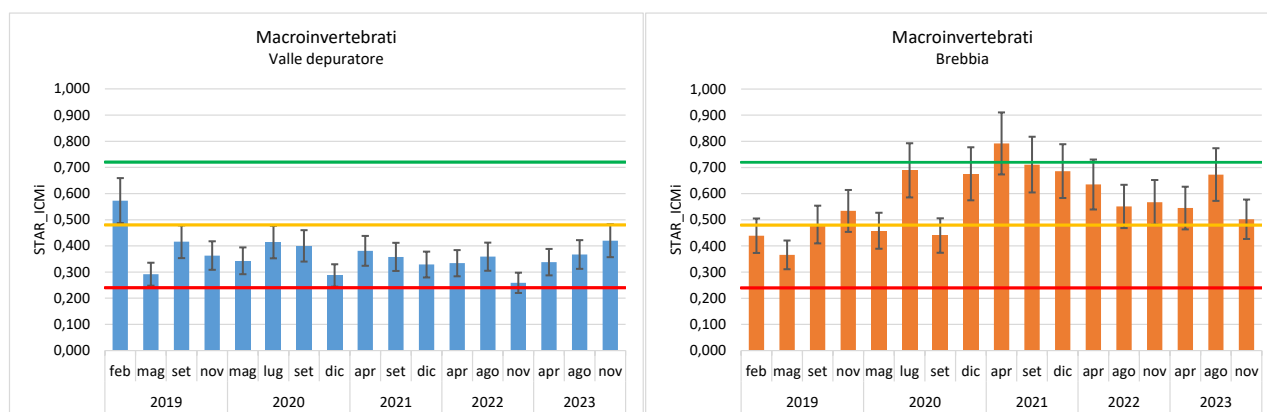


Figura 37. Fiume Bardello: valori di STAR_ICMi nella stazione a valle dello scarico del depuratore di Gavirate e a Brebbia nel 2019-2023.

Rispetto alla stazione posta in uscita dal lago, nella maggior parte dei casi lo stato della comunità macrobentonica nella stazione aggiuntiva posta a valle dello scarico del prelievo ipolimnico subisce un peggioramento che, seppur con qualche ripresa, si mantiene anche nella stazione posta a valle del depuratore di Gavirate (Figura 38).

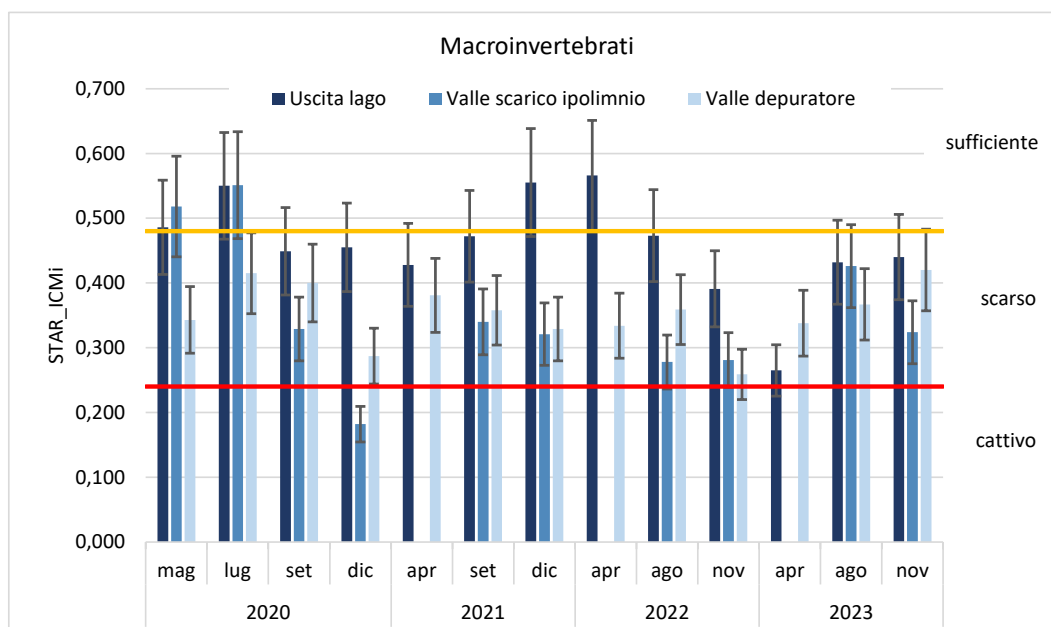


Figura 38. Fiume Bardello: valori di STAR_ICMi nelle stazioni a monte e a valle degli scarichi di prelievo ipolimnico e del depuratore di Gavirate.

Relativamente alle **diatomee bentoniche** nel periodo 2019-2023 sono state eseguite due campagne di monitoraggio annuali (tre nel 2020). I risultati riferiti alla stazione posta a valle dell'impianto di Gavirate rilevano uno stato sufficiente che in due occasioni (novembre 2022 e agosto 2023) scade a scarso; i valori dell'indice ICMi nella stazione in chiusura a Brebbia, seppure sensibilmente maggiori, non superano mai lo stato sufficiente (Figura 39). Si segnala nel mese di agosto 2022 l'assenza di comunità nella stazione posta a valle del depuratore di Gavirate, dove erano visibili depositi di sostanza organica caratteristica di impianti di depurazione (fanghi).

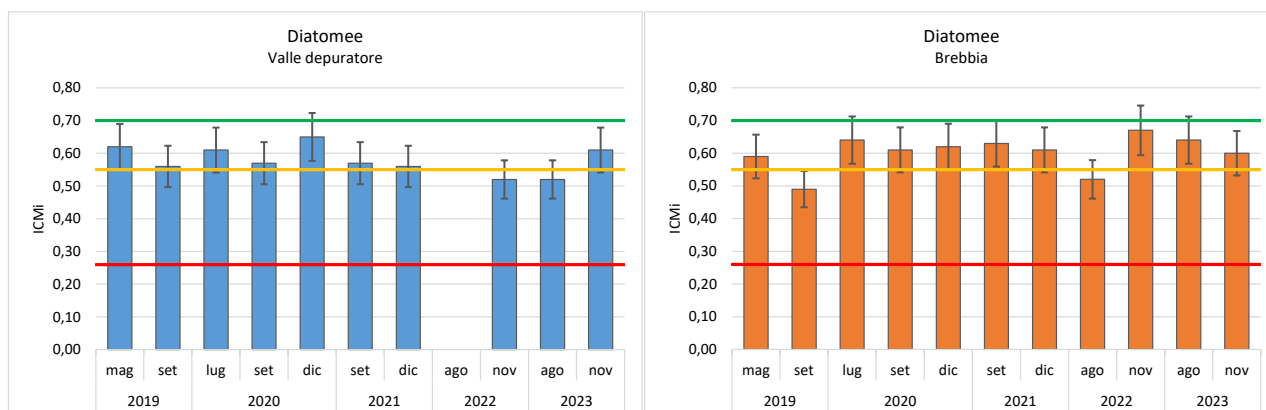


Figura 39. Fiume Bardello: valori di ICMi nella stazione a valle dello scarico del depuratore di Gavirate e a Brebbia nel 2019-2023.

Rispetto alla stazione posta in uscita dal lago, lo stato delle diatomee nella stazione aggiuntiva posta a valle dello scarico del prelievo ipolimnico subisce quasi sempre un peggioramento che si accentua ulteriormente nella stazione a valle del depuratore di Gavirate (Figura 40).

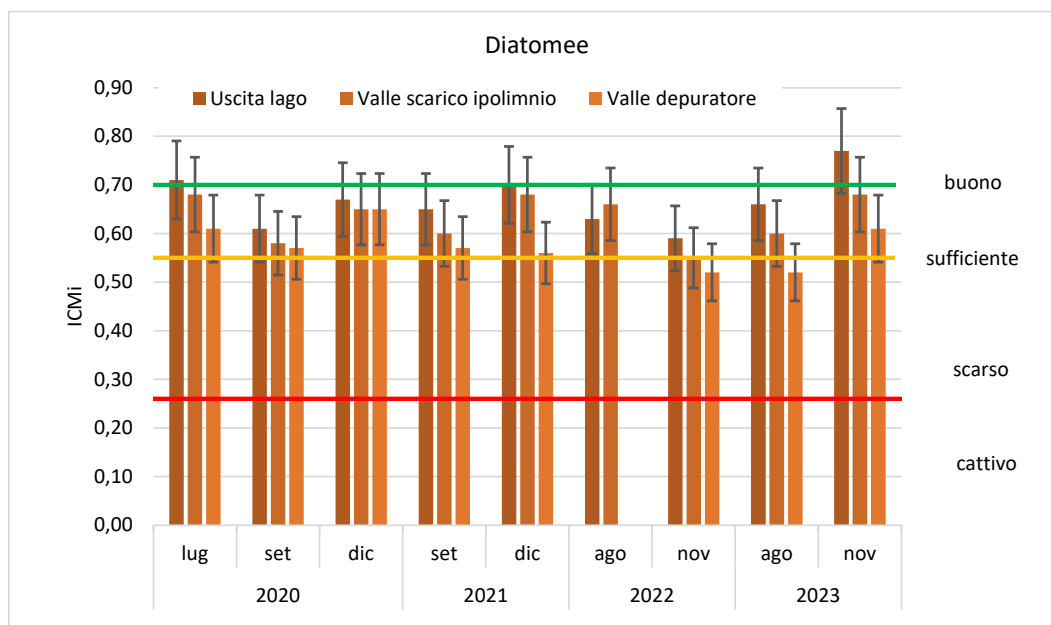


Figura 40. Fiume Bardello: valori di ICMi nelle stazioni a monte e a valle degli scarichi di prelievo ipolimnico e del depuratore di Gavirate.

Nel corso del triennio 2019-2021, sono state effettuate due campagne annuali di monitoraggio delle **macrofite** acquatiche, rispettivamente nei mesi di giugno e settembre del 2019, di luglio e settembre nel 2020, di giugno e settembre nel 2021, nelle stazioni in cui è stato eseguito il monitoraggio delle altre componenti biologiche. Dal 2022 le macrofite non sono più state oggetto di monitoraggio, in quanto i risultati delle campagne eseguite fino al 2021 non hanno evidenziato variazioni significative rispetto alle precedenti. I risultati mostrano, infatti, una condizione di forte alterazione della componente macrofittica lungo tutto il corso d'acqua. La comunità è caratterizzata da una limitata diversità floristica oltre che dalla presenza di taxa tolleranti ad elevati livelli di trofia. I valori dell'indice RQE_IBMR evidenziano come la maggior parte delle stazioni indagate siano caratterizzate da uno stato scarso, mentre per la stazione posta a valle dell'impianto di depurazione di Gavirate il giudizio di stato risulta cattivo.

Il monitoraggio della **fauna ittica** nel fiume Bardello nel triennio 2019-2021 è stato eseguito in due occasioni: nel mese di settembre 2019 è stato effettuato nelle quattro stazioni individuate (Gavirate - uscita lago, Gavirate - valle depuratore, Cocquio Trevisago - Vecchia filanda e Brebbia - Stamperia), mentre nel mese di settembre 2021 è stato eseguito in tre stazioni. Nella stazione di Gavirate - uscita lago, non è stato possibile replicare il campionamento non essendo più presenti le condizioni per cui il sito è stato selezionato. La fauna ittica non è stata monitorata nel 2022, in quanto una frequenza annuale potrebbe arrecare un disturbo eccessivo alle popolazioni presenti nei tratti esaminati rischiando di influenzarne la composizione in specie e la struttura di popolazione, rendendo difficoltosi i confronti con le campagne precedenti. Anche nel 2023 la fauna ittica non è stata oggetto di monitoraggio per ragioni legate agli eventi meteorici, oltre che per difficoltà organizzative.

L'analisi della popolazione ittica del fiume Bardello mostra lungo tutto il suo corso una significativa alterazione. La presenza di popolazioni alloctone ben strutturate e abbondanti a discapito di taxa autoctoni è uno dei fattori di maggiore criticità.

Lago Maggiore

Il grafico di Figura 41 mostra l'andamento delle temperature medie giornaliere misurate a 1 metro di profondità dalla boa limnologica dal 2020 al 2023. I dati del primo semestre del 2022 non sono presenti a causa di un malfunzionamento dei sensori che ha richiesto una manutenzione prolungata.

A metà novembre i sensori installati da ARPA sulla boa sono stati rimossi e sostituiti da sensori di proprietà del CNR-IRSA di Verbania, che continuerà il monitoraggio ad alta frequenza nella stazione. La strumentazione è stata inoltre implementata dal CNR-IRSA aggiungendo una catena di termistori e una stazione meteorologica.

Anche il 2023 è stato un anno caldo, caratterizzato da un rapido incremento delle temperature superficiali a fine aprile-inizio maggio e valori estivi spesso superiori ai corrispondenti del biennio 2020-2021. A fine agosto, a seguito dell'ondata di calore che ha interessato l'area nella seconda parte del mese, sono state raggiunte le temperature più elevate, con valori prossimi ai 30 °C il giorno 22.

A inizio ottobre le acque sono risultate più calde rispetto agli anni precedenti a causa del clima eccezionalmente mite.

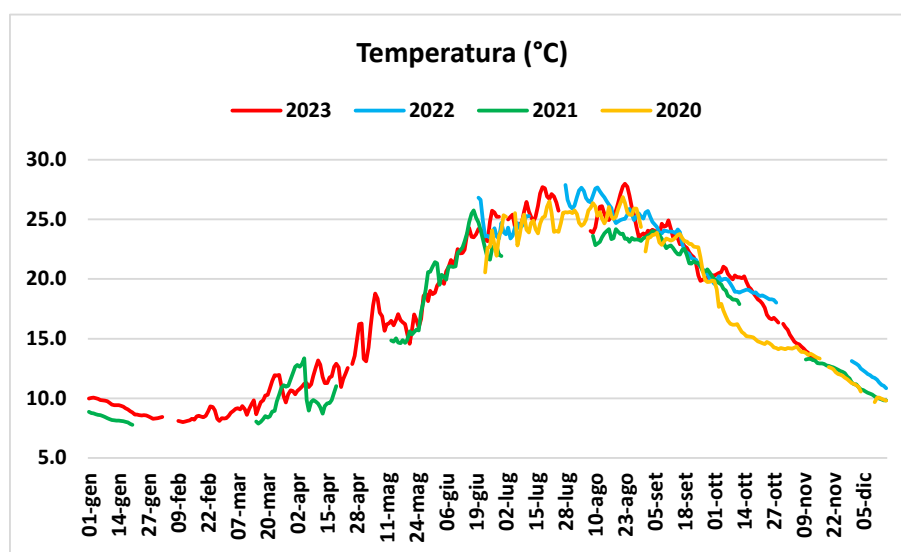


Figura 41. Andamento della temperatura media giornaliera misurata a 1 metro di profondità dalla boa limnologica nel periodo 2020-2023.

I profili di **ossigeno** hanno confermato la buona ossigenazione delle acque profonde durante la fase di stratificazione termica, con valori in prossimità del fondo che a settembre non sono scesi sotto i 7 mg/L O₂ e il 65% circa di saturazione.

In Figura 42 e Figura 43 vengono mostrati l'andamento della saturazione di ossigeno disciolto e del pH (medie giornaliere) misurati dalla boa limnologica a 1 metro di profondità nel periodo 2020-2023

Nel 2023 non si sono osservati picchi di saturazione particolarmente significativi, con valori tardo primaverili decisamente inferiori a quelli raggiunti nel 2021, in occasione di un massiccio sviluppo

delle diatomee. A inizio ottobre si è verificato un incremento dei valori, legato alle condizioni climatiche insolitamente miti, con conseguente incremento della produzione primaria.

L'andamento del pH sembra indicare una minore produzione durante il periodo estivo rispetto agli anni precedenti.

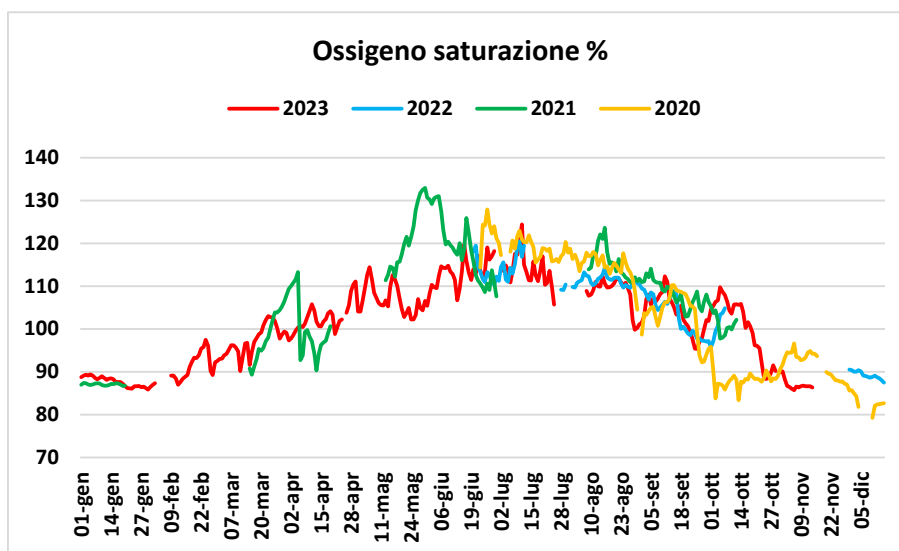


Figura 42. Andamento della media giornaliera della saturazione di ossigeno disciolto misurata a 1 metro di profondità dalla boa limnologica nel periodo 2020-2023.

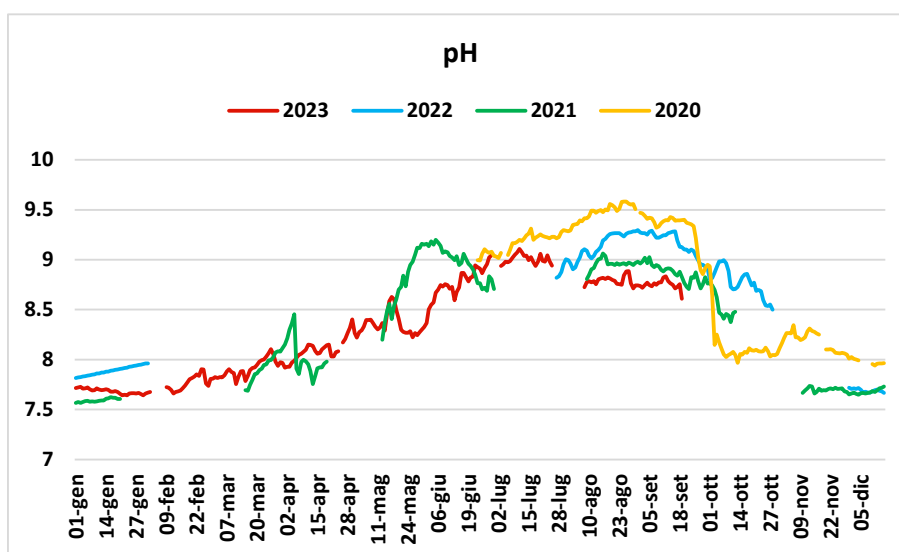


Figura 43. Andamento della media giornaliera del pH misurato a 1 metro di profondità dalla boa limnologica nel periodo 2020-2023.

La buona ossigenazione delle acque come di consueto ha fatto sì che la principale forma inorganica di **azoto** sia stata quella nitrica, anche nelle acque profonde durante la fase di stratificazione termica, mentre l'azoto ammoniacale si è mantenuto sempre al di sotto del LOQ.

Il **fosforo** totale (Figura 44) ha raggiunto concentrazioni inferiori al 2022 nei campioni estivi analizzati.

Il confronto con le concentrazioni misurate nel Bardello in corrispondenza della stazione di Brebbia nel periodo 2019-2023 non ha evidenziato incrementi tali da indicare un'influenza dell'impianto di prelievo ipolimnico sulla stazione di monitoraggio; quest'ultima è stata caratterizzata da valori del fosforo totale inferiori di almeno un ordine di grandezza. Il monitoraggio condotto in questi anni ha

quindi evidenziato che il potere di diluizione delle acque del Lago Maggiore sia in grado di contrastare il carico proveniente dal Bardello.

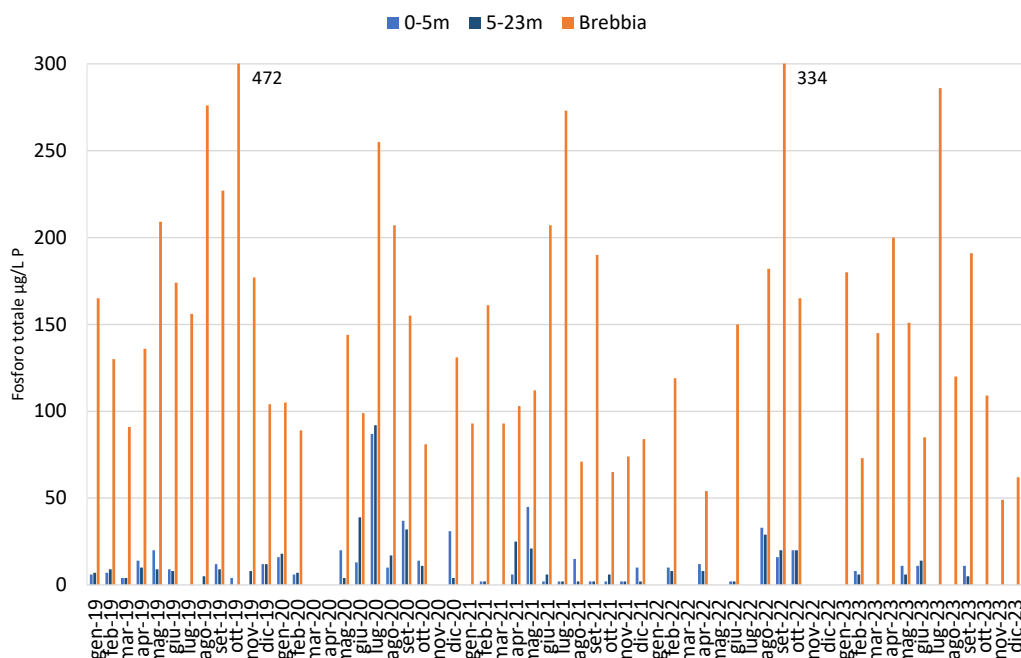


Figura 44. Concentrazioni di fosforo totale del periodo 2019-2023 nella stazione di Ispra negli intervalli 0-5 e 5-23 metri e nella stazione sul Bardello a Brebbia.

L'andamento della clorofilla "a" (Figura 45) nei campioni analizzati dal 2019 al 2023 mostra come non siano mai stati raggiunti valori elevati di produzione algale. Nel 2023 la concentrazione più alta è stata misurata a giugno, mantenendosi comunque al di sotto dei 5 µg/L.

Visti i risultati degli scorsi anni e l'assenza di un effetto dell'impianto di prelievo ipolimnico sulla comunità fitoplanctonica osservata nel lago Maggiore, nel 2023 i campioni di fitoplancton raccolti nello strato superficiale 0-2 metri sono stati sottoposti ad analisi qualitativa e non più quantitativa come avvenuto in passato; tale analisi ha comunque permesso di seguire le variazioni stagionali del fitoplancton.

