



## **IV Relazione di monitoraggio sullo stato di attuazione dell'AQST**

**APRILE 2021**

## 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 .....	28
Macroazione C. Riattivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico .....	106
Macroazione D. Salvaguardia della biodiversità del lago di Varese.....	112
Macroazione E. Comunicazione, promozione attività AQST e sensibilizzazione cittadini.....	118
Macroazione F. Attività di sviluppo e valorizzazione territoriale delle sponde e della pista ciclabile .....	125
Allegato 1 – Cronoprogramma Attività A.1.2	
Allegato 2 – Dati quali-quantitativi monitoraggio sfiori Attività A.1.3	
Allegato 3 – Relazione dettagliata sul monitoraggio Azione B.1	
Allegato 4 – Relazione sul funzionamento dell'impianto di prelievo ipolimnico Attività C.2.3	
Allegato 5 – Relazione sullo studio batimetrico del lago Attività D.1.6	

## 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 Comitato di Coordinamento (art. 8).

Il Comitato di Coordinamento (CC) valuta tali relazioni (art. 7) durante la seduta plenaria convocata dal Presidente.

Durante la riunione del 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 luglio-dicembre 2020.

## INCONTRI

### 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 dei mesi da luglio 2020 a dicembre 2020 sono state organizzate 8 riunioni di Segreteria Tecnica:

- Riunione del 2 luglio 2020: riunione del cosiddetto "GdL scarichi" in relazione alla presenza di scarichi anomali presso i comuni di Gavirate e Barasso
- Riunione dell'8 agosto 2020: incontro del "GdL navigazione elettrica" per valutazioni in merito a proposta da parte di alcuni cittadini;
- Riunione del 22 settembre 2020: riunione del "GdL scarichi" di approfondimento della presenza dello scarico anomalo presso il rio Boschetti tra i comuni di Gavirate e Barasso;
- Riunione del 27 ottobre 2020: incontro del "GdL navigazione elettrica" con alcuni operatori privati per valutare una possibile proposta di offerta turistica per la stagione estiva del 2021.
- Riunione del 23 novembre 2020 di preparazione al Comitato di Coordinamento del 4 dicembre

Il Comitato di coordinamento si è riunito in data 11 luglio in occasione del riavvio dell'impianto di prelievo ipolimnico e del convegno aperto per presentare i risultati del primo anno di attività dell'AQST, nonché in data 4 dicembre per una valutazione dell'avanzamento delle attività.

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

#### 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

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

#### Azione B.1. Monitoraggio della qualità delle acque del lago e suo immissario

Attività B.1.1. Installazione di boe, per il monitoraggio delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e dello sviluppo di popolamenti di cianobatteri

Attività B.1.2. 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 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 e realizzazione di prove sperimentali di riavvio

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, gestione e monitoraggio

Attività C.2.4. Installazione impianto fotovoltaico

#### **Macroazione D. Salvaguardia e tutela dell'area protetta 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 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

##### Azione D.2. Predisposizione di un piano triennale di riequilibrio della fauna ittica presente nel lago da attuare attraverso azioni parallele di pesca di sfoltimento e gestione del pescato e delle immissioni.

#### **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 e attività di citizen science

Attività E.2.1. Divulgazione e didattica ambientale per i cittadini

Attività E.2.2. Coinvolgimento degli istituti scolastici

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**

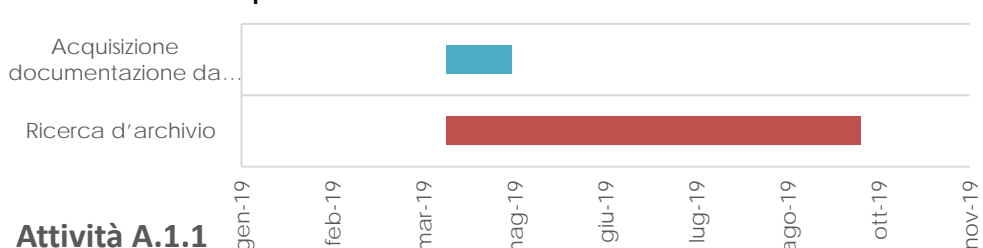
##### Azione F.1. Valorizzazione della zona spondale e della pista ciclabile

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	
<b>Attività</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Attività A.1.1. Raccolta e organizzazione delle segnalazioni circa il malfunzionamento del sistema fognario.</li> <li>- Attività A.1.2. Rilievo topografico del reticolo fognario nel bacino del lago di Varese</li> <li>- Attività A.1.3. Studio dei carichi sfiorati in tempo di pioggia dagli sfioratori fognari</li> <li>- Attività A.1.4. Censimento e valutazione degli scarichi esistenti nel bacino del lago</li> </ul>
<b>Risultati attesi</b>	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.
<b>Soggetto coordinatore</b>	Ufficio d'Ambito di Varese

ATTIVITÀ A.1.1	
Raccolta e organizzazione delle segnalazioni circa il malfunzionamento del sistema fognario	
<b>Descrizione Attività</b>	Ricerca negli archivi ARPA di comunicazioni di qualsiasi tipo inerenti malfunzionamenti del sistema di collettamento e depurazione con possibile sversamento di reflui fognari in ambiente nel bacino imbrifero del Lago di Varese, a partire dal 2016. Si prevede l'emissione di un report di riepilogazione degli eventi suddiviso per Comune con eventuale rappresentazione cartografica.
<b>Soggetto Attuatore</b>	ARPA Lombardia - U.O.C. APC Varese
<b>Cronoprogramma delle attività previsto:</b>	 <p><b>Attività A.1.1</b></p> <p>gen-19   feb-19   mar-19   mag-19   giu-19   lug-19   ago-19   ott-19   nov-19</p>
<u>L'attività si è svolta e si è conclusa nei tempi previsti dal cronoprogramma</u>	

### Sintesi delle attività svolte

Le principali criticità riscontrate, all'interno dell'attività, sono in corso di risoluzione e 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
<p><b>Descrizione Attività</b></p> <p>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 comunale al fine di individuare gli interventi necessari per l'adeguamento del reticolo dal punto di vista funzionale, anche rispetto alla normativa regionale in materia.</p>
<p><b>Soggetto Attuatore</b></p> <p>ALFA</p>
<p>L'attività avrà durata di <b>910 giorni naturali consecutivi (al netto del ribasso d'asta)</b>.</p> <div> <div>Rilievo topografico del reticolo fognario</div> <div> <p>Attività A.1.2</p> </div> </div>

*Resoconto attività a cura di Giovanna Ruggiero (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. Alla società aggiudicatrice è stato trasmesso tutto il materiale reperito dalla Società di Tutela del Lago di Varese e Comabbio S.p.a. e laddove mancante si è provveduto o si sta provvedendo a richiedere ai vari comuni tutti i dati sul reticolo fognario in loro possesso.

Al fine di velocizzare i rilievi e le restituzioni degli stessi, tra i requisiti dell'appalto è stato richiesto la messa a disposizione di un portale dal quale monitorare, in tempo reale, l'avanzamento lavori, attraverso il quale, con cadenza settimanale, vengono trasmessi ad Alfa i dati grezzi raccolti.

Mediante il sito condiviso, da remoto è possibile effettuare una prima verifica sulla conformità e congruenza dei dati rilevati con lo storico trasmesso dagli enti e, successivamente, mediante le verifiche in campo, è possibile risolvere eventuali problematiche in corso d'opera e quindi velocizzare successivamente la fase di collaudo del dato.

A causa dell'emergenza COVID, l'attività in oggetto ha subito un rallentamento di diversi mesi così come indicato nella nota prot. n. 0012294/2020 del 30/03/2020, di conseguenza il cronoprogramma è stato aggiornato ed allegato al precedente aggiornamento della relazione.

In base all'avanzamento delle attività, il cronoprogramma è stato nuovamente aggiornato e si ritrova allegato alla presente relazione come Allegato 1.

Si precisa che le tempistiche, riportate nell'Allegato 1, riguardano le sole attività di campo, seguiranno i collaudi che impiegheranno la restante parte dell'appalto, con chiusura delle attività nel primo semestre del 2022.

Come concordato nelle varie riunioni della Segreteria Tecnica e del Comitato di Coordinamento, per i comuni ricadenti in due diversi agglomerati, è prevista una prima ricognizione delle reti affluenti

all'impianto di Gavirate e quindi di interesse dell'AOST e successivamente, una volta ultimate le reti dell'agglomerato, si passerà alle reti gravanti su altri agglomerati e impianti.

Si precisa che per alcuni dei comuni gravanti su due diversi agglomerati sono cominciati i rilievi e nella tabella seguente si trasmettono le info relative ai comuni rilevati o in corso di rilievo:

N.	COMUNE	COMPLETO/PARZIALE	STATO DI AVANZAMENTO	KM RILEVATI
1	Casale litta	Parziale: solo aliquota di rete ricadente nell'agglomerato di Gavirate	Terminato - la consegna completa e collaudabile sarà consegnata una volta rilevato anche l'aliquota di rete ricadente in altro agglomerato	3,491
2	Varese	Parziale: solo aliquota di rete ricadente nell'agglomerato di Gavirate	In corso - terminerà entro fine 2021	98,746
3	Buguggiate	Completo	In corso - rilievo in campo terminerà quest'anno	12,893
4	Brunello	Completo: - Terminata aliquota di rete ricadente nell'agglomerato di Gavirate - Iniziato il rilievo della parte gravante su altri impianti	La consegna completa e collaudabile sarà consegnata una volta rilevato anche l'aliquota di rete ricadente in altro agglomerato AOST: 1,092 km Altro agglomerato: 8,514 km	9,606
5	Galliate Lombardo	Completo	Terminato - consegnato e collaudato	17,575
6	Daverio	Completo: - terminata aliquota di rete ricadente nell'agglomerato di Gavirate - cominciato il rilievo della parte gravante su altri impianti	Terminato aliquota ricadente nell'agglomerato di Gavirate - consegnato ma da collaudare In corso la restante parte AOST: 20,548 km Altro agglomerato: 3,436 km	23,984
7	Bodio Lomnago	Completo	Terminato - consegnato ma da collaudare	34,344
8	Cazzago Brabbia	Completo	Terminato - consegnato, verificato ma da collaudare	14,853
9	Biandronno	Completo	Terminato - consegnato, verificato ma da collaudare	34,423
10	Bardello	Completo	Terminato - consegnato, verificato ma da collaudare	15,072
11	Inarzo	Completo	Terminato - consegnato, verificato ma da collaudare	12,528
12	Azzate	Completo	Terminato - consegnato e in corso di verifica	43,568
13	Gavirate	Completo	Terminato - in corso la restituzione	75,600
14	Barasso	Completo	In corso	20,723
15	Mercallo	Completo	Terminato - consegnato e da verificare	16,663
16	Ternate	Completo	Terminato - in corso la restituzione	36,183
17	Varano Borghi	Completo	Terminato - in corso la restituzione	26,227
18	Casciago	Completo	In corso	12,826
19	Comabbio	Completo	Terminato - consegnato, verificato da collaudare	14,098



Durante le attività di rilievo vengono 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.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei dati ad oggi disponibili.

Comune	Lunghezza rilevata		Sezione rettangolare, a uovo e a volta		Sezione Circolare		Materiale		tipo di fognatura			Sfioratori	Note
	Rete (m)	Allacci (m)	Tipo	m	DN	m	materiale	m	tipo	m	%	via	

Azzate	40793,82	2775,00	Rettangolare	28,31	50	66,42	Acciaio	66,42	Acqua da sfioro	3315,86	8,1%	Verdi	Il numero totale degli sfioratori è 17 (le altre vie non sono note ad oggi)
					125	215,78	Cemento	20604,63	Bianca	13382,60	32,8%	Fuori sede stradale	
					140	233,93	Cloruro di polivinile	12162,01	Mista	13062,63	32,0%	Gioacchino rossini	
					160	2298,21	Gres ceramico	7364,32	Nera	11032,73	27,0%	Fiume	
					200	7024,67	Polietilene	183,04				Fiume	
					250	4259,38	Polietilene corrugato	412,16				Fuori sede stradale	
					300	5851,92	Altro	1,24				Delle Peschiere	
					315	2778,39						Battisti	
					350	541,13						Giovanni XXIII	
					400	7129,33							
					500	4539,00							
					600	2418,52							
					630	29,85							
					700	488,66							
					800	1603,53							
					1000	701,18							
					1200	134,37							
					1400	100,45							
					1500	350,80							

Casale litta	3216,93	275,00	Altro	5,00	125	15,11	Cemento	978,85	Acqua da sfioro	87,70	2,7%	Celeste Vanoni	Il rilievo comprende solo la Frazione di Bernate facente parte dell'AQST
					140	35,10	Cloruro di polivinile	2238,08	Bianca	714,01	22,2%	Celeste Vanoni	
					160	77,80			Mista	2014,78	62,6%		
					200	642,21			Nera	400,44	12,4%		
					250	105,03							
					300	4,10							

					315	1453,63							
					400	74,44							
					450	58,96							
					500	190,27							
					600	5,00							
					800	288,34							
					900	67,47							
					1000	182,03							
					1500	12,45							

Brunello	1092,35	Il dato relativo agli allacci sarà disponibile a rilievo ultimato.			125	35,18	Cloruro di polivinile	100,88	Bianca	532,68	48,8%	-	Il rilievo comprende solo la parte del comune compresa nell'AQST. La validazione della rete rilevata è ancora in corso.
					160	35,18	CLS	497,50	Nera	559,67	51,2%		
					200	30,52	Gres ceramico	493,97					
					250	493,97							
					300	497,50							