Nel campione invernale e in quello primaverile le diatomee sono state la classe che ha contribuito maggiormente in termini di biovolume con le specie *Fragilaria crotonensis* e *Asterionella formosa*, mentre durante il periodo estivo la loro presenza è diminuita.

Fragilaria crotonensis è stata la specie più diffusa, mentre *Asterionella formosa* ha subito un calo nel campione di maggio.

In accordo all'andamento della clorofilla, si è riscontrata una maggiore densità nei campioni estivi, in particolare in quello di giugno quando le crisofite sono aumentate considerevolmente, in particolare con colonie di *Dinobryon divergens* e con cellule di piccole dimensioni dei generi *Ochromonas* e *Chromulina*. Durante l'estate è aumentato il numero di specie presenti e si è osservata anche una maggiore presenza di clorofite, soprattutto a giugno con colonie di *Eudorina* e *Sphaerocystis*.

Come già riscontrato negli anni precedenti, i cianobatteri sono stati presenti con colonie filamentose appartenenti all'ordine delle Oscillatoriales nel campione invernale e in quello primaverile, mentre durante l'estate sono prevalse le Chroococcales.

A febbraio si è osservato soprattutto *Planktothrix*, quasi sostituito a maggio da *Tychonema bourrellyi*. Nel campione di settembre si è rilevato un abbondante numero di colonie di *Aphanocapsa* di piccole dimensioni e lo sviluppo di colonie di *Microcystis aeruginosa*.

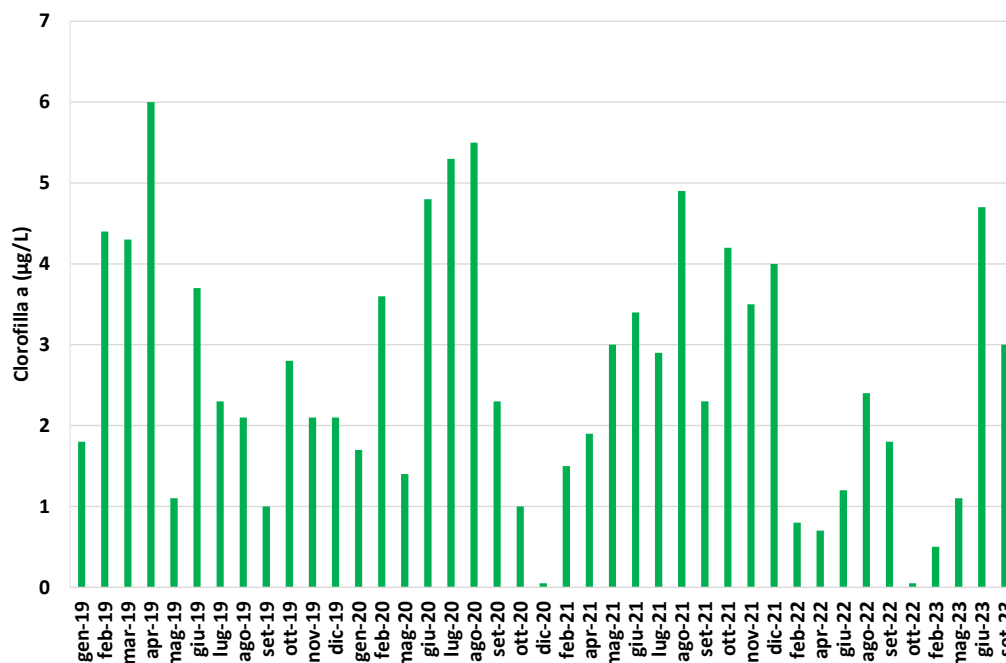


Figura 45. Andamento della clorofilla nello strato superficiale (0-2 metri) nella stazione di Ispra nel periodo 2019-2023.

La Figura 46 riporta l'andamento nel periodo 2019-2022 del biovolume di diatomee e cianobatteri, le due principali classi algali per valore medio annuo che compongono la comunità fitoplanctonica presente in superficie.

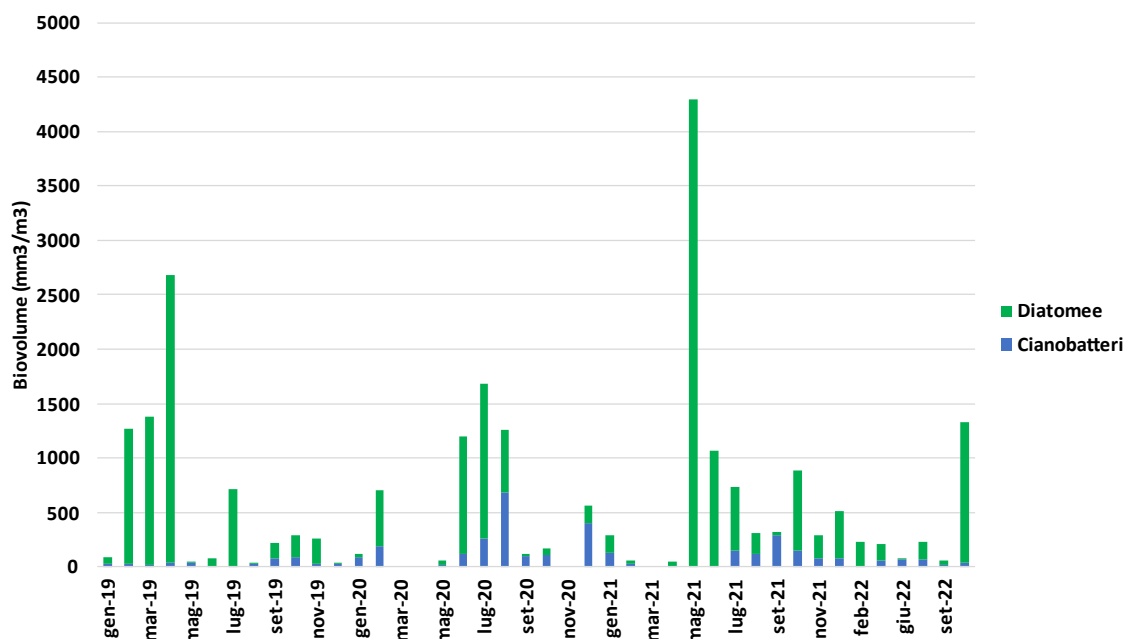


Figura 46. Andamento del biovolume delle due principali classi algali che compongono la comunità fitoplanctonica nella stazione di Ispra nel periodo 2019-2022.

Alla luce dei risultati ottenuti negli anni precedenti, nel 2023, tra le **sostanze inquinanti**, si è scelto di ricercare solo i composti perfluorati (PFAS), raccogliendo un campione integrato rappresentativo dell'intervallo di profondità 0-23 metri.

Nelle quattro campagne condotte si sono registrati superamenti del LOQ solo per l'acido perfluorottansolfonico (**PFOS**), con un massimo di 0,002 µg/L a giugno e una media annua di 0,0015 µg/L, superiore allo SQA-MA (0,00065 µg/L). Le singole concentrazioni sono state invece decisamente inferiori allo SQA-CMA (concentrazione massima ammissibile, 36 µg/L) stabilita dal DLgs.172/2015.

I risultati delle attività di monitoraggio condotte dal 2019 nell'area hanno indicato che il funzionamento dell'impianto di prelievo ipolimnico, pur incrementando il carico di nutrienti in arrivo a lago attraverso il Bardello, non determina un deterioramento della qualità delle acque e non sembra avere un impatto significativo sulla comunità fitoplanctonica.

Al termine del quinquennio di monitoraggio condotto non si ritiene pertanto necessaria un'ulteriore prosecuzione delle attività.

Il monitoraggio ad alta frequenza tramite la boa limnologica proseguirà ad opera del CNR-IRSA di Verbania, in modo da evidenziare eventuali variazioni e consentire, in caso di necessità, una riprogrammazione delle attività di campionamento e analisi da parte di ARPA.

Analisi microbiologiche e metagenomiche

Nell'ottica del continuum ecologico tra il lago di Varese, il fiume Bardello e il Lago Maggiore, i dati e i risultati relativi a queste analisi sono presentati e discussi per omogeneità nell'attività B.1.2

ATTIVITÀ B.1.4	
Monitoraggio di parametri microbiologici e delle fioriture algali ai fini della balneazione	
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023 L'attività ha riguardato il prelievo e l'analisi in cinque punti ritenuti significativi per l'attività di balneazione lungo le coste dell'intero bacino del Lago di Varese. L'attività ha avuto l'obiettivo di monitorare, con un livello di dettaglio maggiore rispetto a quello richiesto dalla normativa (Rapporti ISTISAN 14/20), la presenza di alghe potenzialmente tossiche (cianobatteri), e delle tossine prodotte dall'inquinamento algale, ad oggi causa della non balneabilità del lago, oltre che il monitoraggio dei microrganismi indicatori di inquinamento fognario al fine di definire la fruibilità a scopo balneare del bacino, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 116/2008 e dal Decreto del Ministero della Salute 30/03/2010. Nel 2022 e 2023 il monitoraggio è stato intensificato ulteriormente sui punti oggetto di balneazione.	
Localizzazione Intero bacino lago di Varese	
Soggetto Attuatore ATS Insubria	
Risorse stanziate 2019-2023 38.500 €	
Cronoprogramma attività <p>Attività B.1.4</p>	

Resoconto attività a cura di ATS Insubria

Sintesi delle attività svolte

Sono stati condotti prelievi mensili sui 5 punti previsti indicati nella tabella e nell'immagine seguenti.

Nei mesi di luglio, agosto e settembre nel lido di Bodio a Bodio Lomnago e nel Lido Schiranna a Varese, visti i risultati positivi della stagione precedente, è stata riaperta la balneazione. Per tale motivo sono stati effettuati campionamenti aggiuntivi per un maggiore monitoraggio nei due lidi.

Corpo idrico	Nome	Comune
Lago di Varese	LIDO SCHIRANNA	Varese
Lago di Varese	PONTILE ISOLINO VIRGINIA	Biandronno
Lago di Varese	LIDO DI GAVIRATE	Gavirate
Lago di Varese	DARSENA	Cazzago Brabbia
Lago di Varese	LIDO DI BODIO	Bodio Lomnago



Sintesi delle attività in corso

L'attività di monitoraggio continua con il prelievo mensile nei cinque punti identificati come da cronoprogramma per l'individuazione dei contaminanti microbiologici (Escherichia Coli e Enterococchi Intestinali) e della presenza di cianobatteri potenzialmente tossici.

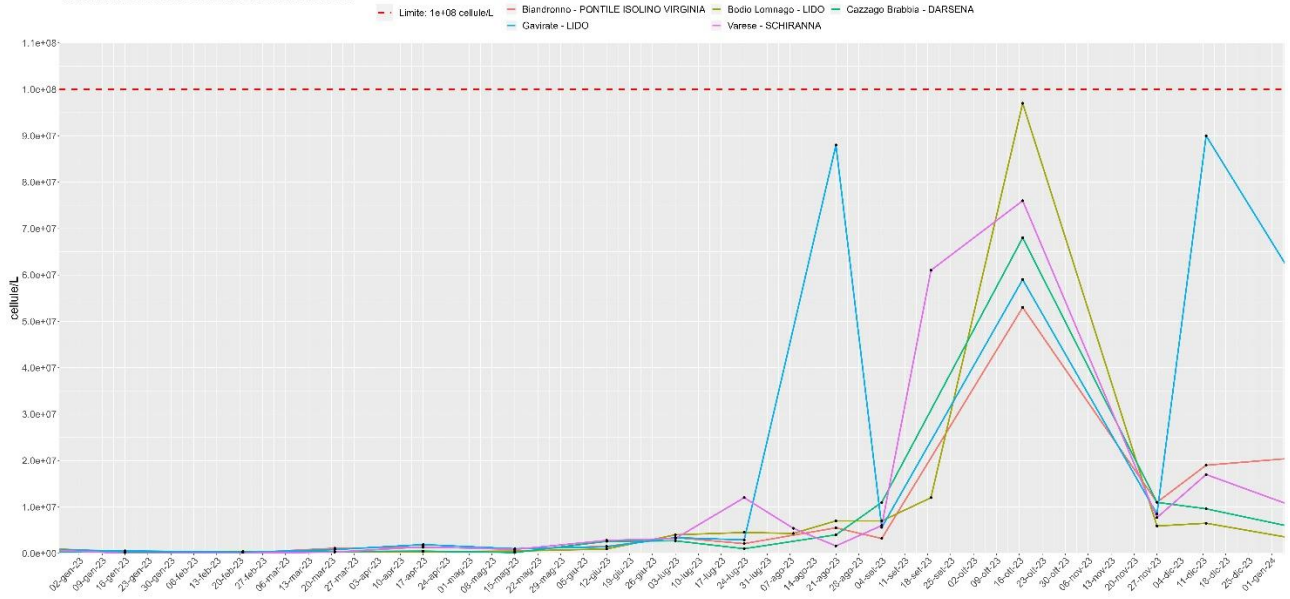
Sintesi dei risultati ottenuti

Si riportano nel seguito per ogni punto campionato i risultati delle analisi mensili.

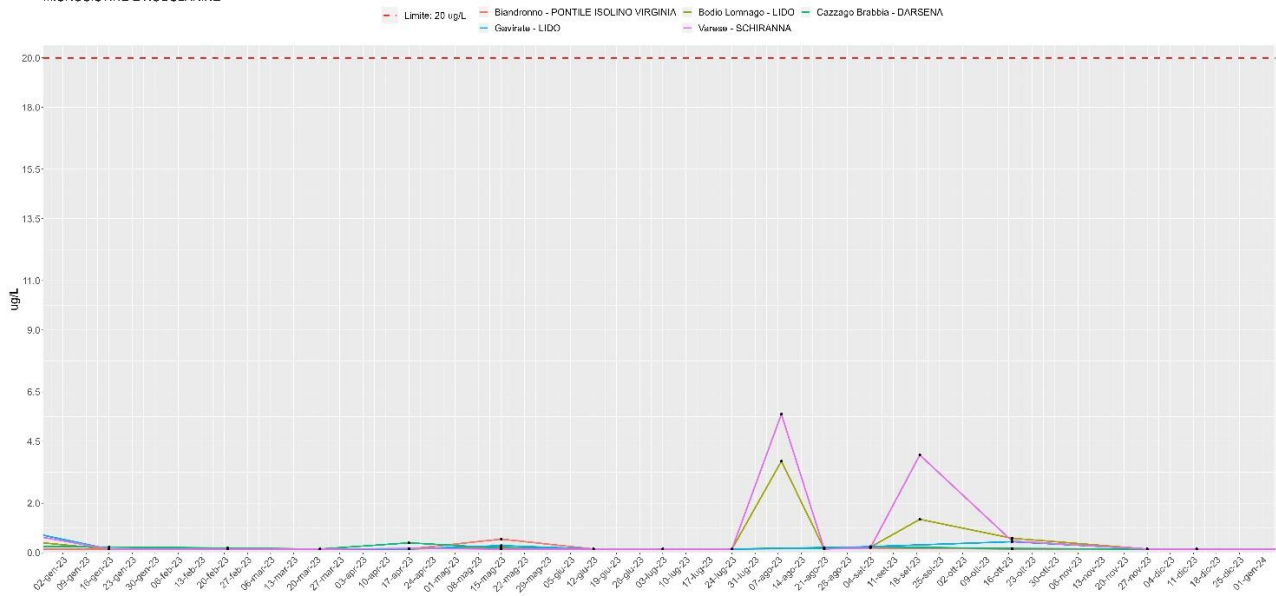
Nei due semestri di monitoraggio 2023 si sono registrati dei superamenti per il solo valore di Enterococchi Intestinali, nello specifico per il lido Schiranna e lido di Bodio in data 19/09/23, parametro rientrato nei limiti come confermato dal campionamento suppletivo di verifica del 22/09/2023.

Non si sono registrati superamenti invece rispetto al parametro Escherichia Coli e per il monitoraggio algale, con nessun superamento anche delle tossine monitorate.

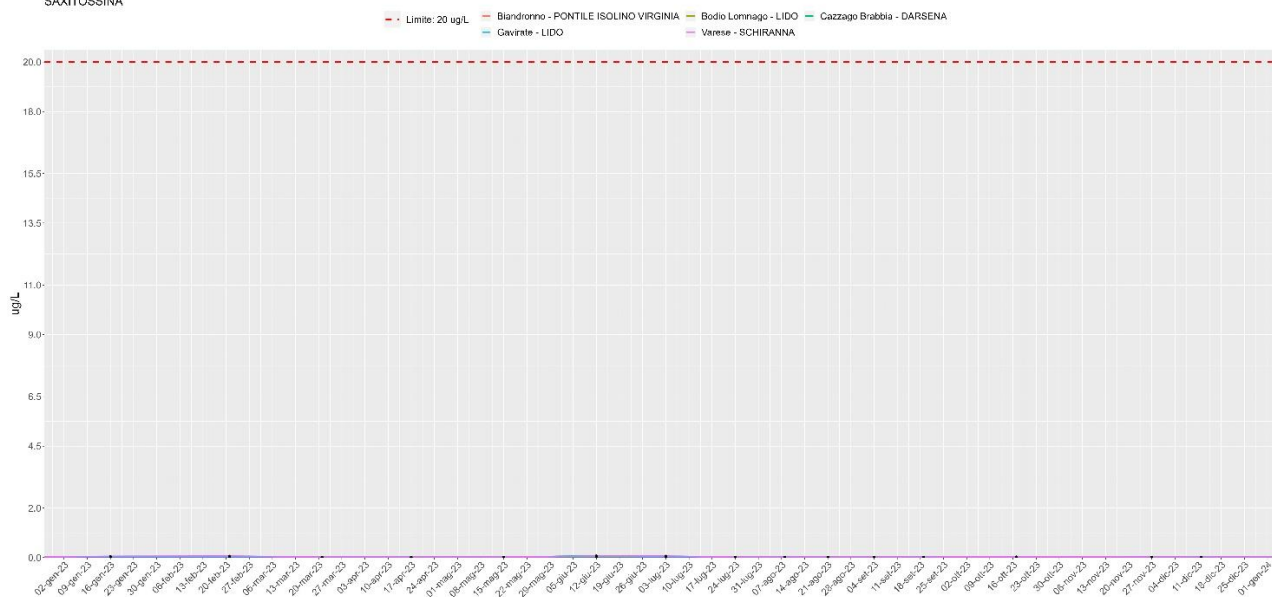
LAGO DI VARESE
CONTA CIANOBATTERI POTENZIALMENTE TOSSICI



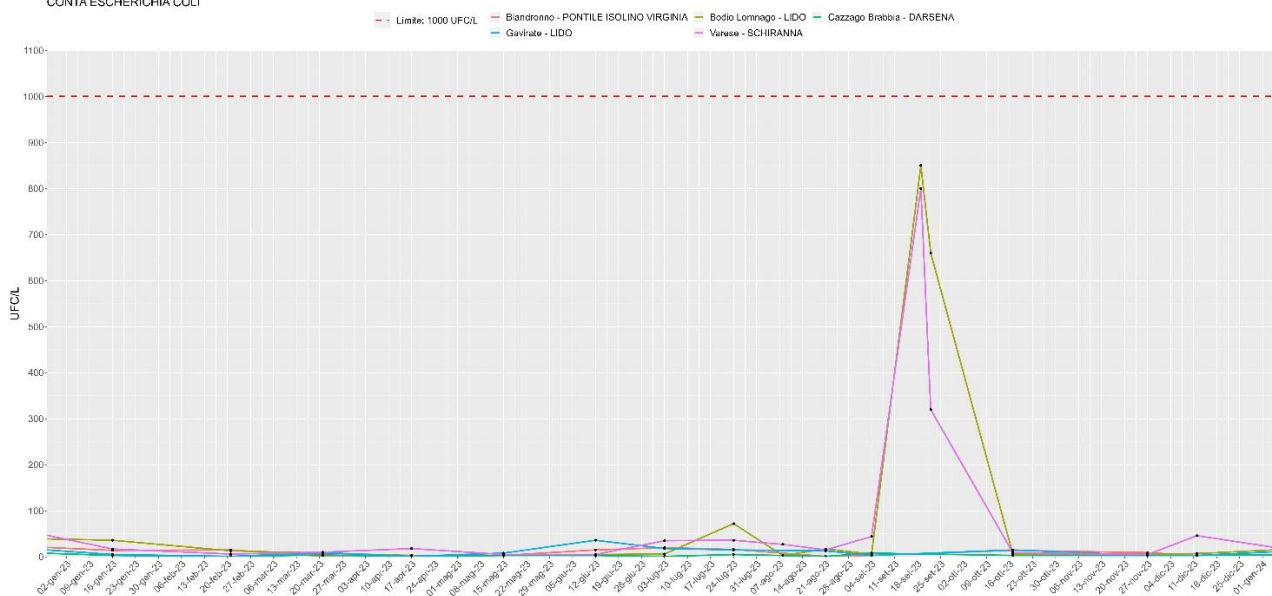
LAGO DI VARESE
MICROCISTINE E NODULARINE