Buguggiate	12893,54	Il dato relativo agli allacci sarà disponibile a rilievo ultimato.			6	29,26	Cloruro di polivinile	5511,78	Acqua da sfioro	101,00	0,8%	Verdi	Il rilievo della rete del comune è ancora in corso.
					110	21,51	CLS	4306,42	Bianca	5776,47	44,8%	Verdi	
					120	8,90	Gres ceramico	1612,71	Mista	1841,40	14,3%	Gramsci	
					125	63,70	Polietilene	29,26	Nera	4872,32	37,8%	Trieste	
					140	176,43	Polietilene corrugato	400,21	Altro	302,3488351	2,3%	Garibaldi	
					160	609,58	Altro	1033,16					
					180	37,27							
					200	3362,42							
					250	1304,07							
					271	50,09							
					300	1283,60							

			315	829,33							
			400	1824,08							
			500	286,62							
			535	30,16							
			600	19,32							
			800	363,26							
			900	21,61							
			1000	700,93							
			Vari	1871,42							

Daverio	18763,72	1784,28	63	17,39	Cemento	10554,87	Acqua da sfioro	873,20	4,7%	Fuori sede stradale	Le informazioni sugli sfioratori sono parziali.
			110	16,23	Cloruro di polivinile	7840,08	Bianca	8200,25	43,7%	Fuori sede stradale	
			125	108,52	Gres ceramico	203,35	Mista	4011,06	21,4%	Indipendenza	
			140	130,24	Polietilene	17,39	Nera	5679,21	30,3%		
			150	20,05	Polietilene corrugato	21,54					
			160	704,39	Altro	126,48					
			200	2699,13							
			250	2419,78							
			300	3796,52							
			315	2147,84							
			355	17,56							
			400	3080,40							
			500	633,10							
			600	562,04							
			630	15,19							
			700	200,51							
			800	286,66							
			1000	896,06							
			1200	375,79							
			1400	302,10							
			vari	334,22							

Galliate Lombardo	16321,36	1253,64			80	386,59	Acciaio	4,99	Acqua da sfioro	444,05	2,7%	Belvedere	Le informazioni sugli sfioratori sono parziali.
					100	7,98	Cemento	6150,41	Bianca	5887,24	36,1%	Rimembranze	
					110	720,18	Cloruro di polivinile	3318,99	Mista	6031,73	37,0%	Campi nuovi	
					125	253,15	Gres ceramico	5402,96	Nera	3958,34	24,3%	Piave	
					140	76,07	Polietilene	1216,53					
					150	134,45	Polietilene corrugato	223,48					
					160	341,70	Altro	4,00					
					200	2684,34							
					250	2001,28							
					300	3542,98							
					315	447,49							
					400	2109,65							
					500	995,11							
					600	2518,44							
					700	43,65							
					800	51,97							
					vari	6,33							

Varese	89746,83	Il dato relativo agli allacci sarà disponibile a rilievo ultimato.	A uovo (alt/larg=3/2)	4347,50	50	14,42	Cemento armato impastato sul posto	856,62	Acqua da sfioro	760,88	0,8%	Piemonte	Il rilievo della rete del comune è ancora in corso.
			A volta (policentrica)	1470,75	60	5,71	Cemento armato precompresso	13,51	Bianca	30535,18	34,0%	Astico	
			Rettangolare	4569,10	110	27,82	CLS	44287,61	Mista	35133,92	39,1%	Oriani	
			Altro	346,39	120	53,74	Corrugato	852,38	Nera	22904,29	25,5%	Palmieri	
					140	155,96	Fibrocemento	111,41	Altro	412,54	0,5%	Valle Luna	
					150	1324,10	Gres	38956,35				Valle Luna	
					160	845,94	Polietilene	42,75				Agello	
					200	25920,64	PVC	2872,19				Ponti	
					250	10031,82	PVC forte	135,34				Non Nota	
					300	10479,95	Altro	1618,66					
					315	69,79							
					350	249,24							

				369	11,15						
				400	11910,43						
				450	105,22						
				500	7068,07						
				600	3893,25						
				700	40,61						
				800	749,68						
				900	732,11						
				1000	790,46						
				1200	641,69						
				1500	392,04						
				vari	3499,25						

Biandronno	32009,81	2413,19		90	114,44	Acciaio	1,50	Acqua da depuratore	67,94	0,2%	Marconi
				110	19,61	Cemento	11755,26	Acqua da sfioro	768,52	2,4%	Mazzini
				125	304,52	Cloruro di polivinile	4789,72	Bianca	8685,59	27,1%	Fuori sede stradale
				140	305,70	Gres ceramico	11551,00	Mista	12098,04	37,8%	Roma
				150	205,49	Polietilene	1564,99	Nera	10389,72	32,5%	Isola Virginia
				160	983,25	Polietilene corrugato	68,68				Fuori sede stradale
				200	10179,27	altro	2278,65				
				250	2558,31						
				300	3248,64						
				315	1075,29						
				350	934,87						
				400	1676,66						
				500	3621,60						
				600	707,66						
				630	5,41						
				700	364,06						
				800	986,31						
				1000	287,21						
				vari	4431,50						

Bardello	13765,03	1306,97		50	522,89	Cemento	5055,52	Acqua da sfioro	604,34	4,4%	Monte Grappa	
				60	106,68	Cloruro di polivinile	3353,98	Bianca	4986,45	36,2%	Leopardi	
				100	22,30	Gres ceramico	4048,95	Mista	947,44	6,9%		
				110	15,27	Polietilene	651,87	Nera	7226,80	52,5%		
				125	51,42	Polietilene corrugato	72,68					
				150	6,91	altro	582,02					
				160	256,48							
				200	4617,87							
				250	1949,92							
				300	1124,77							
				315	60,09							
				400	1473,23							
				500	1425,99							
				600	330,04							
				630	31,92							
				800	227,78							
				1000	97,84							
				vari	1443,64							

Inarzo	11863,63	665		0	128,93573	Cemento	4336,04	Acqua da sfioro	80,45429	0,7%	Fuori sede stradale	
				125	122,87042	Cloruro di polivinile	2788,83	Bianca	5117,745448	43,1%	San Francesco	
				140	71,578478	Gres ceramico	4643,66	Mista	1856,279825	15,6%	Fuori sede stradale	
				160	304,47827	Polietilene corrugato	95,0967	Nera	4809,150091	40,5%		
				200	3691,952							
				250	912,31402							
				300	3893,9232							
				315	1030,5741							
				400	1154,5955							
				500	56,792282							
				600	495,61563							

Gavirate	75600,30	Il dato relativo agli allacci non è ad oggi disponibile.	Rettangolare	7093,80	80	22,37	Acciaio	62,16	Acqua da sfioro	329,27	0,4%	Cavour	Le informazioni sugli sfioratori sono parziali. La validazione della rete rilevata è ancora in corso.
					100	58,42	Acciaio inossidabile	66,60	Bianca	30363,39	40,2%	Piave	
					120	163,28	Acciaio plastificato	82,79	Mista	17578,36	23,3%	Case nuove 2 vicini	
					125	23,53	Cemento	31787,47	Nera	27329,28	36,1%	Don Macchi	
					140	766,60	Cemento armato precompresso	69,29				Oltrona	
					160	1595,16	Cloruro di polivinile	15166,46				Al Lago	
					180	659,83	Cloruro di polivinile forte	1,93					
					200	21934,71	Fibrocemento	45,42					
					208	118,60	Gres ceramico	27914,05					
					250	6057,95	Muratura	123,62					
					300	15742,82	Polietilene	4,61					
					350	320,64	Polietilene corrugato	158,11					
					400	12839,00	Altro	117,79					
					450	6,34							
					500	5242,16							
					600	1661,58							
					609	47,54							
					700	62,56							
					800	937,38							
					1000	244,68							
					2300	1,35							

Cazzago Brabbia	14168,31	685			60	390,16528	Acciaio	224,611	Acqua da sfioro	669,90	4,73%	Del Sasso	
					80	6,0814337	Cemento	3624,87	Bianca	3363,94	23,74%	Orrigoni	
					100	47,974642	Cloruro di polivinile	4264,99	Mista	6655,01	46,97%	Giovanni XXIII	
					125	13,957946	Gres ceramico	3300,24	Nera	3479,46	24,56%	Fuori sede stradale	
					150	170,55446	Polietilene	390,165					
					160	169,83256	Altro	2363,45					
					200	2800,3474							
					250	902,62681							
					300	2928,1294							
					315	1460,0803							



					350	48,143244							
					400	1536,179							
					500	344,48662							
					600	715,80644							
					800	38,33188							
					altro	2595,617							

Bodio Lomnago	29923,86	4420,14			60	12,44	Acciaio	4,36566	Acqua da sfioro	98,23	0,3%	Dei frassini	Le informazioni sugli sfioratori sono parziali.
					63	306,67	Cemento	9952,44	Bianca	12292,49	41,1%	Al Pozzo	
					80	69,26	Cloruro di polivinile	10111,3	Mista	7421,30	24,8%	Acquadro	
					100	4,37	Gres ceramico	9455,33	Nera	10111,84	33,8%		
					110	6,32	Polietilene	388,363					
					125	96,47	Polietilene corrugato	7,9995					
					140	82,01	altro	4,07485					
					150	56,49							
					160	1440,92							
					200	8246,25							
					250	5928,49							
					300	2811,43							
					315	1489,50							
					350	958,45							
					400	2268,26							
					500	1170,84							
					600	2386,42							
					800	1337,59							
					1000	517,18							
					1200	680,53							
					1800	49,89							
					vari	4,07							

Barasso	18091,65	La parte relativa agli	Rettangolare	9,27	125	156,83	Cemento armato impastato sul posto	9,27247	Bianca	8452,69	47%		La restituzione
---------	----------	------------------------	--------------	------	-----	--------	------------------------------------	---------	--------	---------	-----	--	-----------------

		allacci sarà disponibile a restituzione ultimata			140	30,80	CLS	6245,84	Nera	9638,96	53%		finale della rete del comune è ancora in corso.
					160	1587,57	Corrugato	336,948					
					200	6367,55	Gres	5864					
					250	2332,31	Polietilene	1012,19					
					300	4509,16	PVC	3835,01					
					315	832,43	Altro	788,394					
					400	808,18							
					500	419,08							
					600	203,73							
					630	24,87							
					Vari	809,88							

Varano Borghi	26226,98	La parte relativa agli allacci sarà disponibile a restituzione ultimata	Altre sezioni	1623,09	80	17,07	Acciaio	45,07	Acqua da sfioro	581,19	2,2%		La restituzione finale della rete del comune è ancora in corso. Non sono disponibili ad oggi le informazioni sugli sfioratori.
					120	194,59	Acciaio inossidabile	54,19	Bianca	8410,4	32,1%		
					140	399,85	Cemento	12071,5	Mista	9046,13	34,5%		
					160	745,63	Cloruro di polivinile	10661	Nera	8172,19	31,2%		
					200	2546,15	Gres ceramico	3395,21	Altro	17,07	0,1%		
					250	5874,27							
					300	4929,27							
					330	24,79							
					400	3440,42							
					450	70,16							
					500	3179,09							
					600	1081,58							
					700	1548,34							
					800	342,54							
					1500	210,14							

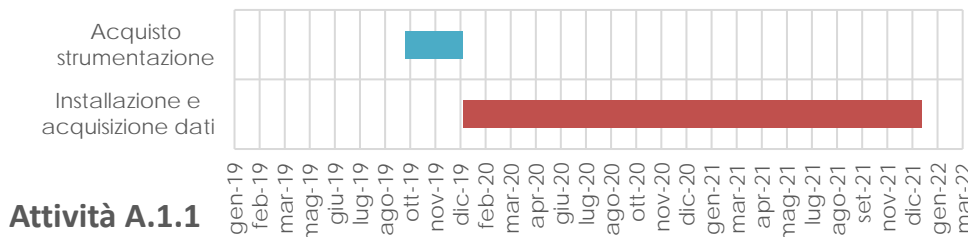
Ternate	36182,98	La parte relativa agli allacci sarà disponibile a	Altre sezioni	1920,43	63	159,46	Acciaio inossidabile	56,39	Acqua da sfioro	300,57	0,8%		La restituzione finale della rete del comune è ancora in
					90	205,13	Cemento	19121,7	Bianca	13760,18	38,0%		
					120	155,77	Cemento amianto	19,07	Mista	7771,18	21,5%		
					129	0,81	Cloruro di polivinile	4339,72	Nera	13986,46	38,7%		

		restituzione ultimata			140	12,72	Gres ceramico	12646,1	Altro	364,59	1,0%		corso. Non sono disponibili ad oggi le informazioni sugli sfioratori.
					160	722,03							
					180	73,34							
					200	9219,33							
					250	2072,98							
					290	64,65							
					300	6606,69							
					400	6373,64							
					450	21,4							
					500	1925,88							
					600	2137,8							
					700	2137,75							
					800	906,97							
					1000	1043,87							
					1200	422,33							

Casciago	12826,4	Il dato relativo agli allacci sarà disponibile a rilievo ultimato.	Altre sezioni	552,56	12	6,16	Cemento	5269,1	Acqua da sfioro	3,44	0,0%		Il rilievo della rete del comune è ancora in corso. Non sono disponibili ad oggi le informazioni sugli sfioratori.
					100	7,05	Cloruro di polivinile	1953,05	Bianca	4652,56	36,3%		
					120	101,4	Gres ceramico	5604,25	Mista	1893,08	14,8%		
					140	42,35			Nera	6277,32	48,9%		
					160	1168,25							
					200	3381,88							
					209	1,53							
					250	1512,49							
					300	3202,88							
					400	1132,03							
					500	1044,53							
					600	473,25							
					700	29,8							
					800	73,33							
					1000	48,31							
					1200	48,6							