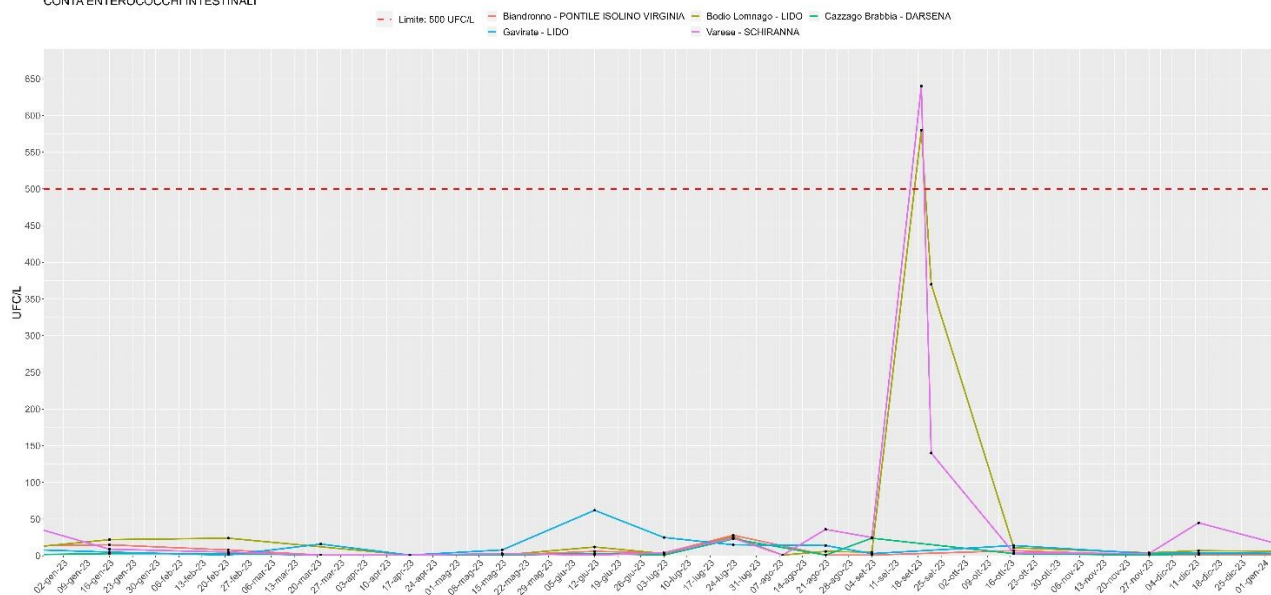
LAGO DI VARESE SAXITOSSINA



LAGO DI VARESE CONTA ESCHERICHIA COLI



LAGO DI VARESE
CONTA ENTEROCOCCI INTESINALI



VARESE - Lido Schiranna – MONITORAGGIO ALGALE

Data	conta cianobatteri potenzialment e tossici cellule/L limite 10 ⁸	specie cellule/L	microcistina µg/L limite <20 µg/L (<1 µg/L potabilità)	saxitossina µg/L limite <20 µg/L (<1 µg/L potabilità)
16/01/2023	4,2X10 ⁴	APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 3,4 X 10 ⁴ PSEUDOANABAENA CATENATA 5,3 X 10 ³ PLANKTOLYNGBYA LIMNETICA 3,3 X 10 ³	<0,15	0,05
21/02/2023	6X10 ⁴	APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 5 X 10 ⁴ OSCILLATORIA LIMOSA 3,7 X 10 ³ PLANKTOLYNGBYA LIMNETICA 3,7 X 10 ³ PLANKTOTHRIX AGARDHII/RUBESCENS 4 X 10 ³	<0,15	0,06
21/03/2023	2,8X10 ⁵	APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 6,9 X 10 ⁴ MICROCYSTIS AERUGINOSA 8,1 X 10 ⁴ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 1,3 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
17/04/2023	1,4X10 ⁶	MICROCYSTIS AERUGINOSA 4,4 X 10 ⁵ LYNGBYA SP, 5,8 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 1,8 X 10 ⁵ PSEUDOANABAENA CATENATA 3,5 X 10 ⁴ TYCHONEMA BOURRELLYI 2,2 X 10 ⁵	0,17	<0,02
15/05/2023	8,5X10 ⁵	TYCHONEMA BOURRELLYI 6,9 X 10 ⁴ LYNGBYA SP, 2,9 X 10 ⁵ MICROCYSTIS WESENBURGII 1,9 X 10 ⁵ MICROCYSTIS AERUGINOSA 2,7 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 3,1 X 10 ⁴	<0,15	<0,02
12/06/2023	2,8*10 ⁶	MICROCYSTIS WESENBURGII 5,9 X 10 ⁵ LYNGBYA SP, 1,1 X 10 ⁶ APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 9,4 X 10 ⁴ DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM 1,1 X 10 ⁵ MICROCYSTIS AERUGINOSA 9 X 10 ⁵	<0,15	0,06

03/07/2023	3,2*10 ⁶	LYNGBYA SP, 1,8 X 10 ⁶ MICROCYSTIS WESENBERGII 3,9 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM 7,6 X 10 ⁴ PLANKTOTHRIX AGARDHII/RUBESCENS 9,1 X 10 ⁴ MICROCYSTIS AERUGINOSA 2,7 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 5,7 X 10 ⁵	<0,15	0,06
24/07/2023	1,2X10 ⁷	LYNGBYA SP, 1,1 X 10 ⁷ MICROCYSTIS WESENBERGII 5,7 X 10 ⁵ WORONICHINIA NAEGELIANA 3 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
08/08/2023	5,4*10 ⁶	LYNGBYA SP, 3,1 X 10 ⁶ MICROCYSTIS WESENBERGII 9,8 X 10 ⁵ MICROCYSTIS AERUGINOSA 1,2 X 10 ⁶ DOLICHOSPERMUM SP, 3,2 X 10 ² SNOWELLA LACUSTRIS 1,3 X 10 ⁵	5,6	<0,02
21/08/2023	1,6X10 ⁶	LYNGBYA SP, 7,7 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM 1,2 X 10 ⁴ CUSPIDOTHRIX SP, 7,4 X 10 ³ MICROCYSTIS WESENBERGII 8 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
04/09/2023	6*10 ⁶	LYNGBYA SP, 3,3 X 10 ⁶ MICROCYSTIS AERUGINOSA 2 X 10 ⁶ WORONICHINIA NAEGELIANA 8,7 X 10 ⁴ APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 9,8 X 10 ³ MICROCYSTIS WESENBERGII 5,8 X 10 ⁵ CUSPIDOTHRIX SP, 4,3 X 10 ⁴ PSEUDOANABAENA CATENATA 7,5 X 10 ³ DOLICHOSPERMUM SP, 8,9 X 10 ³	0,2	<0,02
19/09/2023	6,1X10 ⁷	LYNGBYA SP, 4,1 X 10 ⁷ MICROCYSTIS AERUGINOSA 8,7 X 10 ⁶ MICROCYSTIS WESENBERGII 6,5 X 10 ⁵ MICROCYSTIS FLOS-AQUAE 9,6 X 10 ⁶ SNOWELLA LACUSTRIS 5,7 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM SP, 1,2 X 10 ³ COELOSPHAERIUM KUETZINGIANUM 1,8 X 10 ⁵	3,95	<0,02
17/10/2023	7,6X10 ⁷	LYNGBYA SP, 2,4 X 10 ⁶ WORONICHINIA NAEGELIANA 4,2 X 10 ⁶ MICROCYSTIS AERUGINOSA 3,9 X 10 ⁷ DOLICHOSPERMUM SP, 1 X 10 ⁵ SNOWELLA LACUSTRIS 1,8 X 10 ⁷ PSEUDOANABAENA CATENATA 1,3 X 10 ⁴ APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 1,7 X 10 ⁴ COELOSPHAERIUM KUETZINGIANUM 2,7 X 10 ⁶ MICROCYSTIS WESENBERGII 2,7 X 10 ⁶ MICROCYSTIS FLOS-AQUAE 6,6 X 10 ⁶	0,47	0,03
27/11/2023	7,7X10 ⁶	WORONICHINIA NAEGELIANA 4,8 X 10 ⁶ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 7,4 X 10 ⁵ TYCHONEMA BOURRELLYI 1,1 X 10 ⁵ MICROCYSTIS AERUGINOSA 1,3 X 10 ⁶ DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM 2 X 10 ⁴ LYNGBYA SP, 7,4 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
12/12/2023	1,7X10 ⁷	MICROCYSTIS AERUGINOSA 4,3 X 10 ⁶ WORONICHINIA NAEGELIANA 9,4 X 10 ⁶ APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 3,8 X 10 ⁵ LYNGBYA SP, 1,4 X 10 ⁶ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 1,8 X 10 ⁶	<0,15	<0,02

VARESE - Lido Schiranna – MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO

	Escherichia Coli	Enterobatteri
	limite 1000 UFC/L	limite 500 UFC/L
16/01/2023	17	9
21/02/2023	6	5
21/03/2023	10	<1
17/04/2023	18	<1
15/05/2023	5	<3
12/06/2023	5	<1
03/07/2023	35	4
24/07/2023	36	24
08/08/2023	27	<1
21/08/2023	15	36
04/09/2023	44	25
19/09/2023	800	640
22/09/2023	320	140
17/10/2023	9	4
27/11/2023	5	3
12/12/2023	46	45

BIANDRONNO - Pontile Isolino Virginia – MONITORAGGIO ALGALE

Data	conta cianobatteri potenzialmente tossici cellule/L limite 10 ⁸	specie cellule/L	microcistina µg/L limite <20 µg/L (<1 µg/L potabilità)	saxitossina µg/L limite <20 µg/L (<1 µg/L potabilità)
16/01/2023	1,6X10 ⁵	APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 7,1 X 10 ⁴ PSEUDOANABAENA CATENATA 3,0 X 10 ³ WORONICHINIA NAEGELIANA 8,7 X 10 ⁴	<0,15	<0,02
21/02/2023	9,7X10 ⁴	APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 2,4 X 10 ⁴ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 1,3 X 10 ⁴ PLANKTOLYNGBYA LIMNETICA 2,6 X 10 ³ SNOWELLA LACUSTRIS 5,7 X 10 ⁴	<0,15	<0,02
21/03/2023	1,1X10 ⁶	APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 2,9 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 8 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
17/04/2023	1,3X10 ⁶	PSEUDOANABAENA CATENATA 6,2 X 10 ⁴ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 3,3 X 10 ⁵ LYNGBYA SP, 3,4 X 10 ⁵ PLANKTOTHRIX AGARDHII/RUBESCENS 2,5 X 10 ⁵ MICROCYSTIS AERUGINOSA 3 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
15/05/2023	1X10 ⁶	TYCHONEMA BOURRELLYI 6,5 X 10 ⁴ LYNGBYA SP, 4,2 X 10 ⁵ MICROCYSTIS AERUGINOSA 5,1 X 10 ⁵	0,55	<0,02
12/06/2023	1,5*10 ⁶	DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM 1,1 X 10 ⁵ LYNGBYA SP, 9,3 X 10 ⁵ MICROCYSTIS AERUGINOSA 5,1 X 10 ⁵	<0,15	0,03

03/07/2023	3,4*10 ⁶	LYNGBYA SP, 1,9 X 10 ⁶ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 5,8 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM 4,5 X 10 ⁴ TYCHONEMA BOURRELLYI 1,4 X 10 ⁵ MICROCYSTIS AERUGINOSA 6,8 X 10 ⁵ PLANKTOLYNGBYA LIMNETICA 8,5 X 10 ⁴	<0,15	0,03
24/07/2023	2,1X10 ⁶	LYNGBYA SP, 1,9 X 10 ⁶ PSEUDOANABAENA CATENATA 1,5 X 10 ⁴ MICROCYSTIS WESENBERGII 2,1 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
21/08/2023	5,5X10 ⁶	LYNGBYA SP, 5,2 X 10 ⁶ MICROCYSTIS WESENBERGII 2,7 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM SP, 1,4 X 10 ³	0,17	<0,02
04/09/2023	3,2X10 ⁶	LYNGBYA SP, 2,8 X 10 ⁶ MICROCYSTIS WESENBERGII 3,3 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM SP, 5,5 X 10 ³	0,19	<0,02
17/10/2023	5,3X10 ⁷	COELOSPHAERIUM KUETZINGIANUM 2,3 X 10 ⁶ WORONICHINIA NAEGELIANA 1,9 X 10 ⁷ DOLICHOSPERMUM SP, 8,5 X 10 ⁴ LYNGBYA SP, 8 X 10 ⁵ MICROCYSTIS AERUGINOSA 2 X 10 ⁷ APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 3,3 X 10 ⁴ MICROCYSTIS WESENBERGII 1,8 X 10 ⁶ PSEUDOANABAENA CATENATA 7,1 X 10 ³ SNOWELLA LACUSTRIS 8,4 X 10 ⁶	<0,15	<0,02
27/11/2023	1,1X10 ⁷	WORONICHINIA NAEGELIANA 7,1 X 10 ⁶ MICROCYSTIS AERUGINOSA 2,6 X 10 ⁶ LYNGBYA SP, 1,4 X 10 ⁶ TYCHONEMA BOURRELLYI 2,9 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
12/12/2023	1,9X10 ⁷	LYNGBYA SP, 3,2 X 10 ⁶ WORONICHINIA NAEGELIANA 8,1 X 10 ⁶ MICROCYSTIS AERUGINOSA 6,6 X 10 ⁶ PLANKTOTHRIX AGARDHII/RUBESCENS 9 X 10 ⁴ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 9,1 X 10 ⁵ APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 3 X 10 ⁵	<0,15	<0,02

BIANDRONNO - Pontile Isolino Virginia – MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO

	Escherichia Coli	Enterobatteri
	limite 1000 UFC/L	limite 500 UFC/L
16/01/2023	14	15
21/02/2023	15	8
21/03/2023	<1	<1
17/04/2023	<1	<1
15/05/2023	<3	<1
12/06/2023	15	6
03/07/2023	20	4
24/07/2023	16	28
21/08/2023	<1	<1
04/09/2023	<3	<1
17/10/2023	14	7
27/11/2023	9	<1
12/12/2023	<3	<1

GAVIRATE - Lido di Gavirate – MONITORAGGIO ALGALE

Data	conta cianobatteri potenzialmente tossici cellule/L <i>limite 10⁸</i>	specie cellule/L	microcistina µg/L <i>limite <20 µg/L (<1 µg/L potabilità)</i>	saxitossina µg/L <i>limite <20 µg/L (<1 µg/L potabilità)</i>
16/01/2023	5,5X10 ⁵	APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 9,7 X 10 ⁴ WORONICHINIA NAEGELIANA 4,3 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 2,6 X 10 ⁴	<0,15	0,02
21/02/2023	2,1X10 ⁵	APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 6,1 X 10 ⁴ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 2,7 X 10 ⁴ PLANKTOTHRIX AGARDHII/RUBESCENS 6,9 X 10 ³ MICROCYSTIS AERUGINOSA 1,1 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
21/03/2023	8,1X10 ⁵	APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 2,6 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 5,1 X 10 ⁵ PSEUDOANABAENA CATENATA 4,1 X 10 ⁴	<0,15	<0,02
17/04/2023	1,9X10 ⁶	DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 2,2 X 10 ⁵ LYNGBYA SP, 9,6 X 10 ⁵ MICROCYSTIS AERUGINOSA 6,3 X 10 ⁵ PSEUDOANABAENA CATENATA 7,2 X 10 ⁴	<0,15	<0,02
15/05/2023	1X10 ⁶	APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 3,6 X 10 ⁴ OSCILLATORIA LIMOSA 6,5 X 10 ⁴ SNOWELLA LACUSTRIS 1,7 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 1,6 X 10 ⁴ MICROCYSTIS AERUGINOSA 7,2 X 10 ⁵	0,29	<0,02
12/06/2023	1,4*10 ⁶	DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM 1,4 X 10 ⁵ LYNGBYA SP, 8 X 10 ⁵ PSEUDOANABAENA CATENATA 5,5 X 10 ⁴ MICROCYSTIS AERUGINOSA 3,5 X 10 ⁵	<0,15	0,07
03/07/2023	3,4*10 ⁶	LYNGBYA SP, 1,3 X 10 ⁶ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 1,5 X 10 ⁶ DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM 2,7 X 10 ⁴ TYCHONEMA BOURRELLYI 8,5 X 10 ⁴ MICROCYSTIS AERUGINOSA 4,9 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
24/07/2023	2,9X10 ⁶	LYNGBYA SP, 2,5 X 10 ⁶ MICROCYSTIS WESENBERGII 3,5 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
21/08/2023	8,8X10 ⁷	LYNGBYA SP, 7,5 X 10 ⁷ MICROCYSTIS WESENBERGII 2,6 X 10 ⁶ DOLICHOSPERMUM SP, 3,4 X 10 ³ MICROCYSTIS AERUGINOSA 2,7 X 10 ⁶ SNOWELLA LACUSTRIS 8,0 X 10 ⁶	0,18	<0,02
04/09/2023	5,6X10 ⁶	LYNGBYA SP, 4,9 X 10 ⁶ MICROCYSTIS AERUGINOSA 4,2 X 10 ⁵ PSEUDOANABAENA CATENATA 4,1 X 10 ³ CUSPIDOTHRIX SP, 1,1X 10 ⁴ COELOSPHAERIUM KUETZINGIANUM 1,4 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM 4,2 X 10 ³ MICROCYSTIS WESENBERGII 1,6 X 10 ⁵	0,25	<0,02
17/10/2023	5,9X10 ⁷	LYNGBYA SP, 9 X 10 ⁵ MICROCYSTIS AERUGINOSA 3,3 X 10 ⁷ PSEUDOANABAENA CATENATA 4,8 X 10 ³ MICROCYSTIS FLOS-AQUAE 1,3 X 10 ⁷ SNOWELLA LACUSTRIS 8,9 X 10 ⁶ WORONICHINIA NAEGELIANA 1,4 X 10 ⁶ MICROCYSTIS WESENBERGII 1,4 X 10 ⁵ COELOSPHAERIUM KUETZINGIANUM 1,5 X 10 ⁶ DOLICHOSPERMUM SP, 8,1 X 10 ⁴ APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 3,4 X 10 ⁴	0,445	<0,02

27/11/2023	8,5X10 ⁶	WORONICHINIA NAEGELIANA 5 X 10 ⁶ MICROCYSTIS AERUGINOSA 2,2 X 10 ⁶ LYNGBYA SP, 4,8 X 10 ⁵ TYCHONEMA BOURRELLYI 3,4 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 4,8 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
12/12/2023	9X10 ⁷	WORONICHINIA NAEGELIANA 8,1 X 10 ⁷ DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM 5,1 X 10 ⁴ LYNGBYA SP, 3,1 X 10 ⁶ APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 4,5 X 10 ⁵ MICROCYSTIS AERUGINOSA 2,9 X 10 ⁶ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 2,6 X 10 ⁶	<0,15	<0,02

GAVIRATE - Lido di Gavirate – MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO

	Escherichia Coli	Enterobatteri
	limite 1000 UFC/L	limite 500 UFC/L
16/01/2023	5	5
21/02/2023	<1	<1
21/03/2023	9	16
17/04/2023	<1	<1
15/05/2023	8	8
12/06/2023	36	62
03/07/2023	18	25
24/07/2023	15	15
21/08/2023	13	14
04/09/2023	3	<3
17/10/2023	15	14
27/11/2023	3	3
12/12/2023	3	4

CAZZAGO BRABBIA - Darsena – MONITORAGGIO ALGALE

Data	conta cianobatteri potenzialmente tossici cellule/L limite 10 ⁸	specie cellule/L	microcistina µg/L limite <20 µg/L (<1 µg/L potabilità)	saxitossina µg/L limite <20 µg/L (<1 µg/L potabilità)
16/01/2023	2,6X10 ⁵	APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 4,1 X 10 ⁴ WORONICHINIA NAEGELIANA 1,8 X 10 ⁵ LYNGBYA SP, 3,9 X 10 ⁴	0,23	0,02
21/02/2023	3,4X10 ⁵	SNOWELLA LACUSTRIS 8,1 X 10 ⁴ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 5,1 X 10 ⁴ APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 2 X 10 ⁵ PLANKTOTHRIX AGARDHII/RUBESCENS 8 X 10 ³	0,19	<0,02
21/03/2023	4X10 ⁵	APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 1 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 2,9 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
17/04/2023	4,8X10 ⁵	PLANKTOTHRIX AGARDHII/RUBESCENS 1,9 X 10 ⁵ TYCHONEMA BOURRELLYI 8,3 X 10 ⁴ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 1,6 X 10 ⁵ PSEUDOANABAENA CATENATA 4,4 X 10 ⁴	0,4	<0,02

15/05/2023	1,8X10 ⁵	DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM 1,4 X 10 ⁴ TYCHONEMA BOURRELLYI 3,9 X 10 ⁴ MICROCYSTIS AERUGINOSA 9,9 X 10 ⁴ PSEUDOANABAENA CATENATA 2,3 X 10 ⁴	0,19	<0,02
12/06/2023	2,6*10 ⁶	DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM 2,8 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 3,3 X 10 ⁵ MICROCYSTIS AERUGINOSA 8 X 10 ⁵ MICROCYSTIS WESENBERGII 1,4 X 10 ⁵ LYNGBYA SP, 1 X 10 ⁶	<0,15	0,03
03/07/2023	2,7*10 ⁶	LYNGBYA SP, 9,4 X 10 ⁵ MICROCYSTIS WESENBERGII 5,7 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 6,5 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM 3,6 X 10 ⁴ MICROCYSTIS AERUGINOSA 5,1 X 10 ⁵	<0,15	0,02
24/07/2023	1X10 ⁶	LYNGBYA SP, 2,1 X 10 ⁵ MICROCYSTIS FLOS-AQUAE 3,1 X 10 ⁵ MICROCYSTIS WESENBERGII 4,8 X 10 ⁵ PSEUDOANABAENA CATENATA 6,4 X 10 ³ DOLICHOSPERMUM SP, 1,7 X 10 ⁴	<0,15	<0,02
21/08/2023	4X10 ⁶	LYNGBYA SP, 3,2 X 10 ⁶ MICROCYSTIS WESENBERGII 8 X 10 ⁵	0,21	<0,02
04/09/2023	1,1X10 ⁷	LYNGBYA SP, 1,0 X 10 ⁷ MICROCYSTIS AERUGINOSA 4,4 X 10 ⁵ MICROCYSTIS WESENBERGII 5,2 X 10 ⁵ APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 1,2 X 10 ⁴ DOLICHOSPERMUM SP, 1,1 X 10 ⁴	0,24	<0,02
17/10/2023	6,8X10 ⁷	MICROCYSTIS AERUGINOSA 5,5 X 10 ⁷ SNOWELLA LACUSTRIS 6,3 X 10 ⁶ LYNGBYA SP, 1 X 10 ⁶ WORONICHINIA NAEGELIANA 2,8 X 10 ⁶ APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 1,1 X 10 ⁴ COELOSPHAERIUM KUETZINGIANUM 2,6 X 10 ⁶ DOLICHOSPERMUM SP, 5,8 X 10 ⁴ MICROCYSTIS WESENBERGII 7,1 X 10 ⁵	0,17	<0,02
27/11/2023	1,1X10 ⁷	WORONICHINIA NAEGELIANA 7,9 X 10 ⁶ MICROCYSTIS AERUGINOSA 3,2 X 10 ⁶ TYCHONEMA BOURRELLYI 3 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 1,4 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
12/12/2023	9,6X10 ⁶	MICROCYSTIS AERUGINOSA 4 X 10 ⁶ WORONICHINIA NAEGELIANA 4,3 X 10 ⁶ APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 2,5 X 10 ⁵ LYNGBYA SP, 6,4 X 10 ⁵	<0,15	<0,02

CAZZAGO BRABBIA - Darsena – MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO

	Escherichia Coli	Enterobatteri
	limite 1000 UFC/L	limite 500 UFC/L
16/01/2023	3	<3
21/02/2023	<1	<3
21/03/2023	4	<1
17/04/2023	<1	<1
15/05/2023	3	<1
12/06/2023	<3	<3
03/07/2023	<1	<1

24/07/2023	5	23
21/08/2023	<1	<1
04/09/2023	8	24
17/10/2023	<3	<3
27/11/2023	<3	<1
12/12/2023	3	<3