Comabbio	13368,58	730	Varie	714,22566	80	3,05	Acciaio	51,2524	Acqua da sfioro	1219,80	9,1%	Non nota	
					110	274,87	Cemento	5413,29	Bianca	1352,69	10,1%	Non nota	
					125	1063,02	Cloruro di polivinile	3033,76	Mista	8607,86	64,4%	Non nota	
					140	7,11	Gres ceramico	3536,12	Nera	2188,22	16,4%		
					160	265,42	Polietilene	1302,72					
					200	1016,67	Polietilene corrugato	31,435					
					250	1293,76							
					300	4974,03							
					315	1144,10							
					400	755,61							
					500	31,43							
					600	512,81							
					800	594,16							
					Vari	718,31							

Mercallo	15558,76	1105	Rettangolare	5	50	5,11	Acciaio	5,11376	Acqua da sfioro	702,60	4,5%	Non nota	
					80	505,56	Cemento	6010,34	Bianca	2689,12	17,3%	Non nota	
					125	27,08	Cemento armato impastato sul posto	5	Mista	5357,38	34,4%	Non nota	
					140	66,85	Cloruro di polivinile	2908,72	Nera	6809,66	43,8%	Non nota	
					150	106,18	Gres ceramico	5863,52					
					160	429,92	Polietilene	586,479					
					200	2459,37	Polietilene corrugato	179,582					
					250	3502,43							
					300	4212,85							
					315	954,75							
					400	1797,59							
					500	519,86							
					600	90,38							
					800	483,23							
					1000	392,59							

ATTIVITÀ A.1.3	
Studio dei carichi sfiorati in tempo di pioggia dagli sfioratori fognari	
<b>Descrizione Attività</b>	<p>L'attività riguarda 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.</p> <p>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.</p>
<b>Soggetto Attuatore</b>	ALFA
<b>Cronoprogramma attività</b>	 <p><b>Attività A.1.1</b></p> <p>The Gantt chart shows the following timeline:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Acquisto strumentazione:</b> A blue bar spanning from October 2019 to November 2019.</li> <li><b>Installazione e acquisizione dati:</b> A red bar spanning from December 2019 to December 2021.</li> </ul> <p>The x-axis represents months from January 2019 (gen-19) to March 2022 (mar-22).</p>

*Resoconto attività a cura di Giovanna Ruggiero (ALFA)*

### Sintesi delle attività svolte

Come riferito nei precedenti report, dall'analisi della documentazione a disposizione sono stati, inizialmente, individuati quattro siti che per diverse ragioni risultavano significativi allo scopo della campagna di monitoraggio:

- Gavirate – a causa delle frequenti segnalazioni di ARPA in merito a scarichi in ambiente;
- Varese – poiché tra i circumlacuali risulta esser quello maggiormente esteso e con maggior numero di utenti e di conseguenza con più alta probabilità di apporti a lago;
- Casciago e Azzate – poiché tra i vari progetti trasmessi dalla Società Lago risultano essere, insieme a Varese, i comuni con maggior numero di sfioratori da adeguare.

Benché le attività abbiano subito dei rallentamenti a causa dell'emergenza COVID come da comunicazione prot. n. 0012294/2020 del 30/03/2020, tuttavia, ciò nonostante, le attività, allo stato attuale, risultano in linea con il cronoprogramma.

Relativamente alla gara volta all'identificazione del laboratorio per il servizio di ritiro e analisi dei campioni provenienti dai vari scolmatori, il giorno 06/07/2020 è stata conclusa la procedura con l'affidamento del servizio previsto.

Per quanto concerne l'installazione degli strumenti di misura si riporta nel seguito una breve descrizione dei vari passaggi effettuati:

- comune di Gavirate, una volta richiesta la manomissione all'ente competente, è stato adeguato il manufatto scolmatore predisponendo un foro sulla soletta per garantire il passaggio dell'aspiratore del campionatore, contestualmente è stato predisposto un basamento per la collocazione dell'armadietto contenitore del campionatore. E' stato poi realizzato il manufatto contenitore ed infine la posa della strumentazione di misura, nonché i collegamenti al telecontrollo per la gestione degli eventi.

- comune di Casciago, dopo essersi accertati della proprietà comunale, è stata richiesta la manomissione del suolo pubblico e programmato l'intervento di adeguamento dell'area. Successivamente, come per Gavirate, dopo aver adeguato il manufatto scolmatore, è stato realizzato il manufatto contenitore e infine posata e collegata la strumentazione.
- comune di Azzate, essendo l'area privata, è stata richiesta una visura catastale al comune, con la quale è stato possibile prender contatti con la proprietà e stipulare una servitù a titolo gratuito per l'adeguamento del manufatto scolmatore e per la posa dell'armadietto contenitore del campionatore. Come per le altre postazioni, una volta superata la problematica amministrativa, si è proceduto con l'adeguamento del manufatto scolmatore, la realizzazione dell'armadietto contenitore e la posa della strumentazione di misura con i relativi collegamenti al telecontrollo.
- comune di Varese, essendo l'area privata, è stata richiesta una visura catastale al comune al fine di individuare l'utente con il quale interfacciarsi per il nulla osta dei lavori, che ha richiesto molto tempo, in quanto la particella aveva subito nel corso del tempo una serie di modifiche. Dopo il sopralluogo congiunto è stato richiesto dall'utente, ad ALFA Srl, la stipula di un contratto per una servitù a titolo oneroso, che, aggravando di molto il procedimento, ha portato quindi alla scelta di una diversa identificazione dello sfioratore da monitorare.

Dall'analisi della documentazione storica, nonché da segnalazioni di enti che siedono al tavolo dell'AQST e di attività di gestione dell'area conduzione di Alfa, si è deciso di identificare uno scolmatore del comune di Biandronno.

Scelto il manufatto, una volta accertati della proprietà comunale, come per le altre postazioni di monitoraggio si è adeguato il manufatto, realizzato un armadietto e collocato la strumentazione di misura.

Alla data odierna sono, quindi, 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.

Di seguito si riporta una mera indicazione di massima delle informazioni qualitative oggetto delle analisi per la postazione di Gavirate (postazione più attiva e di maggior interesse ai fini dell'analisi).

RISULTATI DELLE PROVE						
Denominazione prova	Unità di misura	Valore	Incertezza	LOQ	Limiti	Metodo di prova
Richiesta biochimica di ossigeno (BOD5) (O2)	mg/l	5	±1	5	250	APAT CNR IRSA 5120 A Man 29 2003+ APAT CNR IRSA 5120 B2 Man 29 2003
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	mg/l	20	±2	10	500	APAT CNR IRSA 5130 Man 29 2003
Solidi sospesi totali (105°C)	mg/l	2		1	200	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003
Azoto ammoniacale (come NH4)	mg/l	n.r.		0.5	30	APAT CNR IRSA 4030 A1 Man 29 2003
Azoto nitrico (NO3 espressi come N)	mg/l	3	±1	1	30	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Azoto nitroso (NO2 espressi come N)	mg/l	0,170		0.05	0,6	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Azoto totale (come N) - sommatoria lower bound dei singoli componenti	mg/l	4,1				APAT CNR IRSA 4030 A2 Man 29 2003 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003+ APAT CNR IRSA 5030 Man 29 2003
Fosforo totale (P)	mg/l	0,07		0.05	10	APAT CNR IRSA 4110-A2 Man 29 2003
Idrocarburi totali	mg/l	n.r.		0.5	10	APAT CNR IRSA 5160 A2 Man 29 2003
Oli e grassi animali e vegetali	mg/l	n.r.		0.5	40	APAT CNR IRSA 5160 A1 Man 29 2003 + APAT CNR IRSA 5160 A2 Man 29 2003
Tensioattivi MBAS (anionici)	mg/l	n.r.		0.05		APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003
Tensioattivi non ionici	mg/l	0,06	±0,01	0.05		UNI 10511-1:1996 + A1:2000

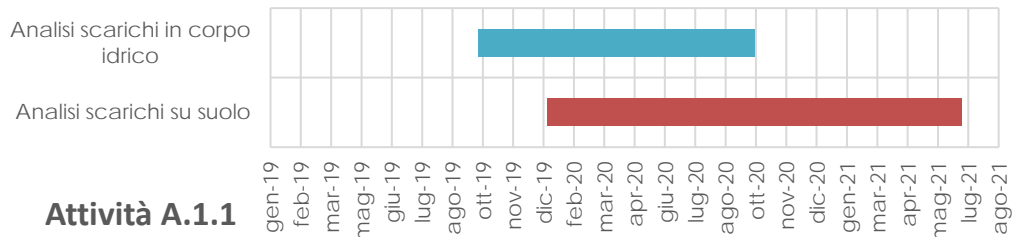
Figura 2: esito analisi di laboratorio su scolmo a lago

Inoltre, si trasmette in allegato il primo report trimestrale dell'avanzamento dell'analisi quali-quantitativa (Allegato 2).

Allo stato attuale per la postazione di Biandronno non si sono registrati eventi di sfioro: i motivi possono esser molteplici come la manutenzione ordinaria e straordinaria che sta portando avanti Alfa sui comuni gestiti.

ATTIVITA' A.1.4.
Censimento e valutazione degli scarichi esistenti nel bacino del lago.
<p><b>Descrizione Attività</b></p> <p>Analisi degli scarichi in ambiente, ricadenti nel bacino imbrifero del lago con particolare riferimento agli scarichi in corpo idrico superficiale e a quelli sul suolo nella "fascia di 300 m da lago". L'analisi degli scarichi in corpo idrico sarà effettuata entro il mese di settembre, mentre l'attività sugli scarichi su suolo, essendo strettamente correlata all'attività A.1.2., poiché richiede la mappatura di dettaglio del reticolo fognario, sarà svolta a seguito di questa: non appena a disposizione i dati riferiti ad almeno due comuni significativi, verrà elaborato un modello di indagine da estendere al resto dei comuni afferenti all'impianto di depurazione di Gavirate, di pari passo all'avanzamento dell'attività A.1.2.</p>
<p><b>Soggetto Attuatore</b></p> <p>Provincia di Varese</p>

### Cronoprogramma attività:



#### Attività A.1.1

L'attività è in linea con le tempistiche previste

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

### Sintesi delle attività svolte

La parte di analisi degli scarichi in ambiente ricadenti nel bacino imbrifero del lago con particolare riferimento agli scarichi in corpo idrico superficiale e a quelli sul suolo nella "fascia di 300 m da lago" è stata eseguita, mentre l'altra parte, ancora in corso di svolgimento, si sviluppa gradualmente in parallelo all'attività A.1.2. "Rilievo topografico del reticolo fognario nel bacino del lago di Varese", al fine di meglio individuare e dettagliare all'interno delle aree urbanizzate, quelle servite da pubblica fognatura. In particolare, in alcuni dei comuni ricompresi nell'Agglomerato di Gavirate, è stato confrontato il rilievo condotto da ALFA con le informazioni agli atti della Provincia: ne sono emerse delle situazioni che meritano un approfondimento più puntuale così che si possa arrivare ad un quadro preciso della situazione del collettamento delle acque reflue delle aree oggetto di studio.



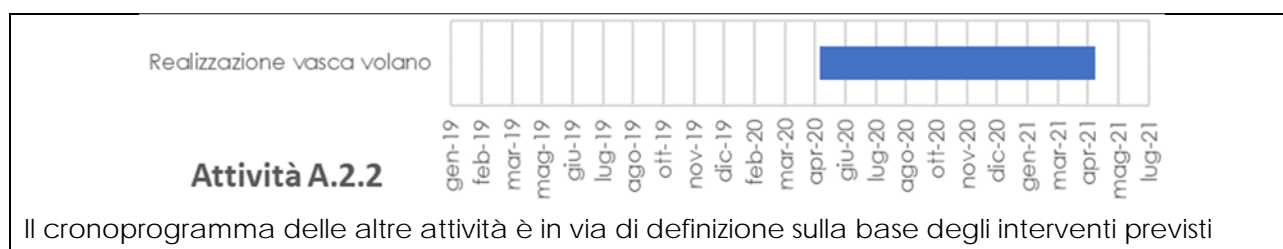
AZIONE A.2.	
INTERVENTI INFRASTRUTTURALI SUL RETICOLO FOGNARIO	
<b>Attività</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Attività A.2.1. Valutazione e realizzazione degli studi progettuali esistenti</li> <li>- Attività A.2.2. Progettazione e realizzazione degli interventi individuati dall'Azione 1 e 2</li> </ul>
<b>Risultati attesi</b>	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.
<b>Soggetto coordinatore</b>	Ufficio d'Ambito di Varese

ATTIVITÀ A.2.1	
Valutazione degli studi progettuali esistenti	
<b>Descrizione Attività</b>	<p>L'attività riguarda l'analisi dei contenuti degli studi progettuali esistenti messi a disposizione di Alfa dalla Società per la tutela e la salvaguardia delle acque del lago di Varese e lago di Comabbio S.p.A. La consistenza della documentazione è così classificabile: due studi, quattro rilievi, tre progetti di fattibilità tecnica ed economica, due progetti definitivi, due progetti definitivi/esecutivi e tre progetti esecutivi.</p> <p>Per ognuno dei documenti analizzati sarà prodotta una scheda descrittiva in grado di evidenziare eventuali criticità.</p>
<b>Soggetto Attuatore</b>	ALFA
<b>Cronoprogramma attività</b>	<u>L'attività si è conclusa a metà ottobre 2019.</u>

#### Sintesi delle attività svolte

L'attività si è conclusa verso metà ottobre 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	
<b>Descrizione Attività</b>	L'attività riguarda la realizzazione di interventi infrastrutturali sui manufatti fognari nell'agglomerato AG01207201. L'attività potrà essere implementata in seguito ai risultati prodotti dall'attività A.1.2 e A.2.1
<b>Soggetto Attuatore</b>	ALFA
<b>Cronoprogramma attività</b>	



*Resoconto attività a cura di Giovanna Ruggiero (ALFA)*

### Sintesi delle attività svolte

Nelle riunioni del Comitato di Coordinamento dell'AQST è stata espressa 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 2021-2025.

Nel contempo sta proseguendo l'adeguamento della progettazione relativa alla "Realizzazione della vasca volano e risanamento tratto collettore circumlacuale sud – Galliate Lombardo", che aveva subito ritardi a causa del blocco dei cantieri nella primavera del 2020, che aveva portato all'impossibilità di svolgere studi propedeutici come le indagini ambientali, geologiche, geotecniche etc...

Negli ultimi mesi, Alfa Srl, al fine di ultimare il progetto definitivo, ha risolto una serie di problematiche amministrative indispensabili all'ottenimento del nulla osta della Provincia per l'adeguamento della pista di cantiere e dell'accesso al manufatto per future attività manutentive, nonché per trovare un accordo con il privato per poter collocare in modalità bonaria la vasca di laminazione nella sua proprietà.

Ad oggi il progetto definitivo risulta in Conferenza dei Servizi, al fine di acquisire tutte le autorizzazioni necessarie a procedere, avendo preventivamente già acquisito quella paesaggistica associata ai due cancelli da collocare in corrispondenza dell'accesso al manufatto progettato.

Ricevuti i pareri, si prenderà atto di questi e si passerà alla progettazione esecutiva che avrà una durata di circa 30 giorni.

Ultimata la progettazione esecutiva i lavori saranno affidati utilizzando un Accordo Quadro per la realizzazione delle vasche volano e di prima pioggia, già aggiudicata da parte della società CAP-Holding Spa, che, all'interno del contratto di rete tra Alfa e CAP, prevede la possibilità di eseguire una serie di lavori nel perimetro della provincia di Varese.

Affidati i lavori all'impresa aggiudicatrice dell'Accordo Quadro, si avvierà il cantiere che avrà una durata di circa 9 mesi.

Relativamente invece le problematiche che erano emerse dall'attività A.1.1 sulla "Raccolta e organizzazione delle segnalazioni circa il malfunzionamento del sistema fognario", la società Alfa srl sta lavorando alla risoluzione di problematiche ambientali riscontrate dalla Provincia ed ARPA nel comune di Barasso e discusse all'interno del cosiddetto "GdL Scarichi" della segreteria tecnica dell'AQST.

La criticità è relativa a fuoriuscite di liquami, riscontrate in diverse occasioni in tempo d'asciutto, da una tubazione di fognatura bianca, nel rio Boschetti.

Alfa Srl, sulla base della documentazione esistente, sta vagliando una serie di ipotesi risolutive del problema riscontrato, che si ipotizza sia collegato o alla possibile presenza di uno scarico abusivo oppure alla presenza di eventuali allacci sulla condotta sbagliata.

Al fine di risolvere tale problematica, dunque, sono possibili due tipologie di intervento:

- Relining
- Scavo a cielo aperto

La prima tipologia di intervento però, pur consentendo di risanare la condotta, di fatto non risolve l'eventuale mal posizionamento degli allacci, che resterebbero sempre collegati alla condotta errata e quindi continuerebbero a scaricare reflui civili in corpo idrico.

Allo stato attuale Alfa ha valutato le video-ispezioni trasmesse dal comune ed ha terminato il rilievo delle reti comunali.

Al fine di individuare la vera causa del problema e risolverlo, i tecnici di Alfa stanno analizzando il rilievo al fine di individuare le reali lunghezze delle tubazioni ammalorate e/o oggetto della problematica riscontrata da ARPA e Provincia; inoltre sta pianificando una video-ispezione mirata.

La progettazione avverrà nel corso del 2021 e si ipotizza l'esecuzione delle opere tra il 2022 e il 2023 a seconda della numerosità delle autorizzazioni da richiedere, anche per detto progetto non sarà necessario mettere in pista una gara mirata in quanto si farà uso di un Accordo Quadro Reti bandito da Alfa Srl nel 2020 e in fase di aggiudicazione e volta all'esecuzione di manutenzione o ampliamento della rete fognaria sul perimetro della provincia di Varese.

L'altra problematica riguardava la possibilità di recapitare, in maniera stabile, in fognatura, uno scarico industriale autorizzato presso il comune di Varano Borghi, recapitante nel canale Brabbia, per diminuire l'impatto dello scarico sul torrente stesso.

Valutata positivamente la possibilità di accettare, dal punto di vista quantitativo, lo scarico in pubblica fognatura è stata effettuata anche una valutazione dei possibili costi che dovrebbe sostenere la ditta, sulla base del nuovo piano tariffario.

## 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	
<b>Attività</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Attività B.1.1. Installazione di boe, per il monitoraggio delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e dello sviluppo di popolamenti di cianobatteri</li> <li>- Attività B.1.2. 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 lago di Varese</li> </ul> <p>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</p>
<b>Risultati attesi</b>	<p>L'azione ricomprende attività di monitoraggio del lago e del suo affluente 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"> <li>- valutare le variazioni dello stato qualitativo dei corpi idrici interessati direttamente o indirettamente dagli interventi di risanamento sul lago di Varese.</li> <li>- valutare la presenza di sostanze prioritarie e altre sostanze nelle acque e/o nel biota del lago di Varese potenzialmente trasferibili nel fiume Bardello e nel Lago Maggiore.</li> <li>- avere una prima descrizione del microbioma e del resistoma del Lago di Varese e del fiume Bardello e della loro evoluzione in seguito al prelievo ipolimnico.</li> </ul>
<b>Soggetto coordinatore</b>	ARPA Lombardia

ATTIVITÀ B.1.1
Installazione di boe per il monitoraggio delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e dello sviluppo di popolamenti di cianobatteri
<p><b>Descrizione Attività</b></p> <p>L'attività riguarda il posizionamento di due boe, una sul lago di Varese e una sul Lago Maggiore nella baia di Ispra, dotate di sensori adeguati al monitoraggio delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e dello sviluppo di popolamenti di cianobatteri.</p> <p>In particolare, la boa sul lago di Varese dovrà essere dotata di sensori per:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'acquisizione di parametri meteorologici (temperatura dell'aria, umidità relativa, velocità e direzione del vento, radiazione solare netta, radiazione solare a bassa lunghezza d'onda) funzionali all'utilizzo degli strumenti modellistici previsti dalle attività B.3.1 e B.3.2;</li> <li>- la misurazione dei parametri chimico-fisici (temperatura, pH, conducibilità, ossigeno disciolto, torbidità, potenziale redox) per il monitoraggio dello stato d'acqua, e di conseguenza la superficie del lago, interessato da anossia;</li> <li>- la misura delle concentrazioni di clorofilla e ficocianine per il monitoraggio dello sviluppo dei cianobatteri.</li> </ul>

La boa destinata alla baia di Ispra dovrà essere dotata di analoghi sensori, con particolare attenzione alla valutazione di un eventuale impatto dell'emunzione ipolimnica veicolata attraverso il fiume Bardello nel Lago Maggiore.

Entrambe le boe saranno dotate di un sistema di trasmissione dei dati in continuo che, dopo opportuna validazione, saranno elaborati per le valutazioni successive.

La validazione delle misure dei sensori dei pigmenti fitoplanctonici sarà effettuata mediante prelievo di campioni d'acqua e successiva misura (HPLC) della composizione dei carotenoidi algali specifici quali biomarker della composizione del fitoplancton. Come attività propedeutica alla validazione dei dati tramite analisi con HPLC, già nel corso del 2019 vengono effettuati dei prelievi e analisi per la verifica dei risultati.

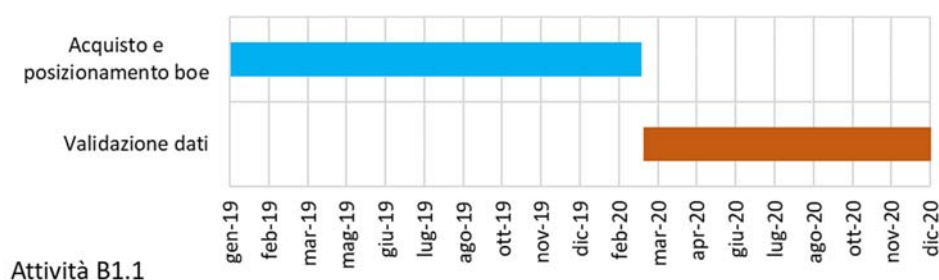
Nel corso del 2019 e primi mesi del 2020 saranno acquistate e posizionate le due boe e sarà attivato il sistema di acquisizione dei dati e la loro validazione.

Successivamente all'installazione delle boe si effettueranno specifiche campagne di campionamento della durata di circa un anno, in diversi periodi, per validare la risposta dei sensori mediante la determinazione analitica di carotenoidi specifici dei diversi gruppi algali.

### Soggetti Attuatori

Regione Lombardia, ARPA Lombardia, CNR-IRSA Verbania

### Cronoprogramma attività



*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. Successivamente sono state eseguite prove di trasmissione dei dati ed è stata conclusa la formazione del personale tecnico.

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;), mentre sul Lago Maggiore la boa è collocata a nord di Ispra, ad una profondità di circa 30 metri (WGS84 UTM 32N: NORD 5075192; EST 470474). Le boe e la loro ubicazione sono rappresentate in Figura 3 e in Figura 4.

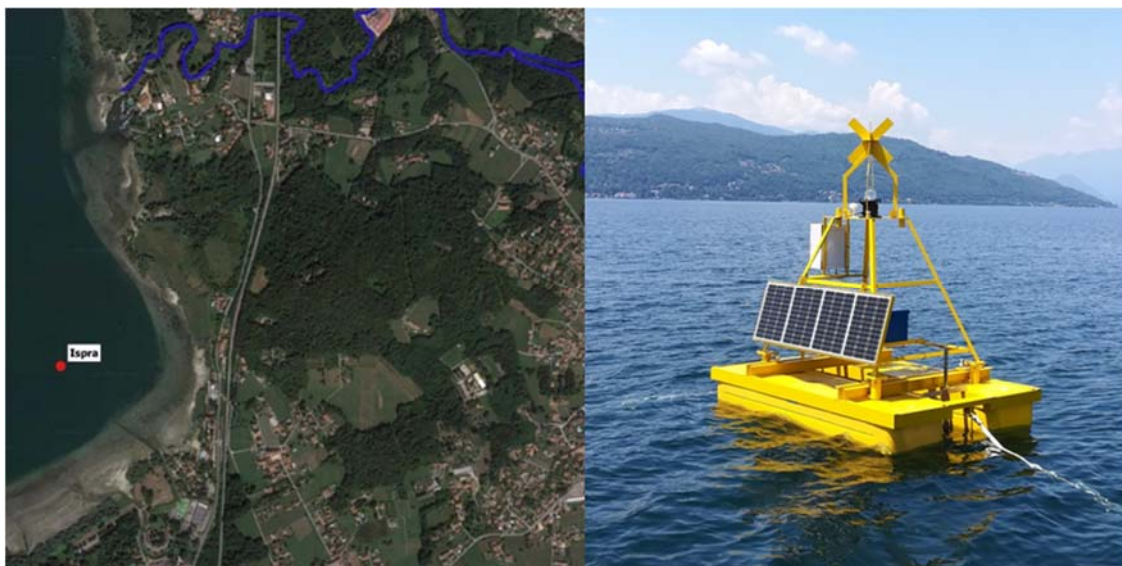
La dotazione strumentale della boa installata sul lago di Varese è costituita da una stazione meteorologica dotata di sensori per la misura di: velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, temperatura dell'aria, umidità relativa, radiazione solare netta, radiazione solare a bassa lunghezza d'onda (radiometro, PAR). I sensori collocati nello strato di acqua superficiale sono specifici per la misura di: pH, conducibilità, clorofilla, ficocianina, ficoeritrina; altri due sensori per la

misura dell'ossigeno disciolto sono collocati a diverse profondità in funzione dello spostamento stagionale dello strato anossico. Infine, una catena di 15 termistori misura la temperatura dell'acqua ad ogni metro di profondità nei primi 5 metri e successivamente ogni 2 metri fino al fondo.

La dotazione strumentale della boa installata sul Lago Maggiore è costituita da due sensori collocati nello strato di acqua superficiale per la misura di: temperatura, pH, ossigeno disciolto, conducibilità, clorofilla, ficocianina, ficoeritrina.



*Figura 3. Ubicazione e foto della boa limnologica installata sul lago di Varese.*



*Figura 4. Ubicazione e foto della boa limnologica installata sul Lago Maggiore.*

Tramite apposito software è possibile gestire da remoto la frequenza di acquisizione dati dei sensori e impostare dei valori soglia di allarme in corrispondenza dei quali, tramite SMS o e-mail, il personale tecnico può essere tempestivamente avvisato.

Per la gestione dei dati si è scelto di utilizzare il software *open source* B3 (University of Waikato, New Zealand) che contiene dei *tools* per editare, trasformare e correggere i dati registrati e rappresentarli graficamente. Il processo di validazione è attualmente in corso.