BODIO LOMNAGO - Lido di Bodio – MONITORAGGIO ALGALE

Data	conta cianobatteri potenzialmente tossici cellule/L limite 10 ⁸	specie cellule/L	microcistina µg/L limite <20 µg/L (<1 µg/L potabilità)	saxitossina µg/L limite <20 µg/L (<1 µg/L potabilità)
16/01/2023	3,6X10 ⁵	APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 9,9 X 10 ⁴ MICROCYSTIS AERUGINOSA 1,4 X 10 ⁵ WORONICHINIA NAEGELIANA 1,2 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
21/02/2023	4,3X10 ⁵	SNOWELLA LACUSTRIS 3,3 X 10 ⁵ APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 9,7 X 10 ⁴ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 1,2 X 10 ³	0,19	0,03
21/03/2023	3,9X10 ⁵	DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 6,8 X 10 ⁴ APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 6,0 X 10 ⁴ MICROCYSTIS AERUGINOSA 2,6 X 10 ⁵	<0,15	0,01
17/04/2023	3,6X10 ⁵	DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 1,5 X 10 ⁵ PSEUDOANABAENA CATENATA 5,4 X 10 ⁴ TYCHONEMA BOURRELLYI 1,5 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
15/05/2023	4,9X10 ⁵	LYNGBYA SP, 3,9 X 10 ⁵ TYCHONEMA BOURRELLYI 6,5 X 10 ⁴ PSEUDOANABAENA CATENATA 3 X 10 ⁴	0,21	<0,02
12/06/2023	9,4*10 ⁵	DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM 1,4 X 10 ⁵ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 2,5 X 10 ⁵ PSEUDOANABAENA CATENATA 4,5 X 10 ⁴ APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 8,8 X 10 ⁴ MICROCYSTIS AERUGINOSA 4,1 X 10 ⁵	<0,15	0,07
03/07/2023	4*10 ⁶	LYNGBYA SP, 3,2 X 10 ⁶ DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM 3,9 X 10 ⁴ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 6 X 10 ⁵ TYCHONEMA BOURRELLYI 1,1 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
24/07/2023	4,5X10 ⁶	LYNGBYA SP, 4 X 10 ⁶ COELOSPHAERIUM KUETZINGIANUM 6,9 X 10 ⁴ MICROCYSTIS WESENBERGII 4,2 X 10 ⁵	<0,15	0,02
08/08/2023	4,3*10 ⁶	LYNGBYA SP, 3,3 X 10 ⁶ MICROCYSTIS AERUGINOSA 5,9 X 10 ⁴ PSEUDOANABAENA CATENATA 3,3 X 10 ⁴ MICROCYSTIS WESENBERGII 9,6 X 10 ⁵	3,7	<0,02
21/08/2023	7X10 ⁶	LYNGBYA SP, 5,6 X 10 ⁶ DOLICHOSPERMUM SP, 2,7 X 10 ³ DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM 2,9 X 10 ³ MICROCYSTIS AERUGINOSA 3,2 X 10 ⁴ PSEUDOANABAENA CATENATA 2,3 X 10 ³ MICROCYSTIS WESENBERGII 6,9 X 10 ⁵ SNOWELLA LACUSTRIS 6,5 X 10 ⁵	<0,15	<0,02

04/09/2023	7*10 ⁶	LYNGBYA SP, 4,1 X 10 ⁶ MICROCYSTIS AERUGINOSA 1,6 X 10 ⁶ WORONICHINIA NAEGELIANA 1,4 X 10 ⁵ MICROCYSTIS WESENBERGII 1,2 X 10 ⁶ PSEUDOANABAENA CATENATA 1,6 X 10 ³ DOLICHOSPERMUM SP, 1,5 X 10 ³ PLANKTOTHRIX AGARDHII/RUBESCENS 4 X 10 ³ CUSPIDOTHRIX SP, 1,8 X 10 ⁴	0,225	<0,02
19/09/2023	1,2X10 ⁷	LYNGBYA SP, 2,7 X 10 ⁶ MICROCYSTIS AERUGINOSA 8 X 10 ⁶ MICROCYSTIS WESENBERGII 5,1 X 10 ⁵ PSEUDOANABAENA CATENATA 1,4 X 10 ⁴ COELOSPHAERIUM KUETZINGIANUM 1 X 10 ⁵ SNOWELLA LACUSTRIS 9,7 X 10 ⁴ MICROCYSTIS FLOS-AQUAE 1 X 10 ⁶	1,35	<0,02
17/10/2023	9,7X10 ⁷	APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 6,4 X 10 ³ MICROCYSTIS AERUGINOSA 4,3 X 10 ⁷ SNOWELLA LACUSTRIS 1,1 X 10 ⁷ MICROCYSTIS FLOS-AQUAE 3,2 X 10 ⁷ COELOSPHAERIUM KUETZINGIANUM 3,5 X 10 ⁵ MICROCYSTIS WESENBERGII 2,5 X 10 ⁶ DOLICHOSPERMUM SP, 8 X 10 ⁴ LYNGBYA SP, 5,7 X 10 ⁵ WORONICHINIA NAEGELIANA 7,2 X 10 ⁶ PSEUDOANABAENA CATENATA 8,5 X 10 ³	0,585	<0,02
27/11/2023	5,9X10 ⁶	WORONICHINIA NAEGELIANA 3,7 X 10 ⁶ MICROCYSTIS AERUGINOSA 1,7 X 10 ⁶ PLANKTOTHRIX AGARDHII/RUBESCENS 1,7 X 10 ⁵ TYCHONEMA BOURRELLYI 2,9 X 10 ⁵	<0,15	<0,02
12/12/2023	6,5X10 ⁶	APHANIZOMENON FLOS-AQUAE 1,4 X 10 ⁵ LYNGBYA SP, 2 X 10 ⁵ WORONICHINIA NAEGELIANA 3,7 X 10 ⁶ DOLICHOSPERMUM LEMMERMANNII 1,1 X 10 ⁶ MICROCYSTIS AERUGINOSA 1,3 X 10 ⁶	<0,15	<0,02

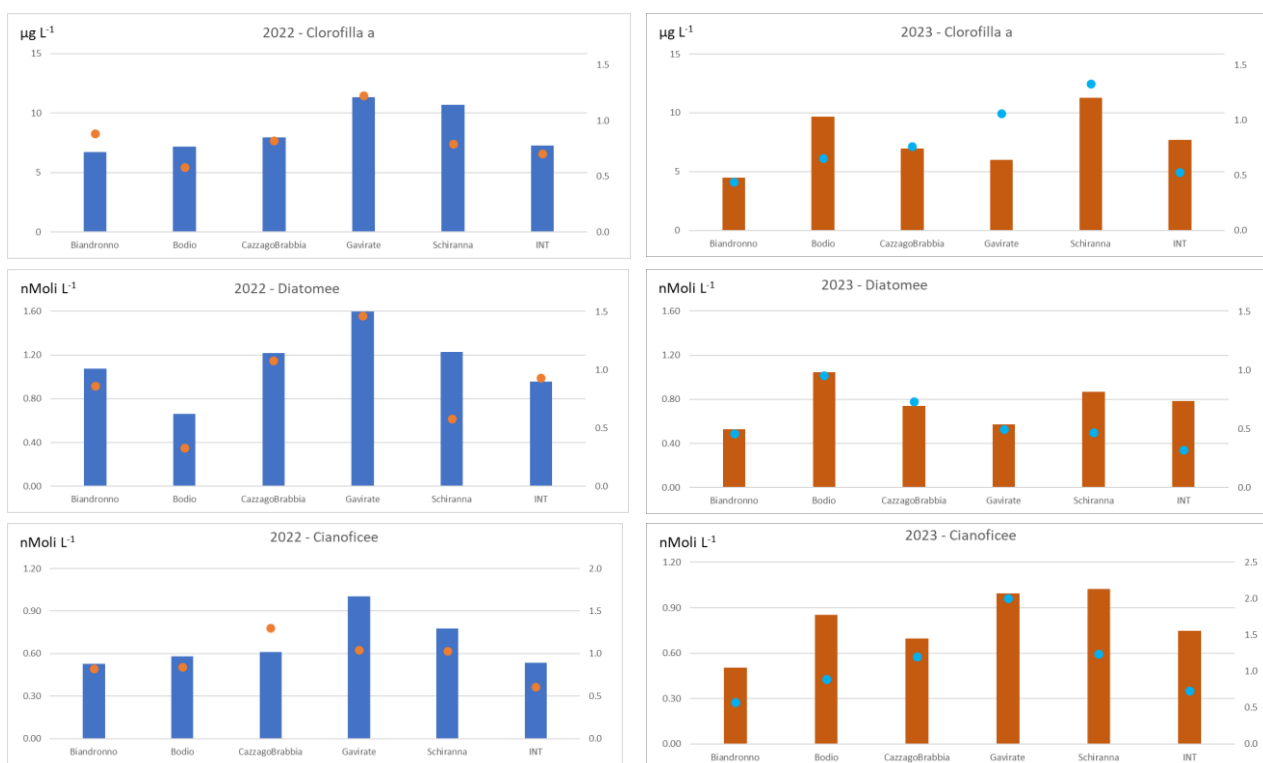
BODIO LOMNAGO - Lido di Bodio – MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO

	Escherichia Coli	Enterobatteri
	limite 1000 UFC/L	limite 500 UFC/L
16/01/2023	36	22
21/02/2023	13	24
17/04/2023	3	<1
15/05/2023	<3	<1
12/06/2023	5	12
03/07/2023	6	<3
24/07/2023	72	26
08/08/2023	<3	<1
21/08/2023	17	6
04/09/2023	6	5
19/09/2023	850	580
22/09/2023	660	370
17/10/2023	6	11
27/11/2023	6	4
12/12/2023	7	7

Confronto fra la boa e le stazioni litorali

A cura di CNR-IRSA

In Figura 47 sono messe a confronto il valore medio annuale della clorofilla *a*, che rappresenta l'intera biomassa algale, i principali gruppi identificati sulla base delle analisi cromatografiche (HPLC) e il corrispondente coefficiente di variazione, che fornisce una indicazione dell'intervallo di variabilità, per gli anni 2022 e 2023 misurati nella zona pelagica in corrispondenza della boa (INT) e nelle stazioni litorali monitorate per la balneazione. Per quanto riguarda la biomassa totale (clorofilla *a*), nel 2022 le stazioni di Gaviate e Schiranna fanno registrare mediamente valori più elevati rispetto all'area pelagica, mentre le altre tre stazioni sono in linea con quelli dell'area pelagica. Queste due stazioni presentano anche la maggiore variabilità nel corso dell'anno. Nel 2023 le due stazioni che hanno valori medi superiori alla zona pelagica sono Schiranna e Bodio. Schiranna e Gaviate si confermano essere quelle con la maggiore variabilità. Per quanto riguarda la distribuzione dei principali taxa, non si notano particolari differenze tra le aree litorali e quella pelagica. Le abbondanze dei carotenoidi riflettono quello della biomassa totale. Tuttavia, alcuni carotenoidi specifici di alcuni taxa di cianoficee (qui detti "tipo 1" e "tipo 2") presentano distribuzioni alquanto differenti fra i due anni. Il taxon di cianoficee "tipo 1" ha i valori più bassi nelle aree litorali rispetto alla zona pelagica con i minimi di concentrazione media a Biandronno e Gaviate nel 2022, mentre nel 2023 le concentrazioni fra area pelagica litorali sono simili ad eccezione di Gaviate dove si registrano i valori massimi. Anche il taxon di cianoficee "tipo 2" presenta nel 2022 valori inferiori alla zona litorale, mentre nel 2023 le aree litorali superano quelle dell'area pelagica e in particolare Schiranna fa registrare il valore più elevato. Certamente questi dati danno solo una indicazione di massima delle dinamiche fra litorale e area pelagica in quanto sono riferiti a solo due anni di monitoraggio e la variabilità dello sviluppo delle popolazioni algali è molto spiccato come testimonia l'elevato grado di variabilità delle misure effettuate.



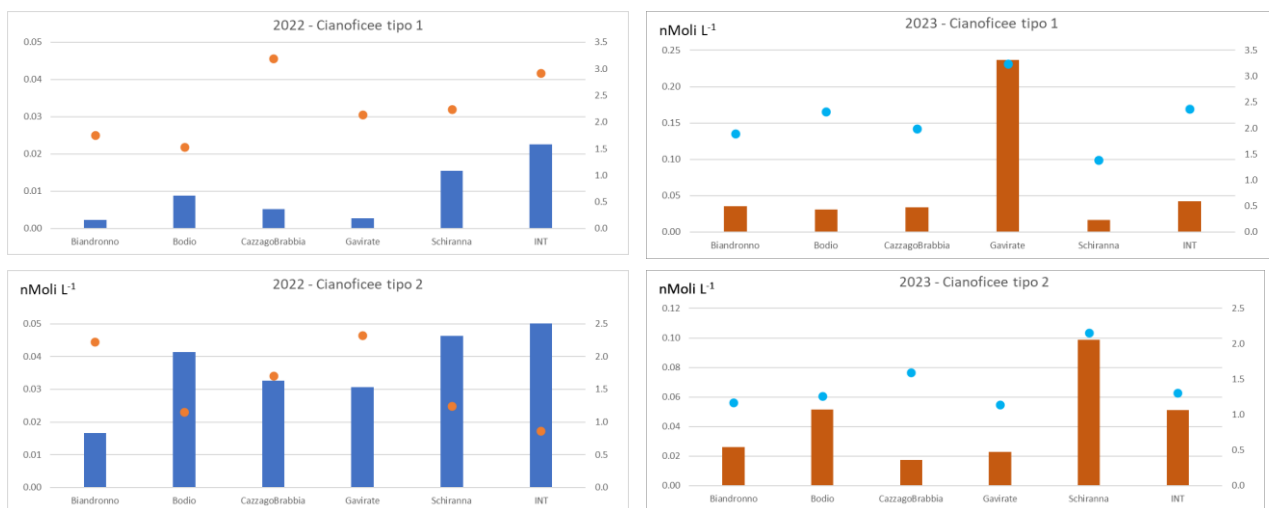
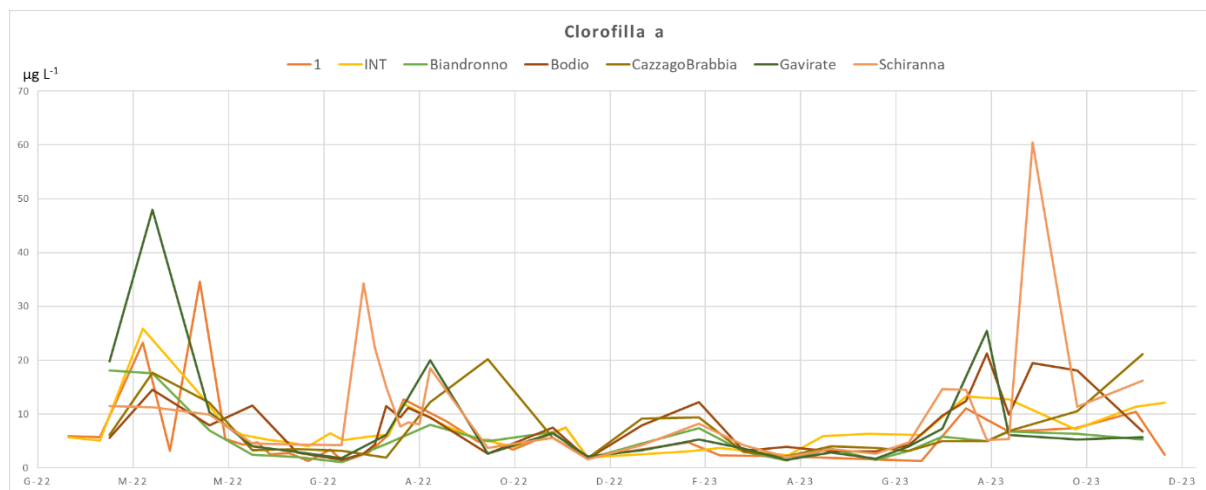


Figura 47. Lago di Varese: confronto delle concentrazioni media e dei coefficienti di variazione osservati nella zona pelagica (INT) e delle stazioni litorali monitorate per la balneazione della clorofilla a e dei principali gruppi algali determinati sulla base dei carotenoidi specifici (HPLC).

Se si considera in dettaglio l'andamento annuale, rappresentato in Figura 48, fra le stazioni litorali e quella pelagiche (INT e 1 m), si può osservare che gli andamenti nell'area pelagica, con un picco primaverile e uno tardo-estivo, rappresentano sufficientemente bene le dinamiche di quanto si osserva anche nelle zone litorali se pur con valori inferiori. Anche gli andamenti stagionali dei diversi gruppi algali tendono a mostrare andamenti sovrapponibili fra zona pelagica litorale. Un'attenzione speciale deve invece essere dedicata alle cianoficee: se si considera la loro presenza complessiva gli andamenti sono simili tra pelago e litorale, ma considerando il campione a 1 metro di profondità si osserva un valore più elevato rispetto ai litorali nel periodo di fine aprile-maggio. Inoltre, sulla base dei carotenoidi specifici si evidenzia una differente composizione specifica fra il periodo primaverile (aprile-maggio) dove le concentrazioni di cianoficee sono più elevate nella zona pelagica e quello estivo-autunnale (agosto-ottobre) dove le concentrazioni sono più elevate nelle zone litorali e in particolare nelle stazioni di Gavirate (agosto) e Bodio (settembre).



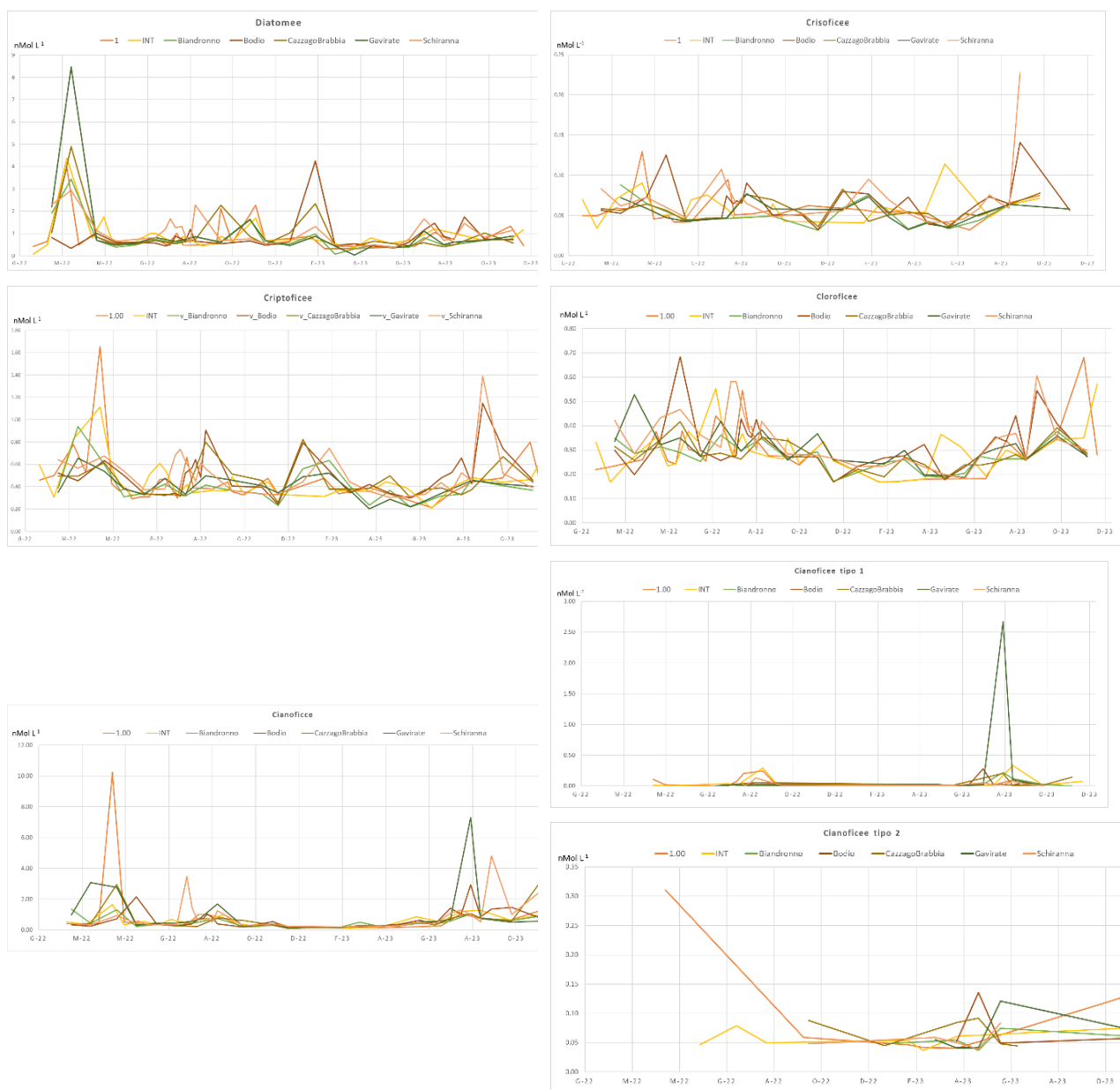
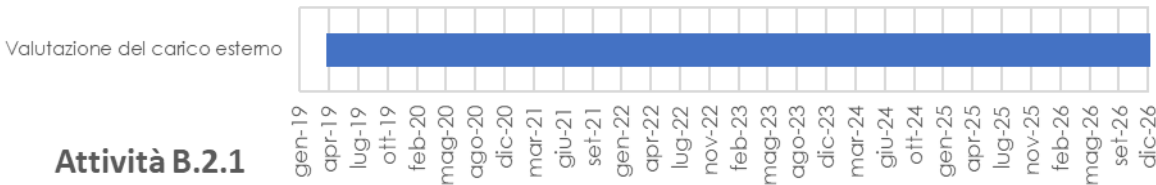


Figura 48. Lago di Varese: confronto degli andamenti nel periodo 2022-2023 tra la zona pelagica (1m e INT) e nelle stazioni litorali: (Blandronno, Bodio, Cazzago, Gavirate e Schiranna) per la clorofilla a e i principali gruppi algali identificati sulla base dei carotenoidi

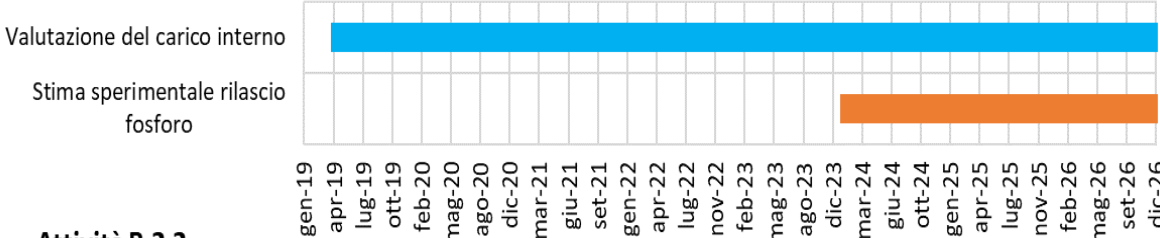
AZIONE B.2	
SVILUPPO DI UN MODELLO DI BILANCIO DI MASSA DEL FOSFORO	
Attività	<ul style="list-style-type: none"> - Attività B.2.1. Valutazione del carico esterno - Attività B.2.2. Valutazione del carico interno
Risultati attesi	<p>L'azione è necessaria per valutare il raggiungimento degli obiettivi rispetto alle aree sensibili o al conseguimento di determinate concentrazioni di fosforo a lago, che dipendono dai carichi di nutrienti veicolati a lago.</p> <p>L'azione è utile per giungere a una valutazione del bilancio di massa del fosforo per il lago di Varese partendo dagli studi già effettuati, dai dati bibliografici e dai dati risultanti dall'Attività A.1.3.</p> <p>L'azione può essere implementata in futuro in caso di necessità di valutazioni più dettagliate di stima dei carichi</p>
Risorse finanziarie complessive	2019-2023
	Risorse interne
Soggetto coordinatore	Regione Lombardia

ATTIVITÀ B.2.1	
Valutazione del carico esterno	
Descrizione Attività	
Attività effettuate 2019-2023	Partendo dalla bibliografia esistente e dai risultati delle attività di monitoraggio B.1.2 è stato stimato il carico esterno proveniente dal bacino imbrifero e riversato nel lago di Varese. L'attività, inoltre, è stata implementata prevedendo un campionamento diretto dei vari immissari, la cui attività è stata valorizzata nella Azione B.3.
Localizzazione	Intero bacino lago di Varese
Soggetto Attuatore	Regione Lombardia, ARPA Lombardia, CNR IRSA
Risorse stanziate 2019-2023	0 €
Cronoprogramma attività	 <p>Valutazione del carico esterno</p> <p>Attività B.2.1</p> <p>gen-19 apr-19 lug-19 ott-19 feb-20 mag-20 ago-20 dic-20 mar-21 giu-21 set-21 gen-22 apr-22 lug-22 nov-22 feb-23 mag-23 ago-23 dic-23 mar-24 giu-24 ott-24 gen-25 apr-25 lug-25 nov-25 feb-26 mag-26 set-26 dic-26</p>

Resoconto attività a cura di Regione Lombardia e ARPA Lombardia

Sintesi delle attività svolte

L'attività è in corso e si stanno effettuando le prime elaborazioni sulla base dei dati raccolti. Sono stati raccolti i dati degli scarichi in ambiente (database provinciale), nonché i dati aggiornati riferiti a: uso del suolo, popolazione residente, attività produttive. Per la stima saranno utilizzati sia i dati di monitoraggio effettuato sui tributari del lago (attività B.3.1), che quelli provenienti dall'attività di monitoraggio condotte sugli sfioratori (attività A.1.3).