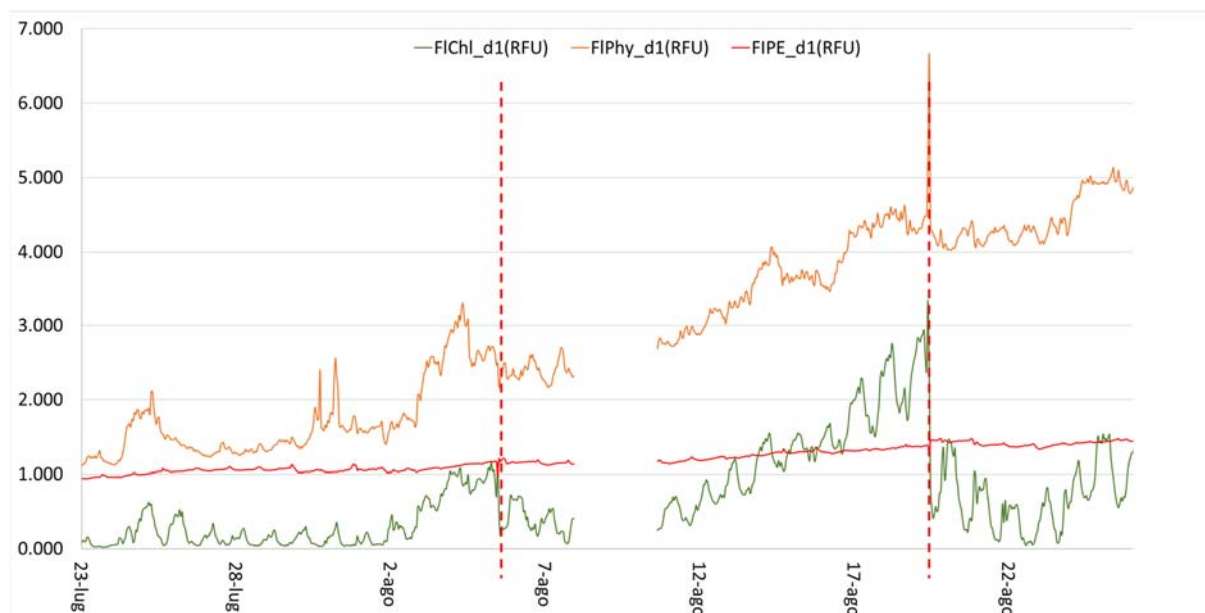


Le attività legate al funzionamento delle boe svolte nel 2020 sono riconducibili a 3 tipologie.

- 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.
- 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 dalla 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. La frequenza delle operazioni di manutenzione (Tabella 1) non è mai stata superiore alle due settimane, con la sola eccezione dei periodi 20 agosto-9 settembre e 14 ottobre-24 novembre in cui è stata sospesa.
- Taratura dei sensori per l'analisi dei pigmenti fotosintetici.

### **Manutenzione dei sensori**

La frequenza delle operazioni di manutenzione non è mai stata superiore alle due settimane, con la sola eccezione del periodo 20 agosto-9 settembre in cui è stata sospesa. La manutenzione ordinaria ha riguardato principalmente le sonde AQUATROLL 500 verificando la pulizia delle ottiche dei sensori, controllando lo stato del sistema di *wiping* e pulendo l'interno del bicchiere protettivo delle sonde dove si è riscontrata la presenza di una patina algale che, pur sembrando molto ridotta ad un esame visivo, è stata in grado di causare un fenomeno di deriva delle letture soprattutto nel sensore della clorofilla a (Figura 5). I sensori di ficocianina e ficoeritrina invece sono meno influenzati da questo fenomeno, infatti le variazioni nei tracciati pre-post manutenzione sono decisamente meno evidenti.



*Figura 5. Fluorescenza di clorofilla a, ficocianina e ficoeritrina nel periodo 23 luglio – 26 agosto 2020; si notino le variazioni dei tracciati, in particolare della clorofilla a, a seguito della pulizia delle sonde (linee tratteggiate verticali).*

Nei tracciati grafici è possibile anche identificare un andamento ciclico giornaliero, con valori di fluorescenza della clorofilla più elevati durante la notte e meno elevati nel corso delle ore diurne, come si può evidenziare mediante il confronto con la radiazione solare (Figura 6).

Tale fenomeno, già osservato negli ambienti acquatici soggetti a monitoraggio ad alta frequenza dei pigmenti basato sulla fluorescenza, è legato al *non-photochemical quenching* (NPQ) che consiste in una riduzione della fluorescenza emessa dal fitoplancton in presenza di un'eccessiva intensità luminosa. Per questo motivo si è scelto di considerare nel processo di taratura dei sensori la media delle misure notturne.

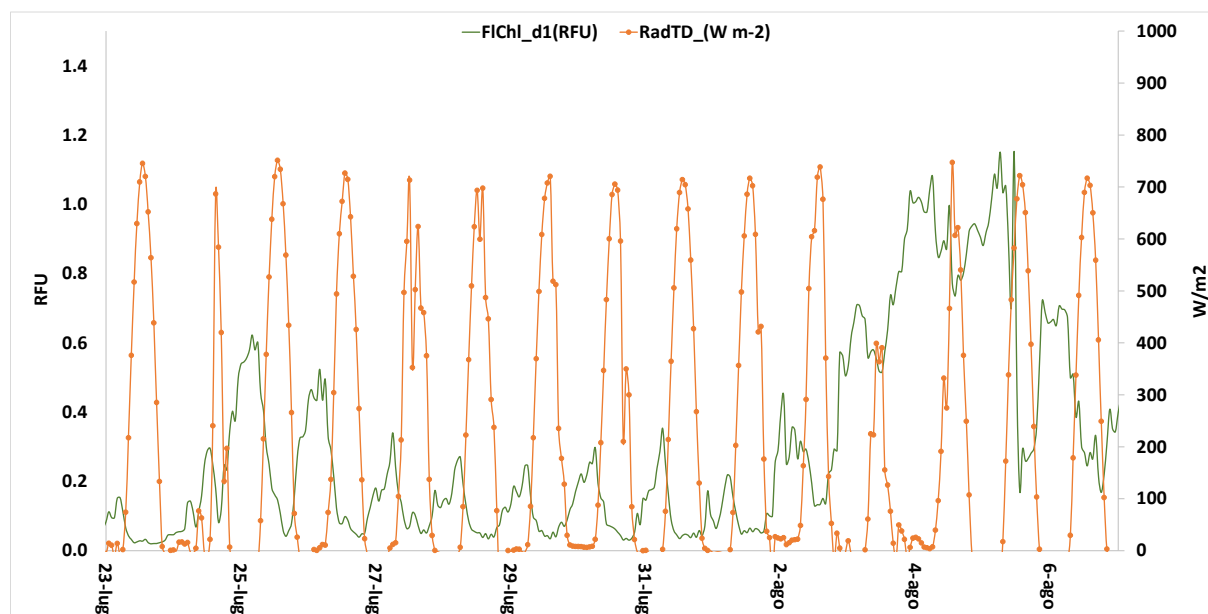


Figura 6. Fluorescenza della clorofilla e radiazione solare nel periodo 23 luglio – 6 agosto 2020 misurate sul lago di Varese.

### 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. Successivamente sono state eseguite prove di trasmissione dei dati ed è stata conclusa la formazione del personale tecnico.

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;), mentre sul Lago Maggiore la boa è collocata a nord di Ispra, ad una profondità di circa 30 metri (WGS84 UTM 32N: NORD 5075192; EST 470474). Le boe e la loro ubicazione sono rappresentate in Figura 3 e in Figura 4.

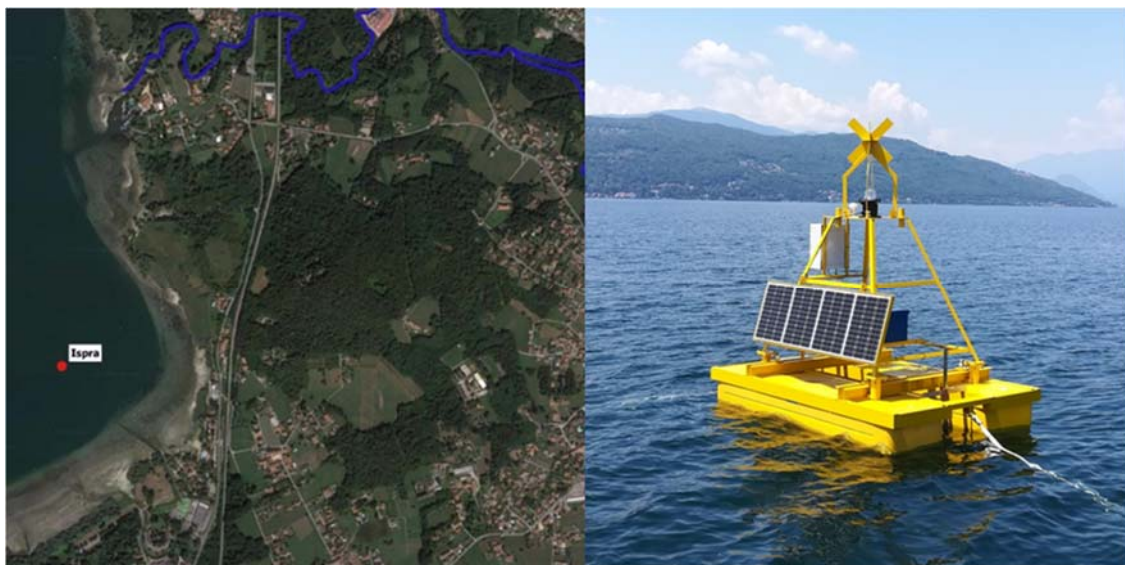
La dotazione strumentale della boa installata sul lago di Varese è costituita da una stazione meteorologica dotata di sensori per la misura di: velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, temperatura dell'aria, umidità relativa, radiazione solare netta, radiazione solare a bassa lunghezza d'onda (radiometro, PAR). I sensori collocati nello strato di acqua superficiale sono specifici per la misura di: pH, conducibilità, clorofilla, ficocianina, ficoeritrina; altri due sensori per la misura dell'ossigeno disciolto sono collocati a diverse profondità in funzione dello spostamento stagionale dello strato anossico. Infine, una catena di 15 termistori misura la temperatura dell'acqua ad ogni metro di profondità nei primi 5 metri e successivamente ogni 2 metri fino al fondo.



La dotazione strumentale della boa installata sul Lago Maggiore è costituita da due sensori collocati nello strato di acqua superficiale per la misura di: temperatura, pH, ossigeno disciolto, conducibilità, clorofilla, ficocianina, ficoeritrina.



*Figura 7. Ubicazione e foto della boa limnologica installata sul lago di Varese.*



*Figura 8. Ubicazione e foto della boa limnologica installata sul Lago Maggiore.*

Tramite apposito software è possibile gestire da remoto la frequenza di acquisizione dati dei sensori e impostare dei valori soglia di allarme in corrispondenza dei quali, tramite SMS o e-mail, il personale tecnico può essere tempestivamente avvisato.

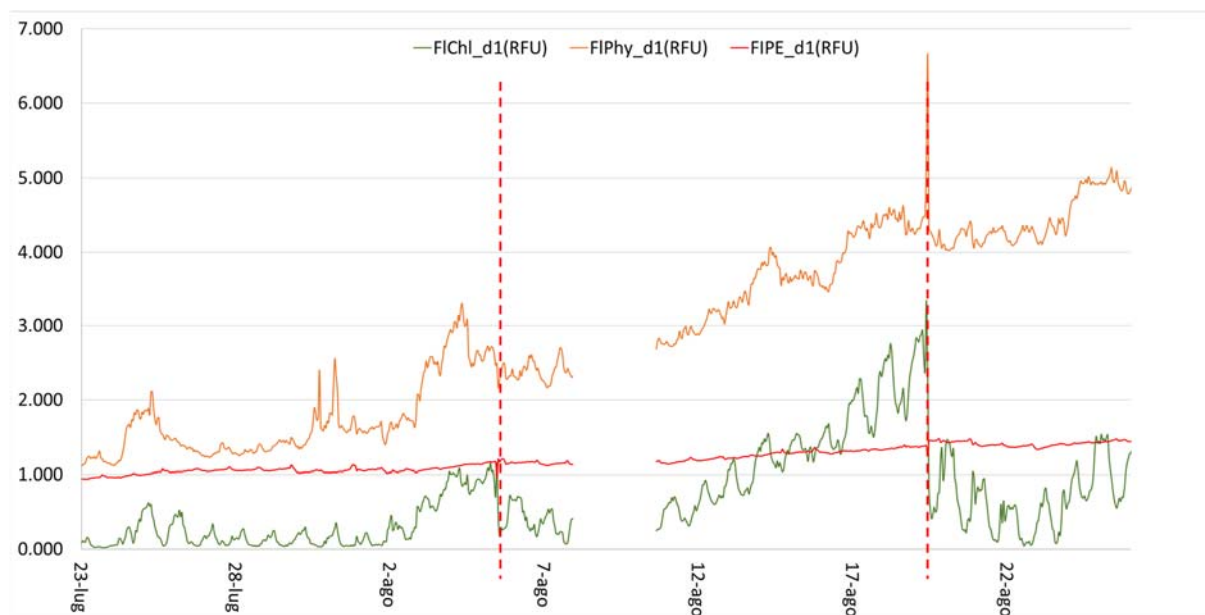
Per la gestione dei dati si è scelto di utilizzare il software *open source* B3 (University of Waikato, New Zealand) che contiene dei *tools* per editare, trasformare e correggere i dati registrati e rappresentarli graficamente. Il processo di validazione è attualmente in corso.