ATTIVITÀ B.2.2	
Valutazione del carico interno	
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023	L'attività ha permesso di definire il carico interno e la sua evoluzione nel lago di Varese partendo dai risultati delle campagne di monitoraggio condotte all'interno dell'Azione B.1.2.
Localizzazione	Lago di Varese
Soggetto Attuatore	Regione Lombardia, ARPA Lombardia, CNR IRSA
Risorse stanziate 2019-2023	Nessun budget precedente attività nuova
Cronoprogramma attività	 <p>Valutazione del carico interno</p> <p>Stima sperimentale rilascio fosforo</p> <p>Attività B.2.2</p>

Resoconto attività a cura di ARPA Lombardia

Sintesi delle attività svolte

Nel 2019 sono stati monitorati alcuni punti aggiuntivi (AQST1, AQST2, AQST3), oltre alla stazione di massima profondità di Biandronno, allo scopo di verificare l'omogeneità spaziale delle caratteristiche chimico-fisiche del lago e cercare di stimare con maggiore precisione l'entità del carico interno di fosforo. L'ubicazione dei punti di prelievo è riportata in Figura 49.

Dal 2020 i prelievi si sono concentrati nella sola stazione di Biandronno aumentando il numero delle profondità campionate nell'ipolimnio durante la fase di stratificazione termica allo scopo di migliorare la conoscenza della distribuzione dei nutrienti nelle acque profonde e la stima del carico interno rilasciato dai sedimenti. Allo scopo sono state campionate 3 ulteriori profondità collocate a 17-20-23 metri sulle quali sono stati analizzati il fosforo e l'azoto a partire dal mese di maggio.

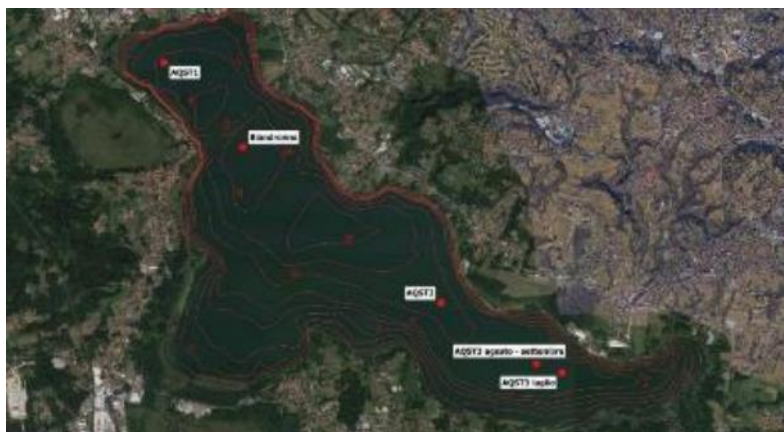


Figura 49. Lago di Varese: ubicazione delle stazioni di monitoraggio per la stima del carico interno di fosforo.

Alla luce dei risultati ottenuti negli anni precedenti, si ritiene che la stima del carico interno lordo basata sul tasso di rilascio di fosforo dai sedimenti e sull'estensione della superficie di fondale anossica sovrastimi il carico interno reale. Dal 2021 quindi si è scelto di stimare il carico interno basandosi solo sugli incrementi di concentrazione del fosforo che si verificano nell'ipolimnio (Nürnberg, 2009), in particolare nello strato 15 metri-fondo, durante il periodo di stratificazione termica. A tali valori devono essere aggiunte le tonnellate rimosse dall'impianto di prelievo ipolimnico, stimate in base alle analisi svolte settimanalmente da alfa per la gestione dell'impianto.

Nel 2023 il mese di aprile è stato scelto come momento iniziale rispetto al quale calcolare gli incrementi ipolimnici in quanto non si sono verificati nel corso del mese eventi meteorologici capaci di determinare un rimescolamento profondo.

Considerando il campionamento del 23 novembre 2023 come momento finale del periodo di stratificazione, in quanto il lago è entrato in piena circolazione nei primi giorni di dicembre, si ottengono i risultati riportati in Tabella 17, che indicano un carico interno netto di 5,2 tonnellate per il fosforo totale e 4,3 tonnellate per l'ortofosfato.

Tabella 17. Stima del carico interno netto relativo al 2023 per fosforo totale e ortofosfato. I valori delle tonnellate asportate dall'impianto di prelievo ipolimnico sono stati forniti dalla Provincia di Varese.

2023	Fosforo totale (t)	Ortofosfato (t)
Delta novembre-aprile	2,7	2,6
Tonnellate asportate	2,5	1,7
Carico interno netto	5,2	4,3

In Tabella 18 e in Tabella 19 viene riportata la serie storica calcolata dal 2016 al 2023.

Tabella 18. Concentrazioni medie di fosforo totale nello strato 15 metri-fondo, tonnellate di fosforo totale presenti, tonnellate di fosforo totale asportate dall'impianto di prelievo ipolimnico, differenza rispetto al periodo di inizio stratificazione termica. *: valori ottenuti dalla somma della media di fosforo misurato e del fosforo rimosso dall'impianto di prelievo ipolimnico

Data	TP ($\mu\text{g/L}$)	Massa TP (t)	TP asportato (t)	Δ (t)
16/05/2016	135	3,7	-	7,7
15/11/2016	418	11,4	-	

13/04/2017	77	2,9	-	6,3
19/09/2017	245	9,1	-	
07/05/2018	93	2,5	-	3,6
20/11/2018	223	6,1	-	
14/05/2019	120	3,3	-	4,9
12/11/2019	299	8,2	-	
19/05/2020	139	3,8	2,0	3,7*
09/12/2020	203	5,5		
12/05/2021	72	2,0	4,0	6,5*
09/11/2021	165	4,5		
13/04/2022	63	1,7	2,6	7,1*
13/12/2022	227	6,2		
18/04/2023	113	3,1	2,5	5,2*
23/11/2023	212	5,8		

Tabella 19. Concentrazioni medie ortofosfato nello strato 15 metri-fondo, tonnellate di ortofosfato presenti, tonnellate di ortofosfato asportate dall'impianto di prelievo ipolimnico, differenza rispetto al periodo di inizio stratificazione termica. *: valori ottenuti dalla somma della media di ortofosfato misurato e dell'ortofosfato rimosso dall'impianto di prelievo ipolimnico

Data	P-PO ₄ ³⁻ (µg/L)	Massa PO ₄ ³⁻ (t)	PO ₄ ³⁻ asportato (t)	Δ (t)
16/05/2016	85	2,3	-	7,7
15/11/2016	365	10,0	-	
13/04/2017	61	2,3	-	6,2
19/09/2017	226	8,4	-	
07/05/2018	39	1,1	-	4,9
20/11/2018	217	5,9	-	
14/05/2019	84	2,3	-	5,7
12/11/2019	292	8,0	-	
19/05/2020	131	3,6	1,5	2,8*
09/12/2020	175	4,8		
12/05/2021	64	1,7	3,0	5,5*
09/11/2021	155	4,2		
13/04/2022	56	1,5	2,1	6,4*
13/12/2022	214	5,8		
18/04/2023	106	2,9	1,7	4,3*
23/11/2023	201	5,5		

AZIONE B.3	
SVILUPPO DI SCENARI EVOLUTIVI DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL LAGO FINALIZZATI AD UNA VALUTAZIONE DEGLI INTERVENTI	
Attività	<ul style="list-style-type: none"> - Attività B.3.1. Sviluppo e validazione di un modello previsionale della qualità delle acque del lago - Attività B.3.2. Predisposizione di scenari modellistici
Risultati attesi	Dall'azione ci si attende l'individuazione di scenari evolutivi della qualità delle acque del lago di Varese, con specifico riferimento a nutrienti, stato di ossigenazione e gruppi algali principali, mediante l'applicazione di un modello accoppiato idrodinamico/ecologico. Gli scenari saranno sviluppati aggregando scenari di variazione dei carichi e scenari climatici, comprendendo anche l'emunione ipolimnica. Le simulazioni ottenute potranno essere confrontate con gli obiettivi di qualità prefissati (es. concentrazioni naturali, obiettivi gestionali), con lo scopo ultimo di valutare l'importanza relativa di diversi fattori e/o interventi (es. evoluzione meteo-climatica, diminuzione dei carichi a seguito del miglioramento del reticolo fognario, emunione ipolimnica) nell'evoluzione futura della qualità delle acque.
Risorse finanziarie complessive	2019-2023 48.600 €
Soggetto coordinatore	CNR IRSA Verbania

ATTIVITÀ B.3.1.	
Sviluppo e validazione di un modello previsionale della qualità delle acque del lago	
Descrizione Attività	Il modello idrodinamico 1D General Lake Model (GLM) verrà accoppiato al modulo ecologico Aquatic EcoDynamics (AED2) per simulare le dinamiche di mescolamento e stratificazione del lago e le relative conseguenze sulla chimica delle acque, con particolare riferimento ai nutrienti, e gruppi algali. Il modello verrà dapprima validato e calibrato, grazie ai dati provenienti dall'attività B.1.1 e ai dati di monitoraggio messi a disposizione da ARPA Lombardia e relativi alla temperatura dell'acqua, all'ossigeno disciolto, ai nutrienti a lago e in ingresso e alla biomassa e composizione del fitoplancton.
Localizzazione	La modellizzazione riguarderà l'intero Lago di Varese
Soggetto Attuatore	Regione Lombardia, CNR IRSA Verbania
Risorse stanziate 2019-2023	20.300 €
Cronoprogramma attività	L'attività si è conclusa a fine 2019

ATTIVITÀ B.3.2.	
Predisposizione di scenari modellistici	
Descrizione Attività	
Attività effettuate 2019-2023	L'attività ha riguardato lo sviluppo del modello accoppiato idrodinamico/ecologico GLM/AED2, validato nell'attività precedente, al Lago di Varese, utilizzando diversi scenari previsionali che tengano conto sia di fattori climatici che di variazioni negli apporti di nutrienti a lago.
Localizzazione	La modellizzazione riguarderà l'intero Lago di Varese

Soggetto Attuatore Regione Lombardia, CNR IRSA Verbania	
Risorse stanziare 2019-2023 26.300 €	
Cronoprogramma attività <div> <div> Predisposizione e verifica di scenari modellistici </div> <div> Applicatione modello Qwet </div> </div> <p>Attività B.3.2</p>	

Resoconto attività a cura di CNR IRSA, Verbania

Attività svolte

Le simulazioni future del periodo 2023-2085 sotto gli scenari di cambiamento climatico sono state eseguite con il modello accoppiato calibrato e presentato nella precedente relazione, per valutare l'efficacia futura delle misure di recupero del prelievo ipolimnico e della riduzione del carico esterno di nutrienti. Sono stati impiegati gli scenari Swiss Climate Change Scenarios di aumento della temperatura dell'aria T_a per il XXI secolo (CH2018, 2018). Essi si basano su tre diversi scenari rappresentativi tratti dal Quinto Report dell'IPCC (IPCC, 2013): (1) RCP2.6, che implica una riduzione precoce e forte delle emissioni di gas serra (GHG) all'inizio del XXI secolo, con un aumento medio mondiale di $T_a < 2^\circ\text{C}$ entro il 2100; (2) RCP4.5, in cui le emissioni diminuiscono dopo il 2050, con un aumento medio mondiale di T_a di circa 2.5°C entro il 2100; (3) RCP8.5, che rappresenta un aumento continuo delle emissioni, portando a un aumento di T_a fino a 5°C entro il 2100. Per ciascuno degli scenari IPCC, CH2018 fornisce tre livelli di riscaldamento: "upper", corrispondente alla probabilità di non superamento del 97.5° percentile dalle previsioni dei modelli climatici, "medio", corrispondente al 50° percentile e "inferiore", corrispondente al 2.5° percentile. In questo lavoro, sono stati considerati i più rappresentativi scenari RCP4.5 medio e RCP8.5 medio, successivamente denominati semplicemente RCP4.5 e RCP8.5. È stato incluso uno scenario di riferimento, STAT_2019, in cui T_a è stabilizzato ai livelli del 2019, consentendo la discussione dei risultati degli scenari di cambiamento climatico in termini relativi, evitando così molte possibili interpretazioni errate. Ciascuno dei tre scenari climatici considerati è stato riprodotto in tre diverse condizioni: (1) carichi nutrienti costanti e prelievo ipolimnico; (2) riduzione del 30% dei carichi di azoto totale TN e fosforo totale TP, con una diminuzione iniziale lineare di 10 anni nel periodo 2023-2033 e una successiva stabilizzazione, e prelievo ipolimnico; (3) carichi nutrienti costanti e nessun prelievo ipolimnico.

Gli incrementi di T_a forniti da CH2018 sono relativi al periodo di riferimento 1980-2009, con il 1995 come anno di riferimento centrale. Qui, abbiamo spostato gli incrementi all'anno di riferimento 2019, seguendo la metodologia di Fenocchi et al. (2018). Il Generatore Meteorologico Autoregressivo VG open-source (Schlabing et al., 2014) è stato utilizzato per generare serie coerenti di temperatura dell'aria casuale, radiazione solare, velocità del vento e umidità relativa 2023-2085 per il sito CGP di Varese, dati gli aumenti di T_a di CH2018. Ulteriori dettagli sulla metodologia utilizzata per generare le serie meteorologiche future sono riportati in Fenocchi et al. (2018). È stato utilizzato un approccio Monte Carlo per ottenere previsioni statisticamente robuste, poiché la serie meteorologica esatta futura è sconosciuta. Per ogni combinazione di scenario climatico e riduzione di nutrienti, sono state eseguite 100 realizzazioni di GLM/AED2 con diverse serie casuali VG di variabili meteorologiche e i risultati sono stati elaborati statisticamente. A causa della mancanza di dettagli sul regime idrologico attuale e le incertezze sui suoi futuri cambiamenti (CH2018, 2018; FOEN, 2021), le serie di scarichi in

entrata e in uscita ricostruite per il periodo 2019-2021 sono state ripetute ciclicamente nel periodo 2023-2085, eseguendo il prelievo ipolimnico ogni anno tra il 1° maggio e il 31 dicembre.

La media annuale di T_a per il sito CGP di Varese nel periodo 2023-2085 per gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 ottenuti da CH2018 è mostrata nella Figura 48. Nello scenario RCP4.5, la crescita della media annuale di T_a è più lenta dopo il 2050, a causa della riduzione delle emissioni di gas serra, con un aumento finale di circa 1.5 °C rispetto ai livelli del 2023 e un tasso medio complessivo di riscaldamento $\nabla T_a = 0.025$ °C a⁻¹. Nello scenario RCP8.5, l'aumento di T_a procede senza intoppi a un tasso quasi costante $\nabla T_a = 0.054$ °C a⁻¹, risultando in un aumento del periodo 2023-2085 di circa 3.4 °C.

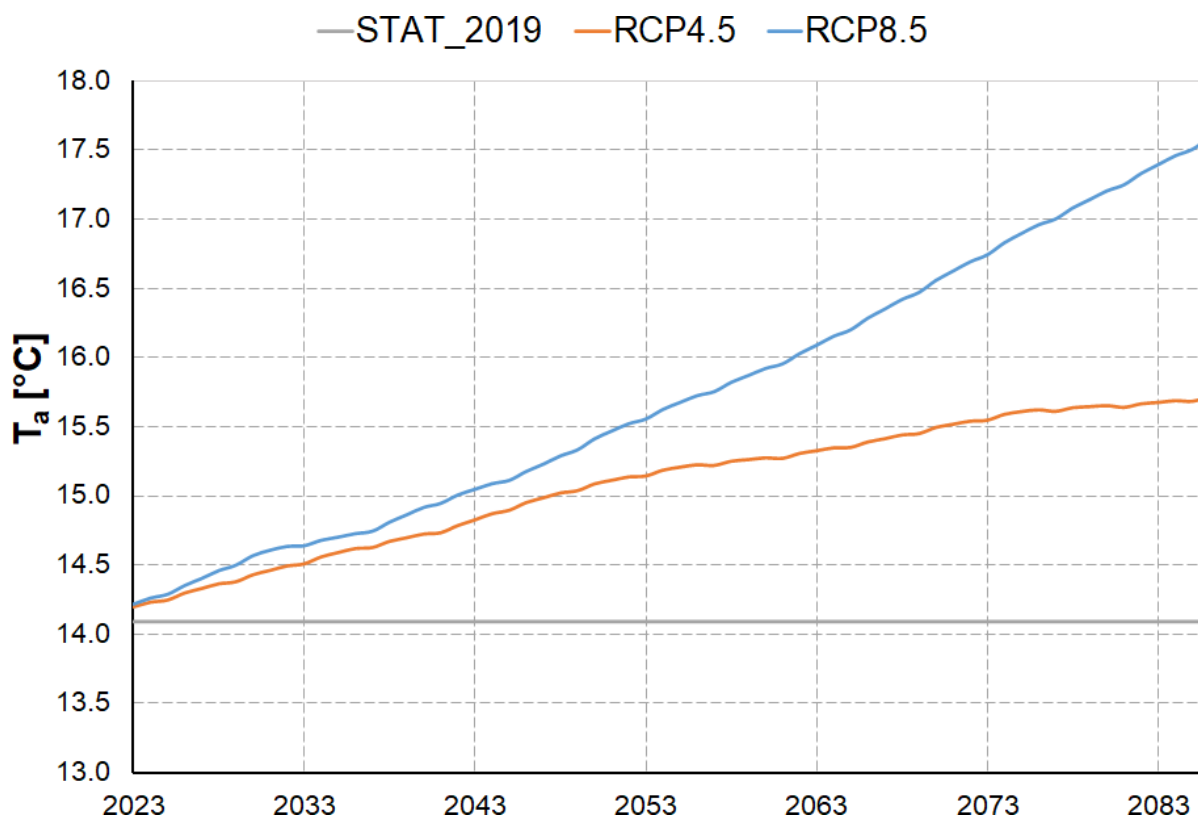


Figura 48 – Temperature medie annuali nell'arco temporale 2023-2085 per gli scenari climatici STAT_2019, RCP4.5 e RCP8.5 per il sito del Centro Geofisico Prealpino (CGP) di Varese.

Risultati

Le figure da 49 a 51 mostrano i risultati medi su 100 realizzazioni per le combinazioni considerate di scenari climatici e condizioni di riduzioni dei nutrienti e prelievo ipolimnico. Le variabili sono state ulteriormente mediate su periodi di 9 anni (cioè 2023-2031, 2032-2040, 2050-2058, 2059-2067, 2068-2076, 2077-2085). La Figura 49 riporta la temperatura media annua dell'acqua T_w (Fig. 49a - 49c) e le concentrazioni di ossigeno disciolto alla circolazione primaverile (Fig. 49d - 49f), entrambe mediate lungo la colonna d'acqua. Si può notare che in tutti gli scenari climatici la temperatura media annua T_w mediata in profondità è circa 0.4 °C più alta quando il prelievo ipolimnico è attivo. La T_w media annua rimane costante nel tempo con STAT_2019 (Fig. 49a), sia con che senza il prelievo. Con lo scenario RCP4.5 (Fig. 49b), la T_w media annua aumenta di quasi 1 °C dal 2023-2031 al 2077-2085, mentre per RCP8.5 (Fig. 49c) l'incremento supera i 2 °C alla fine del periodo simulato. Sono stati riprodotti anche valori costanti per le concentrazioni di DO alla circolazione primaverile (Fig. 49d) con carichi esterni costanti con e senza il prelievo. Le concentrazioni di DO con il prelievo ipolimnico sono circa 0.15 mg L⁻¹ più alte rispetto a quelle senza. I valori alla circolazione primaverile sono

leggermente più bassi nello scenario di riduzione del 30% del carico esterno rispetto a quello con carico costante, a causa della diminuzione della produzione primaria a seguito della riduzione del carico esterno (vedi Figura 51).

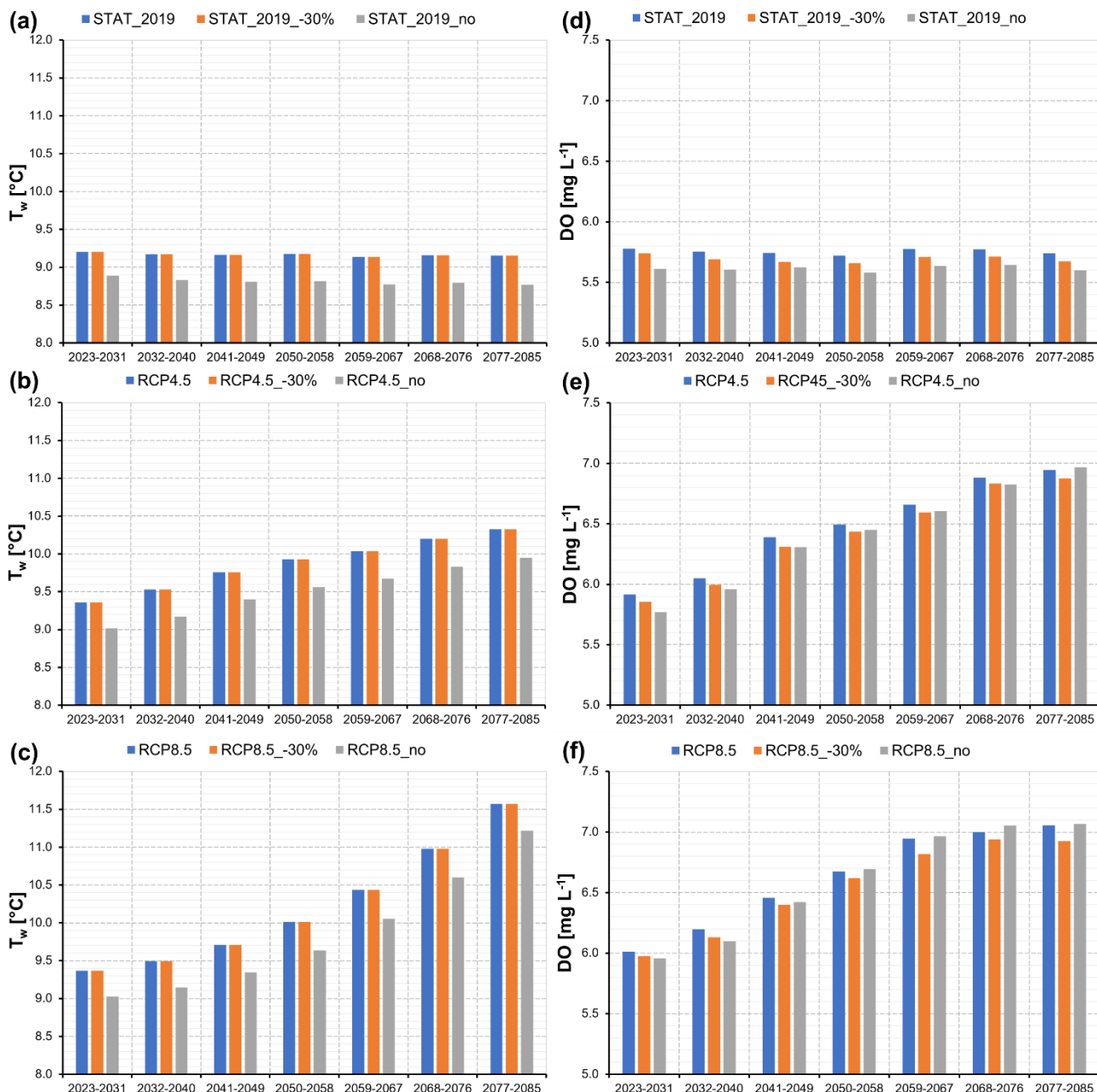


Fig. 48 – Temperature medie annue dell'acqua, T_w , mediata in profondità per il periodo 2023-2085 per gli scenari STAT_2019 (a), RCP4.5 (b), RCP8.5 (c), e concentrazioni di ossigeno disciolto (DO) alla circolazione primaverile per STAT_2019 (d), RCP4.5 (e), RCP8.5 (f), considerando solo il prelievo ipolimnico (blu), prelievo ipolimnico con riduzione del 30% del carico esterno (arancione), nessun prelievo ipolimnico né riduzione del carico esterno (grigio); sono mostrati i risultati medi su 100 realizzazioni effettuate per ciascun caso.

La Figura 50 mostra per tutte le condizioni considerate le concentrazioni medie di fosforo reattivo P-PO_4 mediate in profondità alla circolazione primaverile (Fig. 50a - 50c) e le concentrazioni massime annuali di P-PO_4 alla fine della stratificazione diretta a 23 metri di profondità (Fig. 50d - 50f). La riduzione del 30% del carico esterno produce una diminuzione che tende a stabilizzarsi intorno a $5 \mu\text{g L}^{-1}$ per entrambe queste concentrazioni di P-PO_4 in tutti gli scenari climatici. L'effetto del prelievo

ipolimnico sulle concentrazioni di P è evidente in STAT_2019. Per questo scenario di riferimento, con carichi esterni costanti, grazie al prelievo ipolimnico: (1) le concentrazioni medie di P-PO₄ mediate in profondità alla circolazione primaverile (Fig. 50a) sono circa 10 µg L⁻¹ inferiori (da circa 55 a circa 45 µg L⁻¹); (2) le concentrazioni massime annuali di P-PO₄ sul fondo del lago alla fine della stratificazione diretta (Fig. 50d) sono oltre 100 µg L⁻¹ inferiori (da circa 415 a circa 310 µg L⁻¹). Il riscaldamento climatico porta a concentrazioni di P-PO₄ più basse rispetto a quelle ottenute sotto STAT_2019, sia per le concentrazioni medie lungo tutta la colonna d'acqua alla circolazione primaverile (Fig. 50b e 50c), sia per quelle sul fondo alla fine della stratificazione diretta (Fig. 50e e 50f), anche in condizioni senza prelievo. Considerando le simulazioni con prelievo ipolimnico e carichi esterni costanti, le concentrazioni medie di P-PO₄ alla circolazione primaverile diminuiscono da circa 45 µg L⁻¹ nel 2023-2031, a circa 41 e 32 µg L⁻¹ nel 2077-2085 per RCP4.5 e RCP8.5, rispettivamente. Le corrispondenti concentrazioni di TP riprodotte alla circolazione primaverile alla fine del periodo considerato sono rispettivamente 51 µg L⁻¹ e 41 µg L⁻¹ per RCP4.5 e RCP8.5. Nelle simulazioni che includono anche la riduzione del 30% del carico esterno, le concentrazioni di TP alla circolazione primaverile vengono ulteriormente ridotte alla fine a 47 µg L⁻¹ per RCP4.5 e 35 µg L⁻¹ per RCP8.5. Questo ultimo valore è vicino alla concentrazione di TP media obiettivo di 32 µg L⁻¹. In assenza di prelievo, le concentrazioni di P-PO₄ alla circolazione primaverile sono previste raggiungere alla fine 43 µg L⁻¹ per RCP4.5 e 33 µg L⁻¹ per RCP8.5, determinando una diminuzione nel tempo della differenza tra le condizioni con e senza prelievo. Ciò significa che alla fine del periodo simulato il prelievo diventerebbe meno efficace, con i fattori climatici che diventano dominanti. Per quanto riguarda le concentrazioni massime annuali di P-PO₄ sul fondo del lago alla fine della stratificazione diretta, si ottiene una diminuzione di circa 25 µg L⁻¹ dal 2023-2031 al 2077-2085 per le simulazioni RCP4.5 (Fig. 50e) con il prelievo ipolimnico. Per lo stesso scenario climatico, si ottiene una riduzione di oltre 80 µg L⁻¹ senza prelievo ipolimnico, confermando la perdita di efficacia del prelievo a vantaggio dei fattori climatici nel limitare l'accumulo di P nell'ipolimnio. Lo stesso comportamento è riprodotto per lo scenario climatico peggiore RCP8.5 (Fig. 50f) fino al 2050-2058, con diminuzioni di circa 35 e 93 µg L⁻¹ con e senza il prelievo, rispettivamente.

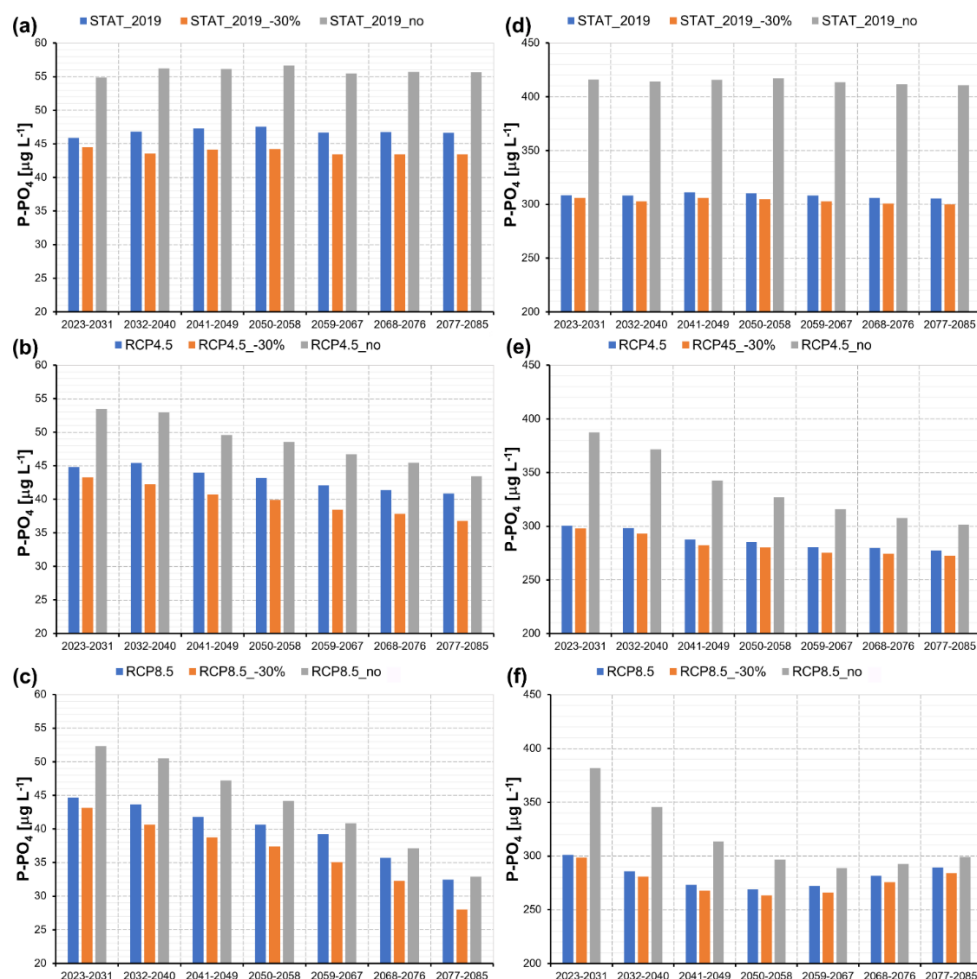


Fig. 50 – Concentrazioni medie di ortofosfato ($P-PO_4$) alla circolazione primaverile per il periodo 2023-2085 per gli scenari STAT_2019 (a), RCP4.5 (b), RCP8.5 (c) e concentrazioni massime annuali di $P-PO_4$ a 23 metri di profondità alla fine della stratificazione diretta per STAT_2019 (d), RCP4.5 (e), RCP8.5 (f), considerando solo il prelievo ipolimnico (blu), prelievo ipolimnico con riduzione del 30% del carico esterno (arancione), nessun prelievo ipolimnico né riduzione del carico esterno (grigio); sono mostrati i risultati medi su 100 realizzazioni effettuate per ciascun caso.

Confrontando gli scenari con il solo prelievo ipolimnico con quelli con una riduzione del 30% del carico esterno, la differenza nelle concentrazioni di $P-PO_4$ (Fig. 50) appare moderata. Tuttavia, variazioni più rilevanti si osservano per le concentrazioni medie annue di clorofilla lungo tutta la colonna d'acqua (Fig. 51), che nel 2077-2085 sono inferiori del 11.2%, 11.8% e 14.3% con una riduzione del 30% del carico esterno rispetto a senza di essa per gli scenari STAT_2019 (Fig. 51a), RCP4.5 (Fig. 51b) e RCP8.5 (Fig. 51c), rispettivamente. In tutti gli scenari climatici, il solo prelievo ipolimnico consente una riduzione quasi costante delle concentrazioni medie annuali di clorofilla mediata in profondità di circa il 3% rispetto al caso senza prelievo. Questa diminuzione della concentrazione di clorofilla è dovuta all'aspirazione del carico interno grazie al prelievo ipolimnico. Le concentrazioni medie annue di clorofilla mediata in profondità rimangono quasi costanti nel tempo negli scenari STAT_2019 e RCP4.5 (Figg. 51a e 51b). Invece, nello scenario RCP8.5 (Fig. 51c), le concentrazioni medie annue di clorofilla diminuiscono di circa il 20%. Questo è legato alla diminuzione discussa dell'accumulo di P in ipolimnio a causa del riscaldamento climatico. Un'altra ragione per la diminuzione riprodotta delle concentrazioni medie annue di clorofilla in RCP8.5 è la simulata riduzione della biomassa del gruppo funzionale di diatomee dominanti, causata dall'aumento di T_w . La riduzione del carico esterno sembra quindi una misura efficace nel controllare la produzione primaria del Lago di Varese, che è molto meno influenzata dal prelievo ipolimnico. Ciò è dovuto al

fatto che il carico esterno di nutrienti viene principalmente rilasciato proprio nello strato eufotico dove si verifica la crescita del fitoplancton, mentre il prelievo ipolimnico agisce sul P accumulato sul fondo, che diventa disponibile per la produzione primaria solo dopo eventi di miscelazione. Tuttavia, l'effetto benefico sullo stato trofico descritto qui potrebbe essere annullato dagli effetti negativi del riscaldamento climatico sugli ecosistemi lacustri, come la durata e l'intensità prolungate delle fioriture algali, incluse quelle di cianobatteri, favorite da Tw più elevate (Rigosi et al., 2015; Urrutia-Cordero et al., 2020), che non possono essere completamente riprodotte dai modelli accoppiati 1D attuali (Fenocchi et al., 2019, 2020).

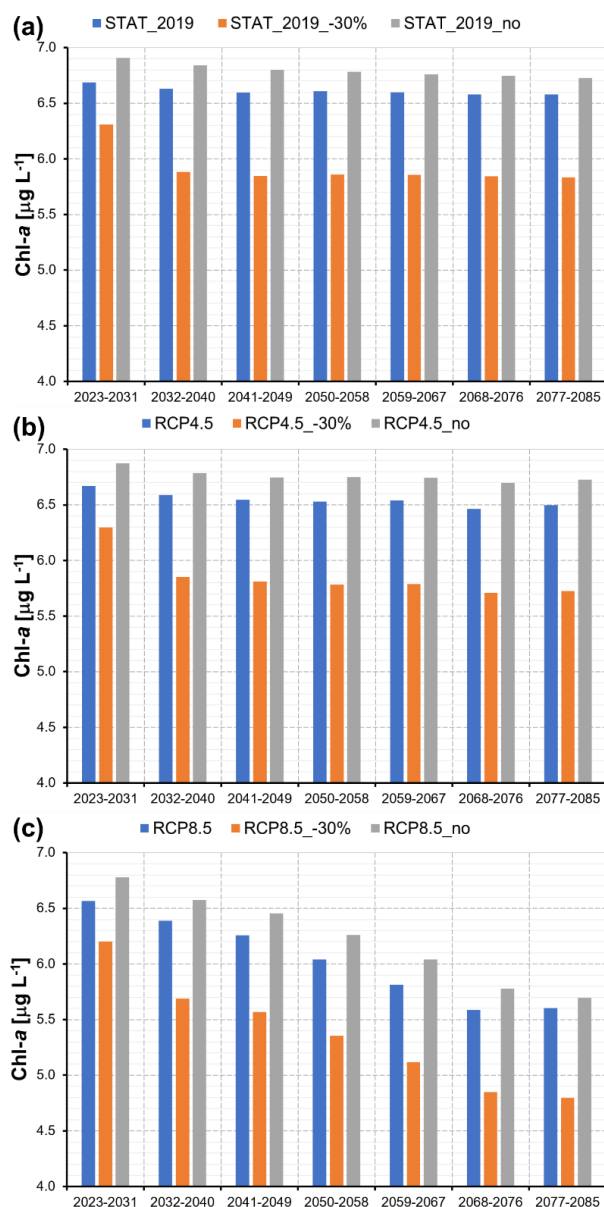


Fig. 51 – Concentrazioni medie annue di clorofilla (Chl-a) mediata in profondità per il periodo 2023-2085 per gli scenari STAT_2019 (a), RCP4.5 (b), RCP8.5 (c), considerando solo il prelievo ipolimnico (blu), prelievo ipolimnico con riduzione del 30% del carico esterno (arancione), nessun prelievo ipolimnico né riduzione del carico esterno (grigio); sono mostrati i risultati medi su 100 realizzazioni effettuate per ciascun caso.

AZIONE B.4.	
VALUTAZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE PER IL RISANAMENTO DEL LAGO	
Attività	Attività B.4.1. Istruttoria e approfondimenti circa la possibilità di utilizzo di tecniche e tecnologie innovative per il risanamento del lago di Varese
Risultati attesi	Individuazione di ulteriori tecnologie utili per raggiungere gli obiettivi dell'accordo
Risorse finanziarie complessive	Risorse interne
Soggetto coordinatore	Regione Lombardia

ATTIVITÀ B.4.1.	
Istruttoria e approfondimenti circa la possibilità di utilizzo di tecniche e tecnologie innovative per il risanamento del lago di Varese	
Descrizione Attività	Attività effettuate 2019-2023
L'attività ha previsto l'organizzazione di incontri di istruttoria tecnica rispetto alle proposte presentate dai vari soggetti proponenti la sperimentazione di nuove tecnologie per il risanamento delle acque del lago di Varese.	
Localizzazione	
Soggetto Attuatore	Regione Lombardia
Risorse stanziare 2019-2023	0 €
Cronoprogramma attività	L'attività viene attivata quando giungono proposte di valutazione di tecnologie innovative di risanamento

Resoconto attività a cura di Regione Lombardia

Sintesi delle attività svolte

Nel periodo di riferimento del presente documento di monitoraggio semestrale, non sono giunte ulteriori segnalazioni e proposte di tecnologie innovative per il risanamento del lago.

Macroazione C. Riattivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico

AZIONE C.1.	
STUDI PROPEDEUTICI ALLA RIATTIVAZIONE DELL'IMPIANTO	
Attività	<ul style="list-style-type: none"> - Attività C.1.0. Analisi sullo stato di consistenza dell'impianto - CONCLUSA. - Attività C.1.1. Valutazione in merito al prolungamento della tubazione di scarico dell'impianto di prelievo ipolimnico con predisposizione di sifonamento – CONCLUSA. - Attività C.1.2. Progettazione degli interventi
Risultati attesi	Tale azione concorre al completamento del processo di risanamento delle acque per il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale e di concentrazione di fosforo a lago. L'azione ha come obiettivo la progettazione degli interventi di adeguamento tecnologico e implementazione dell'impianto. Il progetto dovrà essere conforme al D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. .
Risorse finanziarie complessive	2019-2023 239.400,00 € + 35.000 € risorse interne
Soggetto coordinatore	Provincia di Varese

ATTIVITA' C.1.0	
Analisi sullo stato di consistenza dell'impianto	
Descrizione Attività	<p>Analisi della funzionalità dell'impianto di prelievo ipolimnico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verifica dello stato di conservazione dell'impianto di prelievo ipolimnico in tutte le sue componenti aeree e sommerse (tubazioni, pompe, apparecchiature, vasca di strippaggio, ecc.). - Identificazione degli interventi di adeguamento necessari con relativa stima dei costi ai fini della riattivazione dell'impianto. - Stima dei costi annuali di esercizio dell'impianto a seguito della sua riattivazione (elettricità, ossigeno, gestione, manutenzione, ecc.). - Stima dei costi di dismissione dell'impianto. - Predisposizione di un rapporto conclusivo riportante l'esito delle analisi svolte.
Localizzazione	Lago di Varese
Soggetto Attuatore	Provincia di Varese (affidamento in carico alla Società SIAI GROUP S.r.l. di Laveno Mombello)
Risorse stanziate/finanziate	46.000 € + 6.000 € per spese in personale
Cronoprogramma attività	Concluso dicembre 2017

ATTIVITA' C.1.1	
Valutazione in merito al prolungamento della tubazione di scarico dell'impianto di prelievo ipolimnico con predisposizione di sifonamento	
Descrizione Attività	<p>Attività effettuate 2019-2023</p> <p>L'attività prevede uno studio delle quote altimetriche per valutare la fattibilità tecnica di quanto segue:</p> <ul style="list-style-type: none"> - spostamento del punto di scarico sotto il ponte della SP50dir a distanza di circa 1 km dal punto di immissione attuale, in una zona distante da recettori sensibili, tramite tubazione stesa in alveo al fiume Bardello;

- realizzazione di un sifone per il funzionamento dell'impianto a gravità, con conseguente abbattimento dei costi di energia elettrica. Dovrà essere predisposta una relazione finale comprensiva di tavole descrittive con indicazione delle quote altimetriche, prime indicazioni di massima del progetto e stime di costo.
Localizzazione Lago di Varese e Fiume Bardello
Soggetto Attuatore Provincia di Varese
Risorse stanziare/finanziarie 23.000,00 € + 4.000 € per spese di personale
Cronoprogramma attività Attività conclusa ad aprile 2019

ATTIVITA' C.1.2
Progettazione Interventi
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023 Sono stati progettati gli interventi necessari alla riattivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico costituiti da opere di aggiornamento tecnologico/manutenzione, e adeguamenti finalizzati a ridurre la propagazione di cattivi odori in corrispondenza dello scarico e a migliorare la qualità delle acque immesse nel F. Bardello per la salvaguardia dell'ecosistema fluviale: Non è stato ritenuto opportuno lo spostamento dello scarico di circa 1 km più a valle lungo il fiume Bardello con funzionamento ibrido alternato: pompaggio forzato (elevate portate) o sifonamento (esigue portate).
Localizzazione Lago di Varese e Fiume Bardello
Soggetto Attuatore Provincia di Varese
Risorse stanziare 2019-2023 170.400 € + 25.000 € per spese di personale
Cronoprogramma attività Entro il 2026 (il sistema di automazione/controllo in remoto è strettamente collegato alla realizzazione degli scarichi di cui all'Attività C.2.2)

Resoconto attività a cura di Provincia di Varese

Sintesi delle attività svolte

Con riferimento a quanto previsto dal cronoprogramma, si informa che l'incarico per la progettazione e l'installazione di cartellonistica informativa relativa all'impianto di prelievo ipolimnico è stato affidato e che l'attività è in corso.

La parte relativa all'automazione dell'impianto potrà essere affrontata con l'adeguato livello di approfondimento soltanto dopo l'installazione del sistema di iniezione di aria tramite elettore Venturi (attività attualmente in corso) e dei n. 2 nuovi scarichi, poiché ad essi strettamente legata.