Le attività legate al funzionamento delle boe svolte nel 2020 sono riconducibili a 3 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.
- 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. La frequenza delle operazioni di manutenzione non è mai stata superiore alle due settimane, con la sola eccezione dei periodi 20 agosto-9 settembre e 14 ottobre-24 novembre in cui è stata sospesa.
- Taratura dei sensori per l'analisi dei pigmenti fotosintetici.

### **Manutenzione dei sensori**

La frequenza delle operazioni di manutenzione non è mai stata superiore alle due settimane, con la sola eccezione del periodo 20 agosto-9 settembre in cui è stata sospesa. La manutenzione ordinaria ha riguardato principalmente le sonde AQUATROLL 500 verificando la pulizia delle ottiche dei sensori, controllando lo stato del sistema di *wiping* e pulendo l'interno del bicchiere protettivo delle sonde dove si è riscontrata la presenza di una patina algale che, pur sembrando molto ridotta ad un esame visivo, è stata in grado di causare un fenomeno di deriva delle letture soprattutto nel sensore della clorofilla *a* (Figura 5). I sensori di ficocianina e ficoeritrina invece sono meno influenzati da questo fenomeno, infatti le variazioni nei tracciati pre-post manutenzione sono decisamente meno evidenti.



*Figura 9. Fluorescenza di clorofilla *a*, ficocianina e ficoeritrina nel periodo 23 luglio – 26 agosto 2020; si notino le variazioni dei tracciati, in particolare della clorofilla *a*, a seguito della pulizia delle sonde (linee tratteggiate verticali).*

Nei tracciati grafici è possibile anche identificare un andamento ciclico giornaliero, con valori di fluorescenza della clorofilla più elevati durante la notte e meno elevati nel corso delle ore diurne, come si può evidenziare mediante il confronto con la radiazione solare (Figura 6).

Tale fenomeno, già osservato negli ambienti acquatici soggetti a monitoraggio ad alta frequenza dei pigmenti basato sulla fluorescenza, è legato al *non-photochemical quenching* (NPQ) che

consiste in una riduzione della fluorescenza emessa dal fitoplancton in presenza di un'eccessiva intensità luminosa. Per questo motivo si è scelto di considerare nel processo di taratura dei sensori la media delle misure notturne.

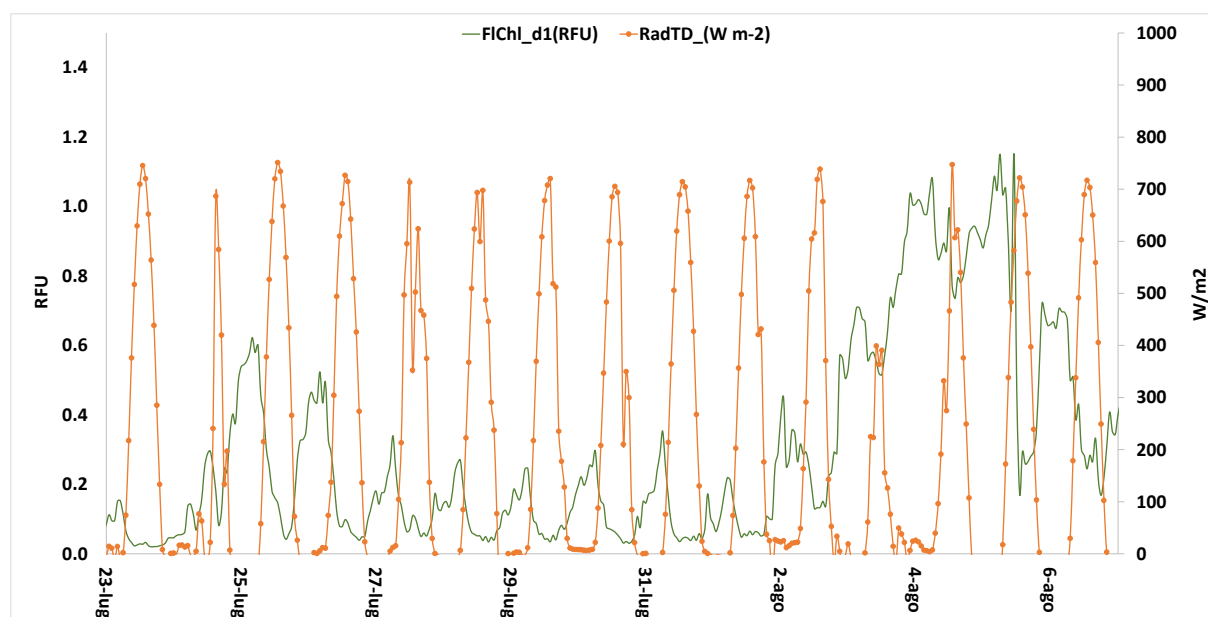


Figura 10. Fluorescenza della clorofilla e radiazione solare nel periodo 23 luglio – 6 agosto 2020 misurate sul lago di Varese.

### Taratura dei sensori

L'impegno più consistente delle attività ha riguardato il processo di taratura dei sensori per la misura dei pigmenti fotosintetici. Le misurazioni continue *in situ* tramite fluorescenza sono infatti meno precise di quelle effettuate in laboratorio e sono influenzate da diversi fattori ambientali quali temperatura, intensità luminosa, composizione e abbondanza della comunità fitoplanctonica, fenomeno di *biofouling*. La taratura *in situ* di questi sensori è complessa, ma fortemente raccomandata per migliorare la conversione del valore grezzo, espresso in unità di fluorescenza relative (RFU) nella concentrazione del pigmento e cercare una corrispondenza con il biovolume del fitoplancton. A tal fine già a partire da luglio 2019, in collaborazione con il CNR IRSA di Verbania, sono stati prelevati diversi campioni di acqua per l'analisi di clorofilla e carotenoidi algali tramite spettrofotometria e HPLC e, allo stesso tempo, per la determinazione al microscopio della composizione e del biovolume del fitoplancton. Questa attività è proseguita nel 2020 successivamente all'installazione delle boe.

Al momento della stesura della presente relazione, sono stati analizzati 100 campioni così ripartiti fra i due laghi e per anno:

	2019	2020	2021
Lago di Varese	9	44	8
Lago Maggiore	6	44	1

### Sintesi dei risultati ottenuti

### Monitoraggio delle fioriture algali

Nel corso del 2020 è stato possibile individuare nel lago di Varese due episodi di massiccia fioritura algale, successivi all'installazione della boa limnologica, verificatisi nei mesi di agosto e ottobre.

Durante l'estate, nel periodo che va dalla seconda metà di luglio al 19 agosto si è verificato un progressivo incremento del biovolume della comunità fitoplanctonica del lago di Varese, sino al raggiungimento di un valore decisamente elevato, prossimo agli  $8.000 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ .

I cianobatteri rappresentano la componente nettamente predominante per biovolume in tutti i campioni analizzati al microscopio (Figura 11) fino al 5 agosto, con forme coloniali appartenenti agli ordini Chroococcales e Oscillatoriales. Il 19 agosto ai cianobatteri, il cui biovolume rimane pressoché costante, si aggiungono le diatomee che divengono la classe più abbondante. In Figura 12a viene confrontato l'andamento del biovolume complessivo del fitoplancton con il valore di fluorescenza della clorofilla a misurato dal sensore mediando i valori notturni. Il confronto tra il biovolume dei cianobatteri con i valori della fluorescenza di ficocianina e ficoeritrina effettuato con le stesse modalità è riportato in Figura 12b. A un primo esame i sensori sembrano in grado di seguire l'evoluzione temporale del fitoplancton, seppur non vi sia un rapporto strettamente lineare tra incremento di RFU (relative fluorescence units) misurate dai sensori e aumento del biovolume del fitoplancton. Il sensore per la misura della ficocianina inoltre sembra seguire meglio l'andamento dei cianobatteri. In Figura 5 è riportato l'intero andamento dei tre sensori. Come sottolineato in precedenza, il biofouling può influenzare sensibilmente le letture della clorofilla, tuttavia la rapidità con cui determina una deriva del sensore potrebbe essere a sua volta considerato un indice della presenza del fitoplancton e di un'attività fotosintetica consistente.

In condizioni di stratificazione termica stabile, anche i sensori per la misura del pH e della conducibilità possono fornire indicazioni circa l'incremento della produzione primaria e pertanto possono essere utilizzati per descrivere l'episodio di fioritura algale. Infatti, l'attività fotosintetica determina un aumento del pH e una diminuzione dei valori di conducibilità, entrambi osservabili nei relativi tracciati in Figura 13 in cui si riporta l'andamento delle medie giornaliere di questi parametri fino a metà settembre. I temporali del 28-30 agosto determinano un rimescolamento che interessa i primi 7 metri della colonna d'acqua, come indicato dai termistori, influenzando l'andamento dei due parametri che sembrano indicare un momentaneo calo della produzione primaria. Il tracciato dei pigmenti in corrispondenza di tali eventi invece non subisce particolari variazioni; tuttavia, il biofouling, in particolare per la clorofilla, potrebbe averne influenzato le letture.

In definitiva, l'insieme dei sensori presi in esame indica una presenza significativa del fitoplancton anche a inizio settembre, periodo non coperto dalle normali attività di monitoraggio in campo. La prosecuzione delle analisi al microscopio dei campioni fornirà ulteriori informazioni per interpretare i dati raccolti dai sensori.

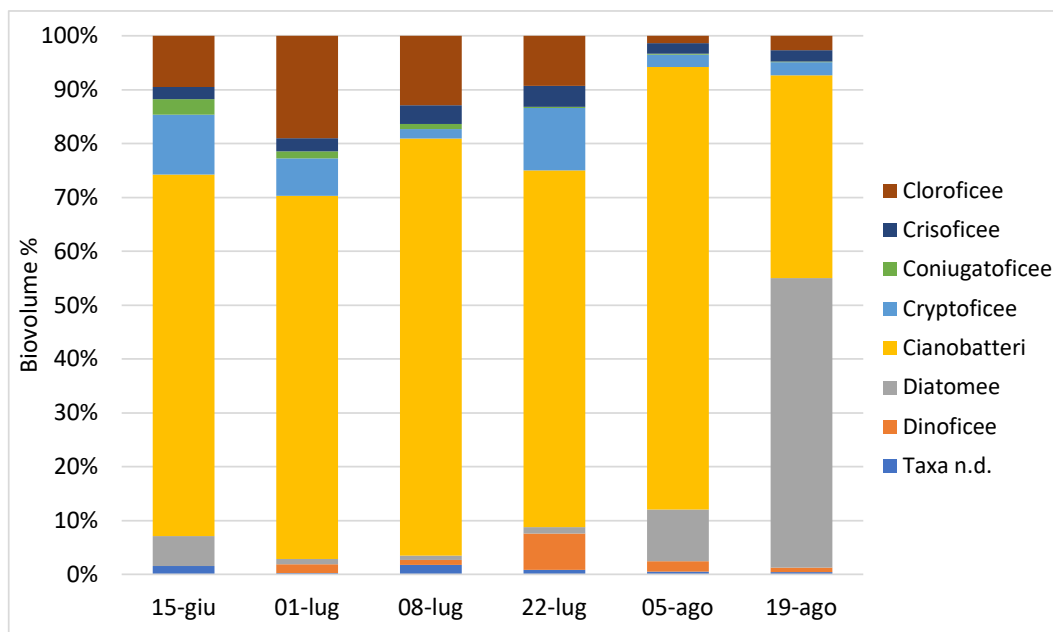


Figura 11. Abbondanze relative delle varie classi algali nei campioni analizzati al microscopio.

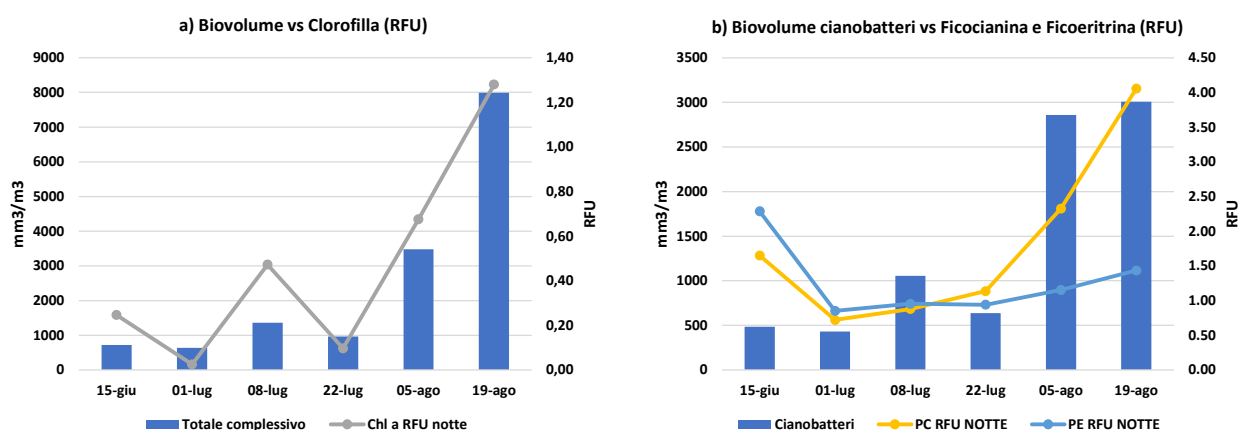


Figura 12. a) Confronto tra i valori di biovolume complessivo del fitoplancton e la fluorescenza misurata dal sensore della clorofilla a (media dei valori notturni); b) confronto tra i valori di biovolume dei cianobatteri e la fluorescenza misurata dal sensore della flicocianina e della ficoeritrina.