AZIONE C.2: ESECUZIONE DEI LAVORI
Attività <ul style="list-style-type: none"> - Attività C.2.1. Ammodernamento e adeguamento dell'impianto di prelievo ipolimnico - Attività C.2.2. Sistemazione dello scarico dell'impianto di prelievo - Attività C.2.3. Predisposizione del piano (delle specifiche) per il funzionamento dell'impianto - Attività C.2.4. Installazione di un impianto fotovoltaico

Risultati attesi
Tale azione concorre al completamento del processo di risanamento delle acque per il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale e di concentrazione di fosforo a lago attraverso la riattivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico.
Risorse finanziarie complessive
2019-2023
2.884.766,20 € + 107.000 € risorse interne (Provincia di Varese)
Soggetto coordinatore
Provincia di Varese

ATTIVITA' C.2.1
Ammodernamento e adeguamento dell'impianto di prelievo ipolimnico e realizzazione di prove sperimentali di riavvio
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023 Attuazione di una serie di interventi necessari alla riattivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico costituiti da opere di aggiornamento tecnologico/manutenzione, e adeguamenti finalizzati a ridurre la propagazione di cattivi odori in corrispondenza dello scarico e migliorare la qualità delle acque immesse nel F. Bardello a salvaguardia dell'ecosistema fluviale <ul style="list-style-type: none"> - sostituzione quadro elettrico; - sistemazione manufatto di scarico; - valvola di miscelazione per il prelievo acque superficiali; - realizzazione di prove sperimentali di riavvio; - sistema di iniezione di aria atmosferica in stazione di pompaggio tramite Eiettore Venturi; - stazione di misura qualità acque F. Bardello (rilevato e cattivi odori (H2S)) - n. 2 punti di scarico aggiuntivi nei pressi dello sbalamento (spostata su C.2.2); - cartellonistica informativa relativa all'impianto (spostata su E.2.1); - automazione impianto (spostata su E.2.1);
Localizzazione Lago di Varese
Soggetto Attuatore Provincia di Varese
Risorse stanziare 2019-2023 514.766,20 + € 28.000 € risorse di personale
Cronoprogramma attività

Resoconto attività a cura di Alessandro Canziani (Provincia di Varese)

Sintesi delle attività svolte

Con riferimento al cronoprogramma riportato nella scheda si informa che:

- Il progetto esecutivo del sistema di iniezione di aria atmosferica in stazione di pompaggio tramite Eiettore Venturi è stato approvato a dicembre 2021 e l'incarico per la realizzazione dei lavori è stato assegnato (ultimazione lavori maggio 2024).
- I lavori relativi alla stazione di misura della qualità acque del F. Bardello e al rilevatore di idrogeno solforato in aria sono stati ultimati nel 2022.
- L'incarico di progettazione della cartellonistica informativa relativa all'impianto è stato affidato a dicembre 2021, ed è in fase di attuazione. Per la definizione dei contenuti e dei materiali da utilizzare, è stato necessario sospendere l'attività al fine di raccordarsi con altre progettazioni concomitanti (Linee guida pista ciclabile, riqualificazione lungolago di Biandronno).
- Gli interventi concernenti i n. 2 punti di scarico aggiuntivi e l'automazione dell'impianto sono stati in precedenza sospesi in attesa di accertamenti relativi alla proprietà dell'impianto stesso resi necessari a seguito di documenti rinvenuti negli archivi provinciali risalenti alla fine degli anni '90, che hanno aperto nuovi scenari di valutazione. Detti accertamenti hanno identificato la Provincia come soggetto proprietario dell'impianto. Ad oggi si ritiene

necessario attendere gli esiti del sistema di iniezione di aria atmosferica prima di assumere decisioni sui n. 2 punti di scarico aggiuntivi e l'automazione dell'impianto essendo tutti e tre interventi strettamente correlati e interdipendenti.

ATTIVITA' C.2.2
Sistemazione dello scarico dell'impianto di prelievo
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023 Non si è ritenuto opportuno spostare il punto di scarico dell'impianto bensì la realizzazione di due ulteriori scarichi per ottimizzare il funzionamento dell'impianto e limitare l'impatto dello scarico.
Localizzazione Lago di Varese
Soggetto Attuatore Provincia di Varese
Risorse stanziare 2019-2023 750.833,80 €
Cronoprogramma attività Entro il 2026

Resoconto attività a cura di Provincia di Varese

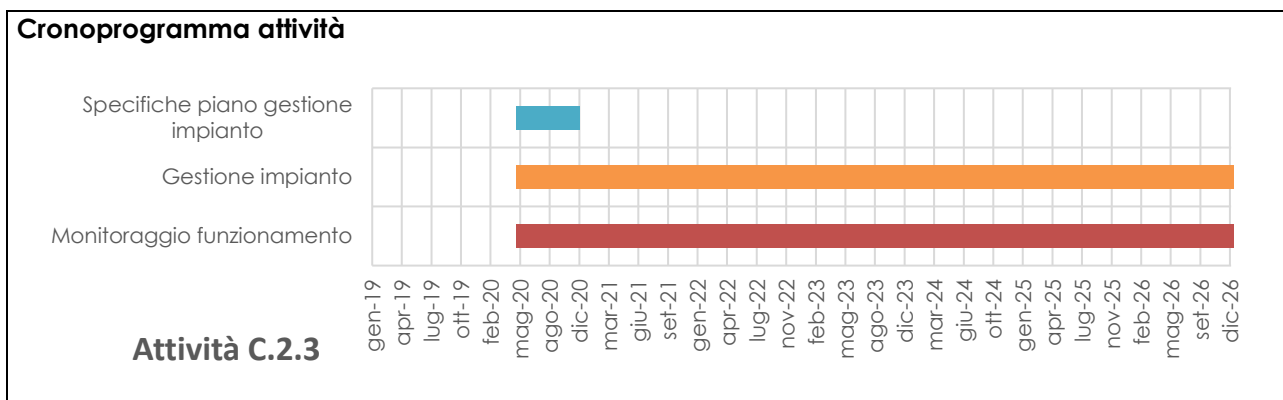
Sintesi delle attività svolte:

Con riferimento all'attività in questione, considerato quanto segue:

- l'efficacia delle migliorie tecnologiche sino ad oggi apportate all'impianto (valvola di miscelazione e controllo in remoto) per il controllo dei cattivi odori nei pressi del punto di scarico;
- le esperienze positive di gestione dell'impianto 2020, 2021, 2022;
- gli ulteriori interventi di implementazione dell'impianto in programma volti a migliorare ancora di più efficacemente la gestione della problematica (iniezione di aria e n. 2 nuovi scarichi),

Il Comitato di Vigilanza nel corso della riunione del 26.10.2022 ha deciso di stralciare l'attività C.2.2.

ATTIVITA' C.2.3
Specifiche per il funzionamento dell'impianto, gestione e monitoraggio
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023 L'attività ha previsto la redazione di un apposito piano che specifica per le diverse condizioni ambientali (livelli delle acque, concentrazioni di nutrienti, temperature dell'acqua, etc....) le condizioni di esercizio dell'impianto, al fine di prevenire eventuali impatti negativi nel lago e nel tributario, nonché i costi operativi di gestione e monitoraggio dell'impianto. Effettuati monitoraggi settimanali delle acque prelevate dall'impianto ipolimnico e suo impatto sul Bardello.
Localizzazione Lago di Varese
Soggetto Attuatore Provincia di Varese, ALFA
Risorse stanziare 2019-2023 480.000 € + 40.000 €



Resoconto attività a cura di Provincia di Varese

Sintesi delle attività svolte

Di seguito si riporta una tabella con i principali dati di funzionamento dell'impianto relativi al periodo 2020 – 2021 – 2022-2023:

	Avvio	Fermo	Giorni di esercizio	Volumi	P tot	N tot	NH ₄
2020	10/06/2020	25/12/2020	173/199 (26 gg di fermo per lavori)	7,7 Mm ³	2 ton	17,8 ton	10,5 ton
2021	21/04/2021	09/12/2021	227/233 (6 gg di fermo per guasto)	16,6 Mm ³	4 ton	37 ton	24 ton
2022	02/05/2022	17/01/2023	160 (128 gg di fermo per carenza idrica)	7,2 Mm ³	2,5 ton	17 ton	12 ton
2023	02/05/2023	13/11/2023-	186/192 (6 gg di fermo per carenza idrica)	10,8 Mm ³	2,5 ton	22,9 ton	12 ton

Per approfondimenti di dettaglio si rimanda ai giornali di esercizio dell'impianto, e ai dati chimico fisici del monitoraggio annuale eseguito da ALFA sulle acque del lago e sul F. Bardello secondo il protocollo stabilito dalla segreteria tecnica (documenti in atti d'ufficio presso Provincia di Varese).

L'esperienza di gestione degli anni passati ha evidenziato che il periodo ideale per il funzionamento dell'impianto a garanzia di un ottimale rapporto costo/beneficio, è aprile – dicembre (le date di avvio e spegnimento devono essere di anno in anno determinate in base alle risultanze delle analisi chimiche delle acque).

Durante la stagione 2023 l'impianto ha funzionato in maniera continuativa nel periodo 02.05.2023 – 13.11.2023 ad eccezione di una breve interruzione nella settimana dal 16.08 al 22.08, in cui in via precauzionale, una volta raggiunta la quota di – 35 cm rispetto allo zero idrometrico, si è preferito arrestare le macchine per rallentare l'abbassamento del livello e ridurre il rischio di criticità all'ecosistema lacustre e ai diversi usi delle acque, ciò anche alla luce di quanto accaduto in occasione della forte carenza idrica del 2022.

L'impianto è stato poi riattivato a partire dal 23.08.2023 grazie all'arrivo di piogge consistenti che hanno repentinamente innalzato il livello del lago e allontanato i rischi per il lago.

Nel 2023 l'impianto ha funzionato con 2 pompe attive su 3 a causa dell'avaria di una di esse, la cui sistemazione era programmata a fine stagione (gennaio), in concomitanza all'intervento di

installazione del sistema di iniezione di aria atmosferica (eiettore Venturi), tuttavia, a novembre, i tecnici hanno evidenziato delle anomalie nel funzionamento anche nelle altre pompe, pertanto, si è deciso di spegnere l'impianto anticipando i lavori di implementazione previsti.

Per quanto riguarda il Fiume Bardello negli anni passati è emersa la necessità di un monitoraggio più frequente nel primo tratto per assicurare il rispetto dei criteri di qualità previsti dalle Linee guida della Segreteria Tecnica, con particolare riferimento alle concentrazioni di ossigeno, parametro per il quale è prevista una soglia di sicurezza di 5 mg/l, al di sotto della quale si potrebbero verificare fenomeni di stress per alcune componenti del biota acquatico. Il valore minimo di 5 mg/l deve essere quantomeno garantito oltre la stazione di campionamento di Cocquio Trevisago (Vecchio Mulino) localizzata a circa 2.500 metri dallo scarico del prelievo ipolimnico, e a circa 2.000 metri dallo scarico del depuratore "Varese Lago" di Gavirate.

Le analisi settimanali condotte da ALFA unitamente alla sonda parametrica con misurazione in continuo installata a Cocquio Trevisago hanno registrato valori compresi tra 4 e 5 mg/l nel mese di agosto, in presenza di elevate temperature e basse portate del fiume (DMV), e nel mese di ottobre probabilmente a seguito di un parziale rimescolamento delle acque del lago dovuto ad alcuni giorni di forte vento che ha portato in superficie gli strati anossici profondi.

Le concentrazioni di ossigeno nel fiume Bardello, durante le settimane estive più calde e con ridotte portate nonché durante il periodo tardo autunnale in occasione del rimescolamento delle acque del lago, sono spesso soggette a contrazioni (< 5 mg/l) rispetto alle quali l'impianto di prelievo ipolimnico e soprattutto il depuratore di Gavirate possono esercitare un ruolo aggravante.

Nel 2023 è entrata in funzione anche una sonda per la rilevazione dell'H₂S in aria collocata nella zona del ex lavatoio di Bardello, a circa 50 metri dallo scarico delle acque ipolimniche che ha supportato i tecnici nella gestione dell'impianto.

Per quanto riguarda i cattivi odori nei pressi del punto di rilascio delle acque, anche nel 2023 non sono registrate criticità da parte dei cittadini, con i quali per tutto il periodo di funzionamento dell'impianto è stato mantenuto un contatto aperto per eventualmente intervenire con tempestività anche durante i gironi festivi con le necessarie regolazioni alle macchine.

Dal punto di vista energetico nel 2023 sono stati impiegati circa 315.000 kW/h per una spesa di circa 81.400,00 €.

ATTIVITA' C.2.4	
Installazione di un impianto fotovoltaico	
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023	Al fine di ridurre i costi energetici legati al pompaggio forzato è stato redatto il progetto esecutivo per l'installazione di un impianto fotovoltaico da circa 100 kW presso la tettoia a doppia falda del cimitero di Biandronno avente una superficie utile di circa 700 m ² (progettazione e lavori).
Localizzazione	Comune di Biandronno
Soggetto Attuatore	Provincia di Varese, Comune di Biandronno
Risorse stanziare 2019-2023	200.000 €
Cronoprogramma attività:	Avvio gara entro 6 mesi dalla sottoscrizione della convenzione Provincia di Varese-Comune di Biandronno

Sintesi delle attività svolte

Con riferimento all'attività in questione si informa che Il progetto esecutivo è stato aggiornato secondo le indicazioni del Comune di Biandronno (2022) e prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico da 100 kW/h presso le due falde della copertura del cimitero comunale, per un importo complessivo a quadro economico di 387.207,08 €.

Inizialmente il Comune aveva data disponibilità alla realizzazione del fotovoltaico soltanto su una falda a fronte della necessità di avviare nel breve periodo dei lavori di ampliamento della capacità cimiteriale che avrebbero interessato la falda opposta. Tale necessità, tuttavia, è stata superata mediante diverse soluzioni di ampliamento da parte del Comune, il quale ha successivamente dato la disponibilità all'utilizzo di entrambe le falde per l'istallazione dei pannelli fotovoltaici.

L'impianto permetterà di contribuire ai consumi energetici del prelievo ipolimnico per circa il 30% del fabbisogno annuo.

Si segnala, infine, che:

- con delibera n.83 del 11.12.2023 il Comune di Biandronno ha approvato lo schema di contratto di comodato d'uso gratuito per l'utilizzo delle coperture cimiteriali.
- con determina n 2726 del 21.12.2023 Provincia di Varese ha approvato il progetto esecutivo e attualmente è in corso l'approvazione del comodato, analogamente a quanto già predisposto dal Comune.

Macroazione D. Salvaguardia della biodiversità del lago di Varese

AZIONE D.1	
AGGIORNAMENTO DEL PIANO DI GESTIONE DELLA ZONA SPECIALE DI CONSERVAZIONE (ZSC) "ALNETE DEL LAGO DI VARESE" E DELLA ZONA DI PROTEZIONE SPECIALE (ZPS) "LAGO DI VARESE"	
Attività	<ul style="list-style-type: none"> - Attività D.1.1. Disciplina e vigilanza della navigazione sul lago. - Attività D.1.2. Valutazioni di proposte di revisione della normativa sulla navigazione - Attività D.1.3. Analisi di fattibilità per lo sviluppo di una navigazione elettrica sul lago. - Attività D.1.4. Valutazione dei livelli del lago adeguati alla protezione ambientale e all'utilizzo plurimo delle acque. - Attività D.1.5. Redazione e aggiornamento del piano di gestione della ZSC "Alnete del Lago di Varese" e della ZPS "Lago di Varese" (quadro conoscitivo, programmazione interventi, normativa) al fine di mantenere in uno stato di conservazione soddisfacente habitat e specie di interesse comunitario. - Attività D.1.6. Rilievo morfo-batimetrico del lago di Varese – CONCLUSA. - Attività D.1.7. Interventi di contenimento delle macrofite acquatiche invasive
Risultati attesi	<p>Tale azione risponde all'obiettivo di tutela delle aree protette.</p> <p>L'azione ha l'obiettivo primario di definire ed aggiornare il piano di gestione della ZSC "Alnete del Lago di Varese" e della ZPS "Lago di Varese", al fine di ottenere uno strumento utile alla valutazione della sostenibilità/coerenza delle varie attività che si vorranno proporre per il lago di Varese, rispetto agli obiettivi istitutivi delle due aree protette.</p>
Risorse finanziarie complessive	2019-2023
	129.000 € + 28.000 € di risorse interne
Soggetto coordinatore	Provincia di Varese

ATTIVITA' D.1.1.
Disciplina e vigilanza della navigazione sul lago
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023 <p>L'attività ha previsto la raccolta delle normative vigenti in materia di navigazione, linee guida per la salvaguardia del bacino e le limitazioni presenti definite dagli enti presenti sul territorio e competenti in materia.</p> <p>Inoltre, l'attività ha riguardato il controllo delle concessioni esistenti e l'eventuale regolarizzazione, il sanzionamento delle attività illecite e la rimozione con apposite ditte di natanti privi di concessione o depositati e abbandonati sulle sponde demaniali e nel canneto.</p>
Localizzazione
Lago di Varese
Soggetto Attuatore
Autorità di bacino lacuale
Risorse stanziare 2019-2023
24.000 € + risorse interne (La convenzione di 8.000 € annui alla GDF per le operazioni di controllo e vigilanza, con verbalizzazione delle operazioni).
Cronoprogramma attività

Resoconto attività a cura di Autorità di Bacino lacuale

Sono proseguite le attività con la Guardia di Finanza per i controlli diretti sul lago, per poi proseguire le indagini da terra per le occupazioni abusive e situazioni di verifica demaniale.

In corso interlocuzione con le varie associazioni sportive per le verifiche sulle concessioni demaniali in essere.

ATTIVITA' D.1.2.	
Valutazioni di proposte di revisione della normativa sulla navigazione	
Descrizione Attività	
Attività effettuate 2019-2023	Sono state condotte analisi riguardo la normativa esistente (leggi, piani, ordinanze, ecc.), unitamente ad approfondimenti/confronti relativamente ad altri laghi più omogenei a quello di Varese in relazione alle varie esigenze di tutela ambientale e fruizioni turistica.
Localizzazione	Lago di Varese
Soggetto Attuatore	Regione Lombardia e Autorità di bacino locale dei laghi Maggiore, Comabbio, Monate e Varese
Risorse stanziate 2019-2023	3.000 € risorse interne (Provincia di Varese)
Cronoprogramma attività	entro il 2026

Sintesi delle attività svolte

L'attività è stata conclusa e i risultati sono stati riportati nella prima relazione di monitoraggio semestrale. Emerge come non risultino vincoli normativi particolari rispetto all'utilizzo di imbarcazioni a motore elettrico e di conseguenza all'attivazione di un servizio pubblico sul lago di Varese.

ATTIVITA' D.1.3.	
Analisi di fattibilità per lo sviluppo di una navigazione elettrica sul lago	
Descrizione Attività	
Attività effettuate 2019-2023	Valutazioni circa l'attivazione di navigazione elettrica turistica sul lago. Proposta di creazione infrastrutturazione elettrica per attività di navigazione e ciclistica.
Localizzazione	Lago di Varese
Soggetto Attuatore	Comune di Varese, AdB Maggiore
Risorse stanziate 2019-2023	0 €
Cronoprogramma attività	

Sintesi delle attività svolte

Tale attività non è stata implementata nel presente periodo di rendicontazione

ATTIVITA' D.1.4.	
Valutazione dei livelli del lago adeguati alla protezione ambientale e all'utilizzo plurimo delle acque	
Descrizione Attività	
Attività effettuate 2019-2023	

Revisione sperimentale delle modalità di regolazione del livello idrico del lago in relazione al funzionamento dell'impianto di prelievo ipolimnico in coordinamento con il Consorzio delle acque utenti fiume Bardello. Posizionamento di apposita strumentazione per la misurazione dei livelli e delle portate in uscita a lago.
Localizzazione Lago di Varese e Fiume Bardello
Soggetto Attuatore Provincia di Varese
Risorse stanziare 2019-2023 27.000 €
Cronoprogramma attività: entro il 2026

Resoconto attività a cura di Provincia di Varese

Sintesi delle attività svolte

Attività non svolta nel presente periodo di rendicontazione

ATTIVITA' D.1.5.
Redazione e aggiornamento del piano di gestione della ZSC "Alnete del Lago di Varese" e della ZPS "Lago di Varese" (quadro conoscitivo, programmazione interventi, normativa) al fine di mantenere in uno stato di conservazione soddisfacente habitat e specie di interesse comunitario.
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023 Valutazioni finalizzate a individuare gli aspetti da approfondire nel piano anche in relazione a quanto emerso nell'ambito dell'attività AQST e all'aggiornamento delle misure di conservazione in corso.
Localizzazione Lago di Varese
Soggetto Attuatore Provincia di Varese
Risorse stanziare 2019-2023 35.000 € (somma già prevista nell'accordo Regione Provincia)
Cronoprogramma attività Si prevede avvio procedimento entro il 2023. A partire dall'assegnazione dell'incarico si stima in 18/20 mesi il tempo necessario per la realizzazione del piano e sua formale approvazione con delibera di giunta provinciale.

Resoconto attività a cura di Provincia di Varese

Sintesi delle attività svolte

Sono in corso di analisi le risultanze dei monitoraggi eseguiti tramite telerilevamento dal CNR – IREA relativi agli anni 2020-2021-2022-2023, che evidenziano, tra i vari aspetti, una significativa presenza di popolamenti del genere Elodea sui fondali del Lago di Varese.

Durante la stagione 2023, al pari di quanto accaduto nel 2020, si è verificato un abnorme proliferazione di Elodea nuttalli (specie esotica invasiva) nelle acque antistanti il porto di Cazzago Brabbia, con ingenti accumuli di biomassa vegetale sulla costa per un tratto di circa 1,4 km. Particolarmente intenso è stato l'impegno dei mezzi del servizio annuale di sfalcio appaltato da Provincia, per liberare quantomeno le parti spondali interessate da fruizione antropica (porto di Cazzago e aree limitrofe).

Alla luce dell'accaduto, si ritiene necessario procedere con approfondimenti di dettaglio per affrontare in maniera efficace il fenomeno nel caso dovesse nuovamente presentarsi nei prossimi anni (analisi della normativa e degli aspetti tecnici di intervento).

I monitoraggi del CNR – IREA, unitamente agli approfondimenti di cui sopra, permetteranno di aggiornare il piano di gestione e sfalcio delle macrofite del Lago di Varese, ad includere anche delle indicazioni pratiche di intervento per il contenimento della specie *Elodea nuttalli*.

E' in corso, inoltre, un confronto con gli uffici competenti di Regione Lombardia per delineare il percorso finalizzato alla stesura del piano di gestione della ZPS/ZSC "Lago di Varese", in relazione a recenti modifiche normative, nonché in coerenza all'aggiornamento delle misure di conservazione della ZSC "Alnete del Lago di Varese" proposte da Regione a seguito di una richiesta di adeguamento della Commissione Europea (messa in mora e procedura di infrazione).