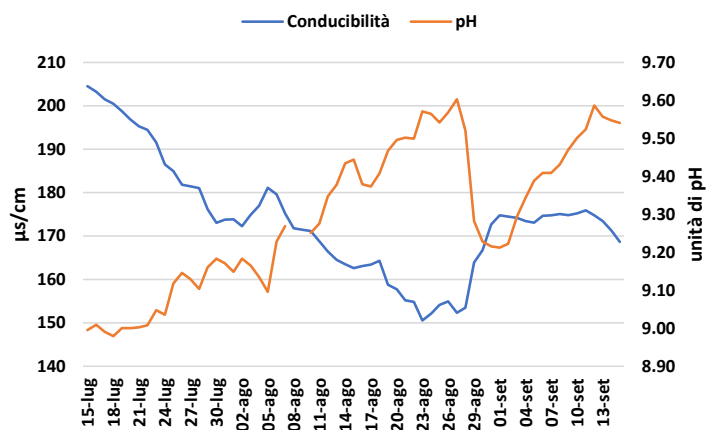


Figura 13. Andamento delle medie giornaliere della conducibilità e del pH nel periodo 15 luglio – 31 agosto misurate a 1 metro di profondità dalla boa limnologica.

Il 25 settembre e il 2-3 ottobre si sono verificati due eventi meteorologici particolarmente intensi caratterizzati da forti venti e abbondanti precipitazioni. Essi hanno accelerato improvvisamente il processo di rimescolamento delle acque che ha interessato i primi 15-17 metri della colonna d'acqua. L'andamento della clorofilla nel periodo 20 settembre - 20 ottobre mostra un costante incremento evidenziando un episodio di fioritura algale (Figura 14). Il biofouling non sembra interferire sulle letture del sensore in quanto a seguito della pulizia effettuata in data 01/10 e 14/10 non si osservano variazioni sensibili nel tracciato. L'incremento del fitoplancton rispetto al periodo precedente è confermato dalle analisi dei campioni prelevati a 1 metro che mostrano in entrambe le date valori di circa 15 µg/L di clorofilla *a* misurata allo spettrofotometro. Al momento non sono ancora disponibili i risultati delle analisi al microscopio dei campioni prelevati alla profondità dei sensori, tuttavia il biovolume del fitoplancton del campione integrato prelevato in data 14/10 nell'intervallo 0-7 metri è elevato, superiore ai 4.000 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> e conferma che è in atto un episodio di fioritura algale. Nel campione la comunità è dominata dalle diatomee; i cianobatteri sono presenti, ma in quantità inferiore rispetto al periodo estivo, dato confermato dal tracciato del sensore della ficocianina (Figura 14). Quest'ultimo è stato sostituito a seguito di un cortocircuito verificatosi a inizio settembre ed è tornato operativo dal 14/10.

La misura ad alta frequenza della clorofilla da parte della boa limnologica indica anche che il periodo di massima produzione algale si è avuto intorno al 20 ottobre, per poi subire un calo verso fine mese.

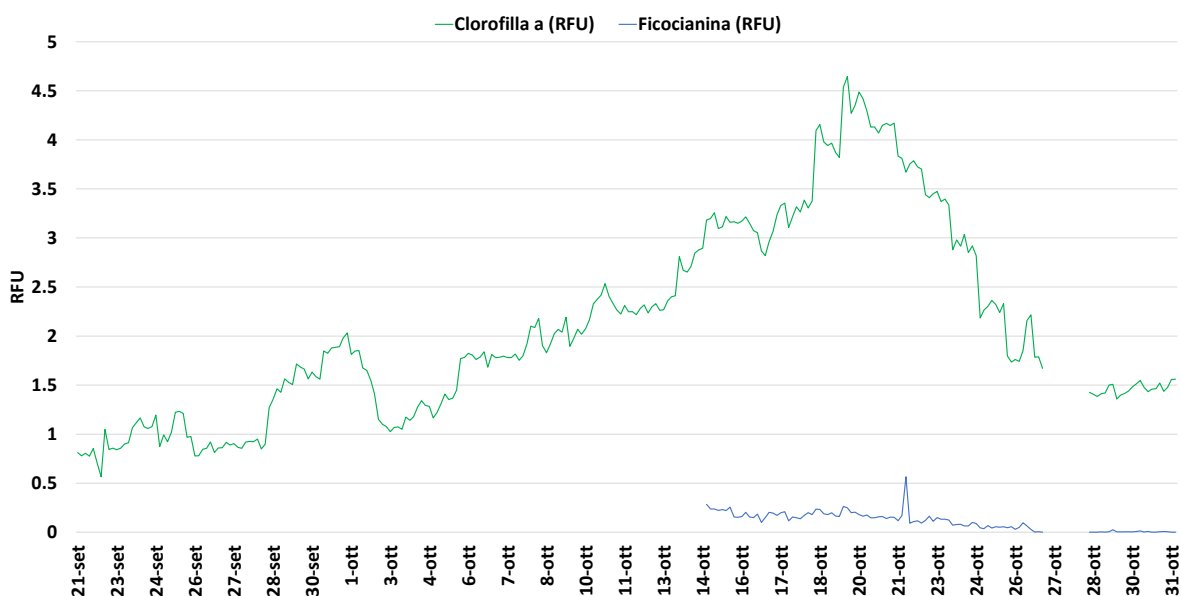


Figura 14. Fluorescenza di clorofilla *a* e ficocianina nel periodo 20 settembre – 31 ottobre 2020.

A differenza del periodo estivo le misure in continuo del pH e della conducibilità non possono essere utilizzate come ulteriore conferma della fioritura algale in quanto il processo di raffreddamento delle acque superficiali con conseguente assottigliamento del termoclino, accentuato dalle forti perturbazioni, copre gli effetti dell'attività fotosintetica.

Alla luce dell'esperienza accumulata nel corso del 2020, si ritiene difficile stabilire una conversione diretta e sempre affidabile tra il valore grezzo misurato dai sensori, espresso in unità di fluorescenza relative (RFU), la concentrazione del pigmento e il biovolume dell'intera comunità fitoplanctonica.



Tuttavia, i sensori possono fornire importanti indicazioni evidenziando i trend di aumento/diminuzione del fitoplancton e dei cianobatteri nel tempo, compensando le lacune del monitoraggio ordinario, caratterizzato da una bassa frequenza.

Appare molto utile, dove possibile, confrontare i tracciati dei diversi sensori che riflettono l'attività fotosintetica del fitoplancton. Nel corso del 2021 si prevede di collocare uno dei sensori per la misura in continuo dell'ossigeno disciolto a 1 metro di profondità, in modo tale da avere un'ulteriore informazione capace di evidenziare gli incrementi della produzione primaria.

### Valutazione del fitoplancton mediante pigmenti fotosintetici

Nella Figura 14 sono messi a confronto i dati ottenuti per la clorofilla con la misura spettrofotometrica e con quella cromatografica. Come era atteso, in entrambi i laghi i valori della lettura allo spettrofotometro tendono a sovrastimare la concentrazione della clorofilla a per effetto dell'interferenza dovuta alla presenza di altri composti che assorbono alle stesse lunghezze d'onda. Anche a fronte di un maggior numero di dati si riconferma la differenza fra il Lago Maggiore e il lago di Varese. Infatti, nel Lago Maggiore i valori osservati mostrano uno scostamento maggiore rispetto alla retta 1:1 ad indicare che nel caso di questo lago la relazione fra clorofilla a e biomassa algale è più variabile in conseguenza di una maggiore diversità del popolamento algale nel corso del periodo osservato. Al contrario, nel lago di Varese, dove la composizione fitoplanctonica è più costante, la relazione fra clorofilla e biomassa algale è più costante. Questa differenza è anche evidenziata dal confronto fra le concentrazioni della clorofilla a e la biomassa algale stimata dai conteggi al microscopio (Figura 16) dove, pur rimanendo significativa in entrambi i laghi, la relazione nel caso del Lago Maggiore risulta avere una dispersione più ampia ( $R^2$  inferiore).

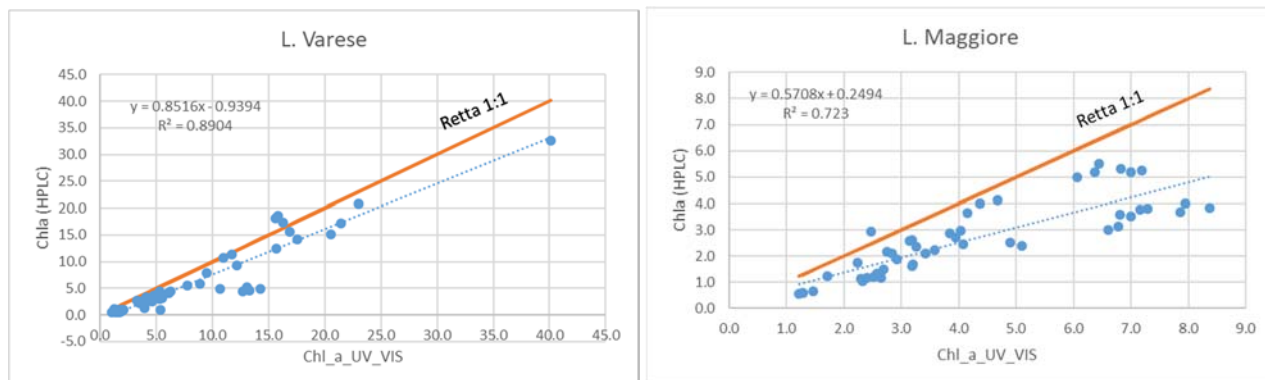


Figura 15. Confronto fra le concentrazioni di clorofilla a misurate con lo spettrofotometro (Chl\_a UV-Vis) e con HPLC (Chl\_a HPLC) nei due laghi.

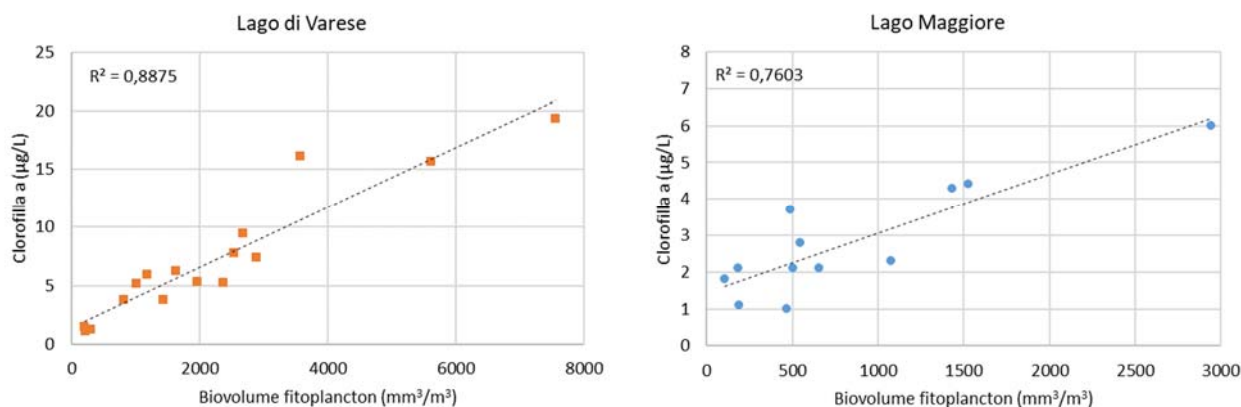


Figura 16. Relazione fra biovolume del fitoplancton e concentrazione di clorofilla a misurata allo spettrofotometro.

Anche se i dati di conteggio non sono ancora tutti disponibili, in quanto le analisi sono in corso presso ARPA, sia per il lago di Varese che per il Lago Maggiore la clorofilla *a* descrive in modo sufficientemente accurato la distribuzione della biomassa algale. Nella Figura 17 è riportato l'andamento per il periodo osservato per il 2019 e 2020 nel Lago di Varese.

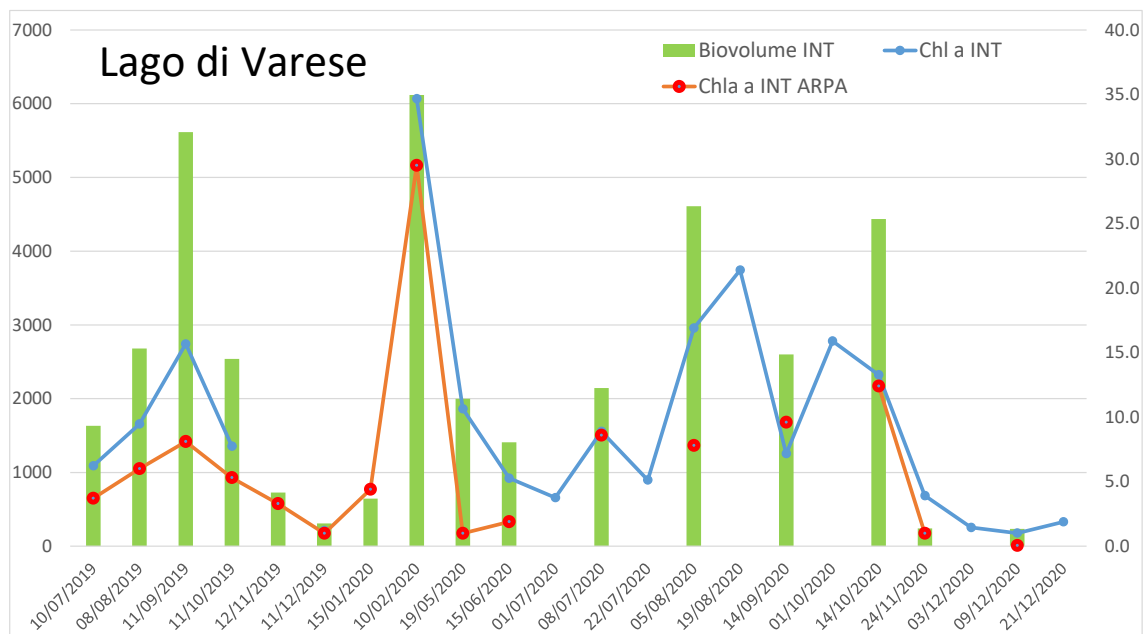


Figura 17. Lago di Varese Confronto fra l'andamento della biomassa algale (ARPA) e la clorofilla totale misurata da ARPA e CNR; anni 2019-2020.