ATTIVITA' D.1.6.	
Rilievo morfo-batimetrico del lago di Varese	
Descrizione Attività	Si prevede la realizzazione di un nuovo rilievo morfo-batimetrico del lago, con un dettaglio elevato in corrispondenza delle sponde, al fine di avere indicazioni precise sui volumi di invaso alle diverse quote idrometriche. Il rilievo si estenderà anche alle fasce spondali emerse per ottenere informazioni sulle aree oggetto di esondazioni alle quote superiori allo zero idrometrico.
Localizzazione	Lago di Varese
Soggetto Attuatore	Provincia di Varese
Risorse stanziate/finanziate	
Cronoprogramma attività:	Conclusa II semestre 2020

AZIONE D.2	
PREDISPOSIZIONE DI UN PIANO TRIENNALE DI RIEQUILIBRIO DELLA FAUNA ITTICA	
Attività	<p>Sviluppo di un progetto per il riequilibrio della fauna ittica del lago, anche attraverso la creazione di un mercato del pesce pescato.</p> <ul style="list-style-type: none"> - D.2.1. Adeguamento delle attrezzature di pesca e delle infrastrutture per il conferimento del pescato. - D.2.2. Sfoltimento sostanziale delle specie alloctone (in particolare siluro, carassi, gardon, gambero della luisiana). - D.2.3. Potenziamento delle azioni volte al ripopolamento e tutela delle specie pregiate autoctone (anguilla, alborella, triotto, persico, gambero di fiume), anche attraverso la riqualificazione incubatoio ittico a Gvirate e la creazione di habitat per i pesci tramite posizionamento fascine sul fondo - D.2.4. Attivazione del mercato
Risultati attesi	<p>Tale azione risponde all'obiettivo di miglioramento delle attività legate agli usi delle acque. Obiettivo dell'azione è la creazione delle condizioni necessarie per innescare un processo naturale di riequilibrio delle specie ittiche presenti nel lago.</p> <p>Le attività prevedono un iniziale piano di intervento triennale che, parallelamente agli effetti delle Macroazioni A e C, possa garantire una diminuzione delle presenze delle specie alloctone ed un progressivo miglioramento dei rapporti fra le specie presenti ed in competizione.</p>

Soggetto coordinatore

Regione Lombardia, Cooperativa Pescatori Lago di Varese

Sintesi delle attività svolte

La nuova Azione è stata inserita dopo la riunione del CC del 18 ottobre 2022, sulla base di una proposta di attività presentata dalla Cooperativa Pescatori del lago di Varese.

La declinazione dell'azione nelle sue linee di attività è attualmente in corso.

Macroazione E. Comunicazione, promozione attività AQST e sensibilizzazione cittadini

AZIONE E.1	
Comunicazione e divulgazione dei contenuti e delle attività dell'accordo	
Attività	<ul style="list-style-type: none"> - Attività E.1.1. Predisposizione di un sito web relativo all'AQST - Attività E.1.2. Organizzazione di incontri tematici sul territorio
Risultati attesi	L'azione ha l'obiettivo primario di portare a conoscenza degli interessati gli obiettivi, le azioni e i risultati conseguiti delle attività dell'AQST.
Risorse finanziarie complessive	<p><u>2019-2023</u></p> <p>160.000 €</p>
Soggetto coordinatore	Regione Lombardia

ATTIVITA' E.1.1.	
Predisposizione di un sito web relativo all'AQST	
Descrizione Attività	
Attività effettuate 2019-2023	Predisposizione da parte di Regione Lombardia di un sito web dedicato all'AQST, all'interno del quale verranno riportati documenti e informazioni delle attività portate avanti all'interno dell'accordo stesso dai vari soggetti sottoscrittori a vario titolo interessati.
Localizzazione	
Soggetto Attuatore	Regione Lombardia
Risorse stanziate 2019-2023	Risorse interne
Cronoprogramma attività	L'attività prosegue per tutta la durata dell'Accordo
<i>Resoconto attività a cura di Regione Lombardia</i>	

Sintesi delle attività svolte

Nel mese di marzo del 2019 è stato predisposto il sito internet dell'AQST da parte di Regione Lombardia, che contiene tutte le informazioni e gli stati di avanzamento del Programma d'Azione, presente al seguente link: www.lagodivarese.regione.lombardia.it

Inoltre è stata predisposta una casella di posta istituzionale per le comunicazioni inerenti l'Accordo: tutela_lagovarese@regione.lombardia.it

Il sito è continuamente aggiornato.

Inoltre, a giugno 2022 sul sito è stata creata una nuova sezione intitolata "Stato del lago", dove è possibile reperire tutte le principali informazioni relative allo stato di salute del lago.

La sezione è nata in affiancamento all'iniziativa promossa da ALFA in merito alla realizzazione di pannelli informativi nei pressi del lago, principalmente al fine di sensibilizzare i cittadini sul fenomeno delle fioriture algali.

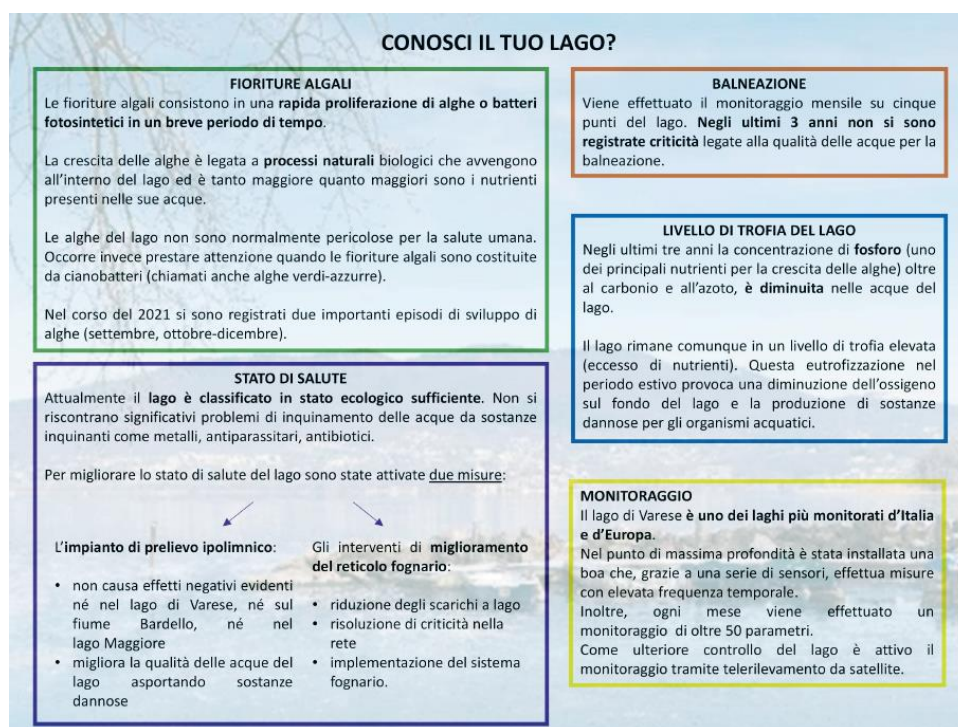


Figura 9. Immagine di apertura della sezione "Lo stato del lago"

All'interno della nuova sezione sono riportate una serie di informazioni su tematiche ambientali ed ecologiche il cui elenco si trova nella immagine seguente, ma anche i dati raccolti dagli enti impegnati nelle attività di monitoraggio svolte all'interno dell'AQST, in particolare:

- dati ARPA:
 - o provenienti dai sensori installati sulla boa limnologica (grafici di ossigeno, pH, temperatura dell'aria, temperatura dell'acqua, aggiornati ogni settimana e file dei dati grezzi pubblicati mensilmente);
 - o derivanti dal monitoraggio ordinario, con un focus sul fosforo;
- dati ATS relativi al monitoraggio dei parametri microbiologici e algali ai fini della balneazione;
- bollettini di CNR IREA sui dati del telerilevamento da satellite per lo studio di cianobatteri e macrofite acquatiche.

ATTIVITA' E.1.2.
Organizzazione di incontri tematici sul territorio
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023 L'attività ha riguardato l'organizzazione di incontri tematici annuali sul territorio per illustrare agli interessati le attività e i risultati conseguiti dalle attività messe in campo dall'AQST.
Localizzazione
Soggetto Attuatore Regione Lombardia
Risorse stanziare 2019-2023 160.000 €
Cronoprogramma attività L'attività riveste carattere di continuità lungo tutta la durata dell'accordo.

Sintesi delle attività svolte

Il Collegio di Vigilanza del 30 maggio 2023 ha prevista l'organizzazione di una riunione aperta al pubblico il 23 settembre 2023, all'interno della quale è stato approvato il nuovo Programma d'Azione 2024-2026.

AZIONE E.2	
Sensibilizzazione dei cittadini, degli addetti ai lavori e delle imprese, e attività di citizen science	
Attività	<ul style="list-style-type: none">- Attività E.2.1. Attività di divulgazione, didattica ambientale e altre iniziative di coinvolgimento (anche di partecipazione economica)- Attività E.2.2. Realizzazione di percorsi formativi e di incontri tematici per varie tipologie di soggetti
Risultati attesi	<p>L'azione ha come obiettivi principali:</p> <ul style="list-style-type: none">- creare/rafforzare una rete collaborativa tra tutti i soggetti che con ruoli diversi agiscono sulla qualità del lago (pianificazione, controllo, fruizione, ...)- aumentare la conoscenza dell'ecosistema anche per dare un significato concreto ai vincoli posti dal Piano di Gestione di cui all'attività D.1.5 presso gli amministratori e i tecnici degli Enti Territoriali coinvolti- realizzare iniziative finalizzate a informare e sensibilizzare i vari soggetti pubblici e privati territorialmente interessati sulle tematiche del lago e sulle attività promosse dall'AQST coinvolgendoli anche nel mantenimento nel tempo dei risultati raggiunti.- Attivare meccanismi virtuosi di coinvolgimento delle scuole per consentire l'avvicinamento e la progressiva conoscenza approfondita ai temi dell'ambiente del lago, anche sfruttando le risorse e le conoscenze della Cooperativa dei Pescatori, le aree dedicate alle nursery e l'incubatoio posto alla foce del torrente Tinella
Risorse finanziarie complessive	
<u>2019-2023</u>	
	49.500 € +18.000 di spese di personale
Soggetto coordinatore	
	Provincia di Varese

ATTIVITA' E.2.1.	
Attività di divulgazione, didattica ambientale e altre iniziative di coinvolgimento (anche di partecipazione economica)	
Descrizione Attività	
Attività effettuate 2019-2023	
Promozione da parte di Provincia, in collaborazione con il Politecnico di Milano, presso il Padiglione Italia 2021 - Comunità resilienti (Mostra di Architettura - Biennale di Venezia) dell'esperienza virtuosa condotta nell'ambito dell'AQST mediante un video illustrativo: attività conclusa novembre 2021.	
Organizzazione della giornata "Fondali puliti" da parte del Comune di Varese con i musei civici, presso l'isolino Virginia e altre iniziative dei comuni (Cazzago, Gavirate) circa la pulizia delle spiagge o dei fondali.	
Installazione di cartellonistica informativa, da parte di ALFA, nei punti di maggior rilevanza lungo le sponde lacustri (pista ciclabile, aree portuali, passeggiate lungolago, zona di posizionamento dell'impianto di prelievo ipolimnico – in riferimento all'attività C.1.2, ecc.) con approfondimenti sito specifici riguardanti ad esempio: gli interventi di miglioramento della qualità delle acque attivate, le peculiarità naturalistiche dei luoghi, gli elementi di interesse storico culturale, ecc.	
Nell'ambito del coinvolgimento degli istituti scolastici:	
<ul style="list-style-type: none">- Attività di predisposizione del logo: attività conclusa 2020;	

<ul style="list-style-type: none"> - Partecipazione al programma Green School con la proposta di attività didattiche sui temi AQST: attività conclusa 2021; - Supporto all'attività di didattica e ricerca dell'Università dell'Insubria di Varese - Dipartimento di scienza e alta tecnologia: Tesi di ricerca "Elaborazione modellistica descrittiva relativa alla propagazione di cattivi odori nei pressi del punto scarico" - Realizzazione di percorsi di alternanza scuola-lavoro, da parte di Provincia, su attività relative all'impianto di prelievo ipolimnico
Stima risorse necessarie 12.000 + 6.000 € spese di personale (Provincia di Varese)
Localizzazione Provincia di Varese con particolare riferimento alla zona del lago di Varese
Soggetto Attuatore Camera di Commercio, Provincia di Varese, Regione Lombardia
Risorse stanziare 2019-2023 14.000 € (Biennale Venezia) 11.000 € (cartellonistica impianto prelievo ipolimnico)
Cronoprogramma attività Da definire sulla base delle iniziative

Resoconto attività a cura di Regione Lombardia

Sintesi delle attività svolte

Attività non svolta in questo semestre di monitoraggio.

ATTIVITA' E.2.2.
Realizzazione di percorsi formativi e di incontri tematici per varie tipologie di soggetti
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023 L'attività ha previsto la predisposizione di percorsi formativi
Localizzazione
Soggetto Attuatore Regione Lombardia, ATS Insubria
Risorse stanziare 2019-2023 In fase di rendicontazione
Cronoprogramma attività Da definire sulla base delle iniziative

Resoconto attività a cura di Provincia di Varese

Sintesi delle attività svolte

- Con riferimento al programma Green School a partire dal 2020 sono state progettate e proposte una serie di attività didattiche che hanno trovato soltanto una parziale attuazione a causa dell'emergenza sanitaria. L'attività è da ritenersi conclusa.
- In accoglimento di una proposta da parte dell'Università Insubria di Varese, nella persona della ricercatrice Cristiana Morosini, è stata attivata una tesi di studio sul tema della modellistica di dispersione spaziale dell'idrogeno solforato nei pressi del punto di scarico del prelievo ipolimnico (Convenzione Provincia di Varese – Università Insubria). L'attività è da ritenersi conclusa.

ATTIVITA' E.2.3.
Cartellonistica informativa e stampa materiale divulgativo
<p>Descrizione Attività</p> <p>Installazione di cartellonistica informativa nei punti di maggior rilevanza lungo le sponde lacustri (pista ciclabile, aree portuali, passeggiate lungolago, zona di posizionamento dell'impianto di prelievo ipolimnico, ecc.) con approfondimenti sito specifici riguardanti ad esempio: gli interventi di miglioramento della qualità delle acque attivati, le peculiarità naturalistiche dei luoghi, gli elementi di interesse storico culturale, ecc.</p> <p>In aggiunta si prevede la realizzazione di materiale divulgativo sui principali temi affrontati dall'AQST (opuscoli pieghevoli) da distribuire presso spazi pubblici e in occasione di eventi.</p>
<p>Soggetto Attuatore</p> <p>Provincia di Varese, Camera di Commercio</p>
<p>Cronoprogramma attività</p> <p>L'attività è in corso.</p>

Resoconto attività a cura di Provincia di Varese)

Sintesi delle attività svolte

Con riferimento al tema in questione si segnala che è in corso l'attività di progettazione e installazione di cartellonistica informativa presso le strutture dell'impianto di prelievo ipolimnico nei comuni di Gavirate e Biandronno (incarico affidato a dicembre 2021, vedasi attività C.1.2 e C.2.1).

ATTIVITA' E.2.4.
Sviluppo di forme di partecipazione economica da parte dei cittadini, delle Amministrazioni locali e delle imprese alle spese di risanamento del lago
<p>Descrizione Attività</p> <p>Individuazione di azioni finalizzate al reperimento di fondi per la gestione dell'impianto, come ad esempio l'utilizzo di una quota parte dell'importo del biglietto della navigazione turistica, la realizzazione di eventi, ecc.</p>
<p>Soggetto Attuatore</p> <p>Provincia di Varese</p>
<p>Cronoprogramma attività</p> <p>Attività non avviata in questo semestre di monitoraggio</p>

Resoconto attività a cura di Regione Lombardia

Sintesi delle attività svolte

Attività non svolta in questo semestre di monitoraggio.

ATTIVITA' E.2.5.
Giornata regionale del "Verde Pulito" dedicata al lago
Descrizione Attività <p>Realizzazione della giornata regionale del "Verde Pulito" dedicata al lago (L.R. 14/1991) in contemporanea tra tutti i comuni rivieraschi con lo scopo di informare, sensibilizzare e coinvolgere i cittadini sulle tematiche del lago anche attraverso azioni concrete di valorizzazione (pulizia, cura del verde, ecc.). Sono chiamati a partecipare a tale giornata i soggetti territorialmente interessati pubblici e privati: comuni di rivieraschi e non, associazioni, protezione civile, scolaresche, ecc.</p>
Soggetto Attuatore <p>Associazione dei Comuni rivieraschi</p>
Cronoprogramma attività <p>Attività non avviata in questo semestre di monitoraggio</p>

Resoconto attività a cura di Regione Lombardia

Sintesi delle attività svolte

Attività non svolta in questo semestre di monitoraggio.

ATTIVITA' E.2.6.
Realizzazione di percorsi formativi e di incontri tematici per varie tipologie di soggetti
Descrizione Attività <p>L'attività prevede la predisposizione di percorsi formativi dedicati a:</p> <p><u>Dipendenti della Pubblica Amministrazione</u> (Comuni, Provincia, Comunità Montana) (finanziabili con FSE)</p> <p><u>Amministratori pubblici e Volontari</u></p> <p><u>Cittadini</u></p> <p><u>Imprese</u></p> <p><u>Società Canottieri Varese A.S.D e A.S.D. Canottieri Gavirate</u></p> <p>La formazione riguarderà in generale i seguenti aspetti, articolati a seconda dei diversi target:</p> <ul style="list-style-type: none"> - fondamenti di ecologia: la biodiversità, habitat e specie protette aree collinari, forestali, aree umide lacuali e di sponda, le funzioni ecosistemiche - la valutazione dello stato di un habitat (monitoraggi, ...) - le specie aliene invasive (vie di ingresso, metodi di prevenzione, metodi di gestione) - le criticità della coabitazione con le esigenze antropiche (impatti reversibili, irreversibili, la frammentazione degli habitat, le connessioni ecologiche) e i servizi che gli ecosistemi forniscono alle attività antropiche (ossigeno, mitigazione climatica, processi del ciclo degli elementi nella matrice suolo e di impollinazione a supporto delle produzioni alimentari, ...) - l'importanza di una pesca sostenibile e moderna (professionale e sportiva) per la gestione nel tempo della biodiversità e per il contenimento delle specie invasive - la gestione delle risorse naturali (acqua, suolo, ...) - la normativa (Direttive "Natura", VINCA, VAS, VIA chi fa cosa, quali competenze occorrono), il sistema dei controlli, della sorveglianza e delle sanzioni - esempi di buone pratiche (gestione e fruizione del territorio, agricoltura, attività ludiche, ...) - la pianificazione territoriale (reti ecologiche, Rete Natura 2000)

- la governance
- il coinvolgimento di portatori di interesse per rete sociale, per networking per partecipare a bandi di finanziamento, per mantenere i risultati ambientali
- la gestione del volontariato nei temi ambientali
- la comunicazione dei temi ambientali
- contributi del pubblico alle Valutazioni Ambientali (VAS, VIA, VINCA)
- i monitoraggi ambientali con il contributo della Citizen Science
- lo sviluppo sostenibile (Agenda ONU 2030 e la strategia regionale)

La formazione e gli eventi informativi verranno realizzati nell'ambito delle azioni del progetto Life IP "Gestire 2020" (www.naturachevale.it) che vede la DG Ambiente e Clima di Regione Lombardia come capofila; per alcuni soggetti target la formazione sarà organizzata in collaborazione con ATS Insubria

Soggetto Attuatore

Regione Lombardia, ATS Insubria

Cronoprogramma attività

Attività avviata nel corso del 2020

Resoconto attività a cura di Regione Lombardia

Sintesi delle attività svolte

Attività non svolta in questo semestre di monitoraggio.

Macroazione F. Attività di sviluppo e valorizzazione territoriale delle sponde e della pista ciclabile

AZIONE F.1 Valorizzazione della zona sponale e della pista ciclabile	
Attività:	<ul style="list-style-type: none"> - F.1.1. Redazione di uno studio/progetto di inquadramento territoriale/paesaggistico finalizzato a promuovere la fruibilità del lago di Varese in special modo valorizzando la pista ciclabile circumlacuale - F.1.2. Effettuazione interventi e lavori individuati nella fase progettuale
Risultati attesi	L'azione ha l'obiettivo primario di progettare e realizzare opere destinate ad una valorizzazione del territorio circumlacuale favorendo una visione paesaggistica unitaria e rivitalizzando, anche con opere di elettrificazione, la pista ciclabile esistente, favorendo una migliore offerta turistica
Risorse finanziarie complessive <u>2019-2023</u> 50.000 €	
Soggetto coordinatore Associazione comuni rivieraschi	

ATTIVITA' F.1.1	
Redazione di uno studio/progetto di inquadramento territoriale/paesaggistico finalizzato a promuovere la fruibilità del lago di Varese in special modo valorizzando la pista ciclabile circumlacuale	
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023	L'attività ha previsto la redazione di un progetto d'insieme per lo sviluppo di azioni puntuali di riqualificazione di zone del lago mantenendo una visione unitaria dal punto di vista territoriale e paesaggistico.
Conclusa	
Localizzazione Lago di Varese	
Soggetto Attuatore Associazione Comuni rivieraschi, Camera di Commercio, Regione Lombardia	
Risorse stanziate 2019-2023 50.000 €	
Cronoprogramma attività Fine attività dicembre 2020	

Resoconto attività a cura di Regione Lombardia

Sintesi delle attività svolte

Da aprile 2021 sono iniziate le attività previste dall'accordo di collaborazione tra Regione Lombardia, Camera di Commercio (per conto anche dei comuni rivieraschi) e Politecnico di Milano.

Nel corso dei primi mesi del 2022 sono stati prodotti e presentati i risultati finali del progetto.

In definitiva dal confronto con i comuni, sono state individuate 12 proposte di intervento, oltre ad altre 5 finanziate con il Piano Lombardia (L.R. 9/20).

Tra i progetti finanziati con il Piano Lombardia, in corso di realizzazione:

- Progetto di riqualificazione della sponda lacuale a Cazzago Brabbia;
- Interventi per la sistemazione dell'assetto fognario e per la gestione sostenibile delle acque meteoriche a Cazzago Brabbia;

- Ripristino continuità ecologica nei pressi del campeggio di Azzate;
- Interventi di riqualificazione naturalistica delle sponde del lago di Varese presso le chiuse del Bardello;
- Interventi sperimentali di contenimento di *Nelumbo nucifera* e di *Elodea nuttallii*, e ringiovanimento del canneto nel lago di Varese (Azzate, Biandronno, Cazzago Brabbia)

ATTIVITA' F.1.2.
Supporto all'effettuazione interventi e lavori individuati nella fase progettuale
Descrizione Attività Attività effettuate 2019-2023 Coordinamento interventi di manutenzione straordinaria della pista ciclabile del lago di Varese sulla base di un finanziamento regionale di 350.000 € (DGR 3531 del 05/08/2020 e DGR 3749 del 30/10/2020). Sviluppo del progetto di riqualificazione del lungolago di Biandronno nell'ambito dell'ASL. Riqualificazione sponda lacustre in comune di Cazzago Brabbia (Bando laghi). Interventi di riqualificazione della funzionalità ecologica delle sponde e contenimento specie esotiche (Provincia di Varese – Bando laghi). Analisi di progettualità sinergiche rispetto al quadro definito (Riqualificazione Campeggio di Azzate).
Localizzazione Lago di Varese
Soggetto Attuatore Associazione Comuni rivieraschi, Camera di Commercio
Risorse stanziare 2019-2023 0 €
Cronoprogramma attività

Resoconto attività a cura di Regione Lombardia

Sintesi delle attività svolte

Nel primo semestre sono svolte alcune riunioni con la proprietà del campeggio di Azzate per valutazioni propedeutiche utili all'indirizzo nella progettazione e realizzazione dell'intervento.

Sono inoltre proseguite le attività di realizzazione dei progetti finanziati all'interno della L.r. 9/20 sopra indicati.