Anche nel confronto sulle diverse profondità si osserva la buona corrispondenza fra i valori di clorofilla e biomassa algale; si riporta in Figura 18 l'andamento a 1 metro di profondità per il lago di Varese della biomassa della cianoficee stimata sia attraverso il conteggio al microscopio che dall'analisi dei carotenoidi specifici.



Figura 18. Lago di Varese confronto fra gli andamenti della biomassa totale e della clorofilla misurati a -1m di profondità

Nella Figura 19 si presenta il risultato delle analisi relative all'andamento della clorofilla misurata in tre differenti profondità della colonna d'acqua messa a confronto con le concentrazioni misurate nel campione integrato dello strato fotico. Questo confronto ci dà un'importante indicazione operativa in quanto il campione integrato dello strato fotico rappresenta bene l'andamento complessivo della clorofilla nello strato fotico ad eccezione del periodo estivo (agosto-settembre) in cui si mettono in



evidenza certa stratificazione del popolamento planctonico con i valori osservati nello strato a -2m inferiori rispetto a tutti gli altri.

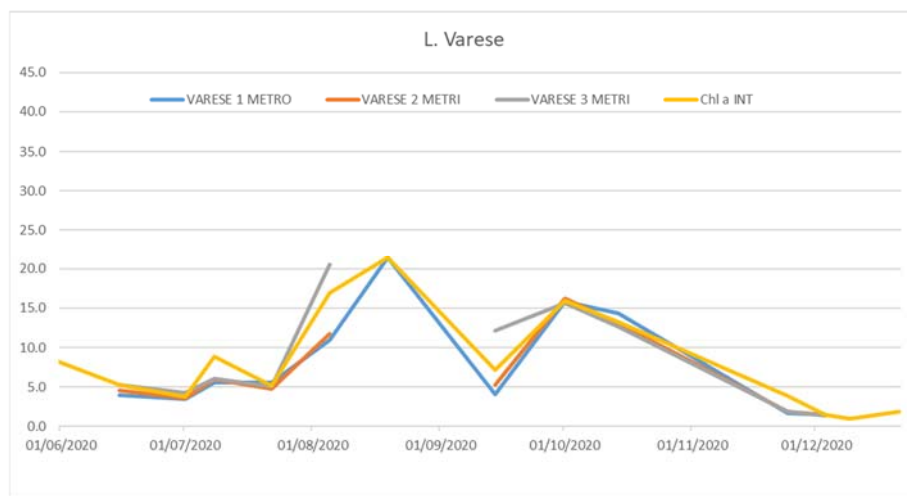


Figura 19. Lago di Varese andamento della clorofilla misurata a tre differenti profondità sulla colonna d'acqua.

La differente abbondanza della clorofilla è anche legata ad una differente composizione del popolamento algale come è messo in evidenza dalla distribuzione dei carotenoidi specifici nei campioni prelevati lungo la colonna d'acqua e nel campione integrato in occasione del campionamento effettuato il giorno 05 agosto 2020 (Figura 20). In questa data di campionamento i carotenoidi specifici delle cianofitocce (zeaxantina, Echinenone, mixoxantofilla) sono più abbondanti nei due campioni superficiali (-1m e -2 m) rispetto al campione a -3 m di profondità. Il campione integrato è comunque rappresentativo della composizione algale.

In Figura 21 si presentano i dati relativi al 2020 dei carotenoidi specifici identificati nei due laghi (Varese e Maggiore). Per dare un riepilogo visivo rapido della variabilità dei valori osservati si è utilizzato la presentazione tramite box-plot. Questi mostrano la mediana, i quartili superiore e inferiore, i valori minimo e massimo e i valori estremi presenti nel data-set. I valori dei carotenoidi sono espressi come rapporto rispetto alla clorofilla e quindi evidenziano il contributo relativo dei diversi gruppi algali presenti. Si vede molto bene come nel corso del 2020 nel lago di Varese i carotenoidi "tipici" delle cianofitocce sono più rappresentati.

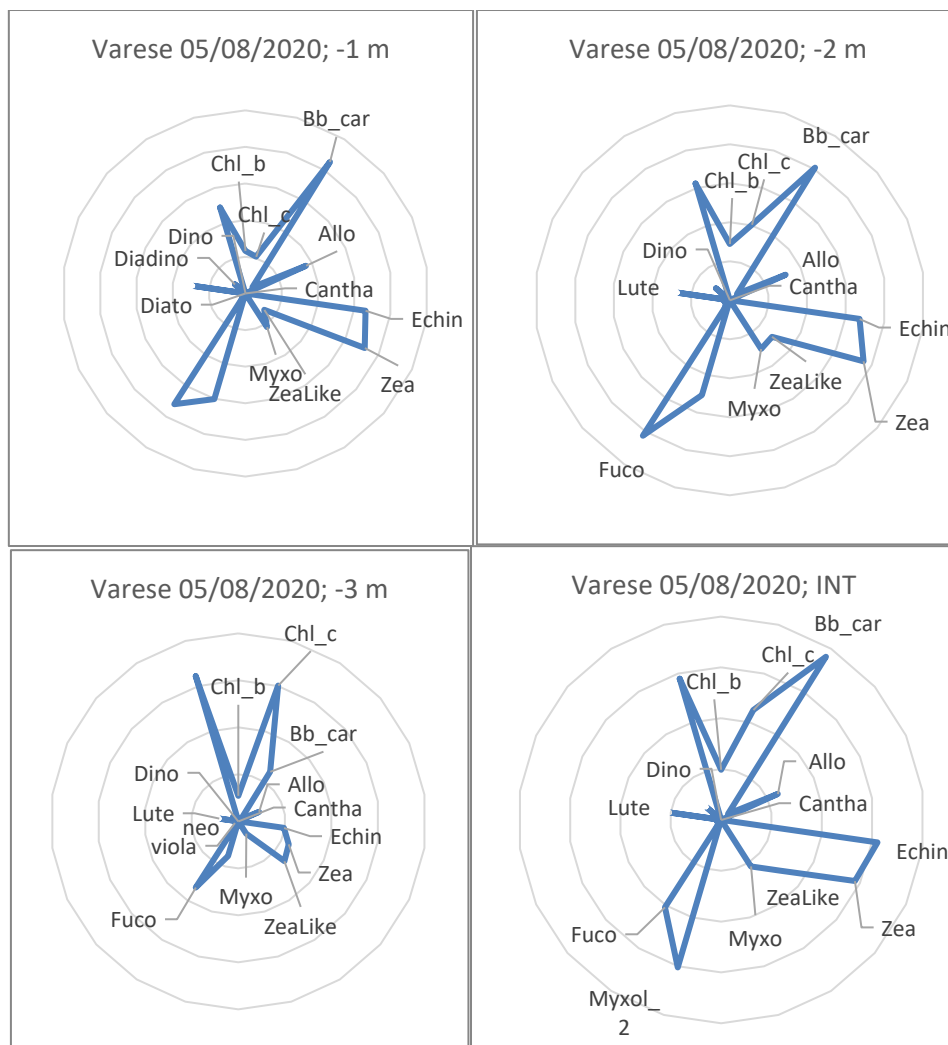


Figura 20. Lago di Varese: distribuzione dei carotenoidi specifici in tre campioni lungo la colonna d'acqua (-1m, -2m, -3m di profondità) e nel campione integrato prelevati il giorno 08 luglio

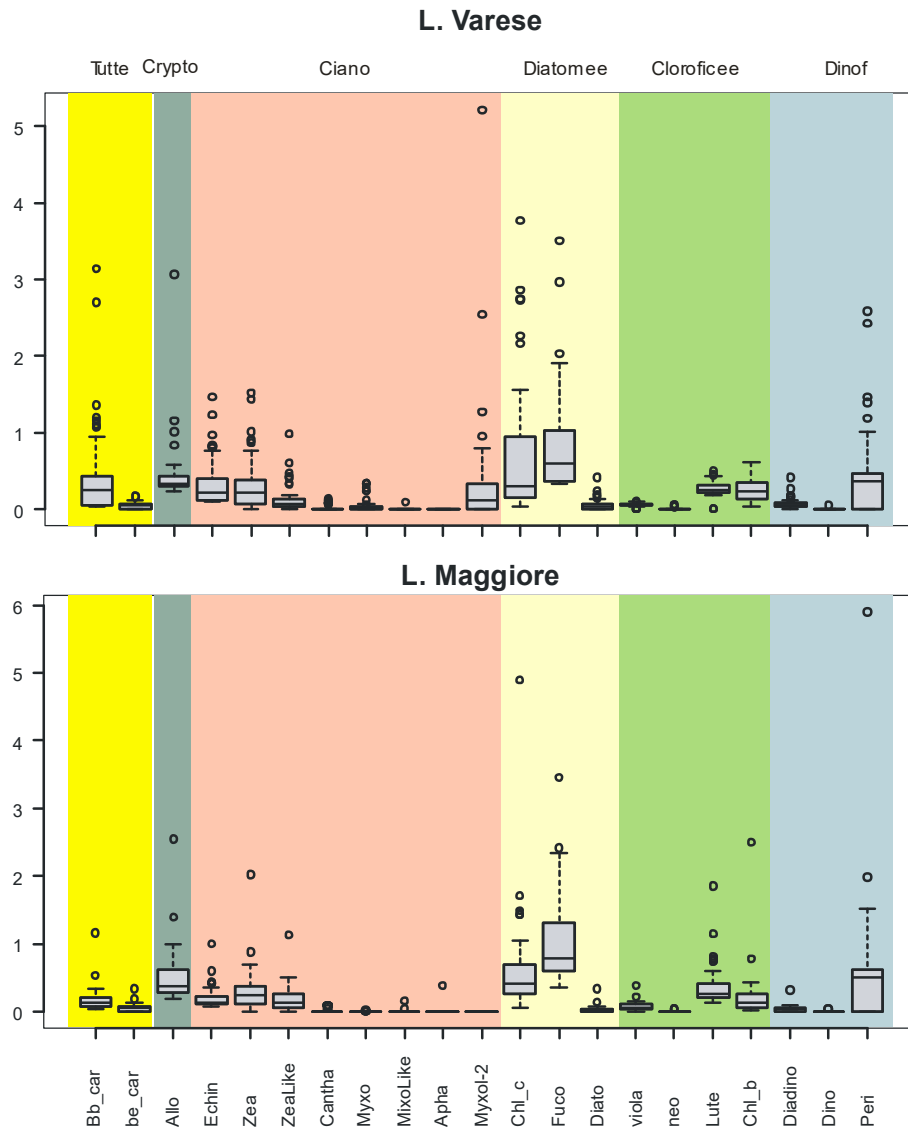
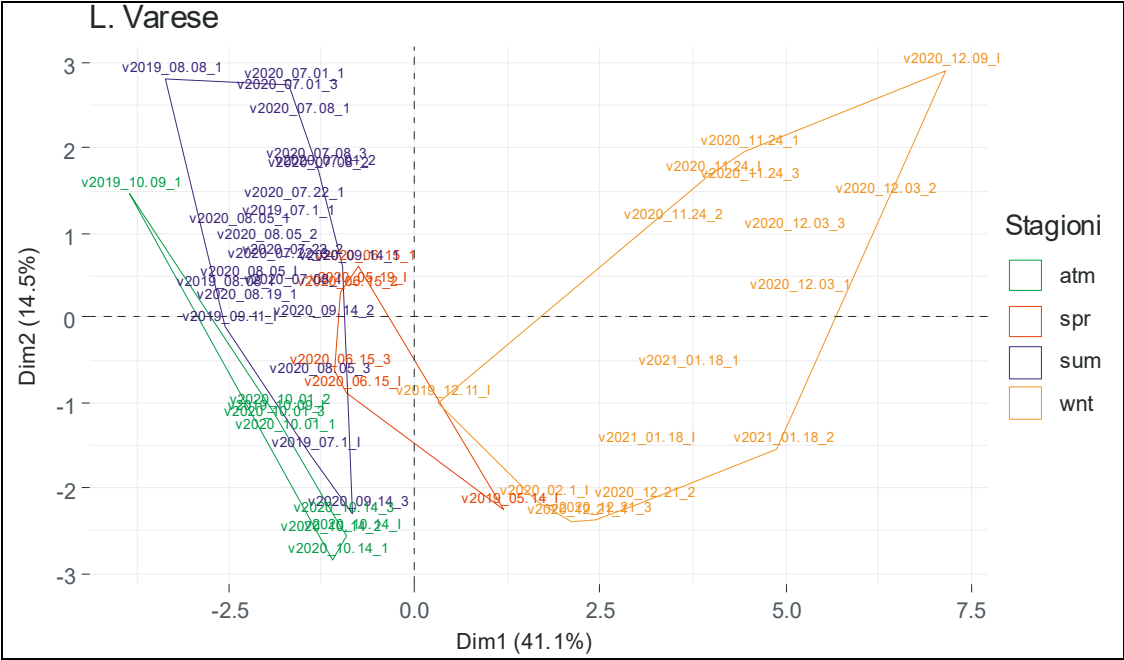
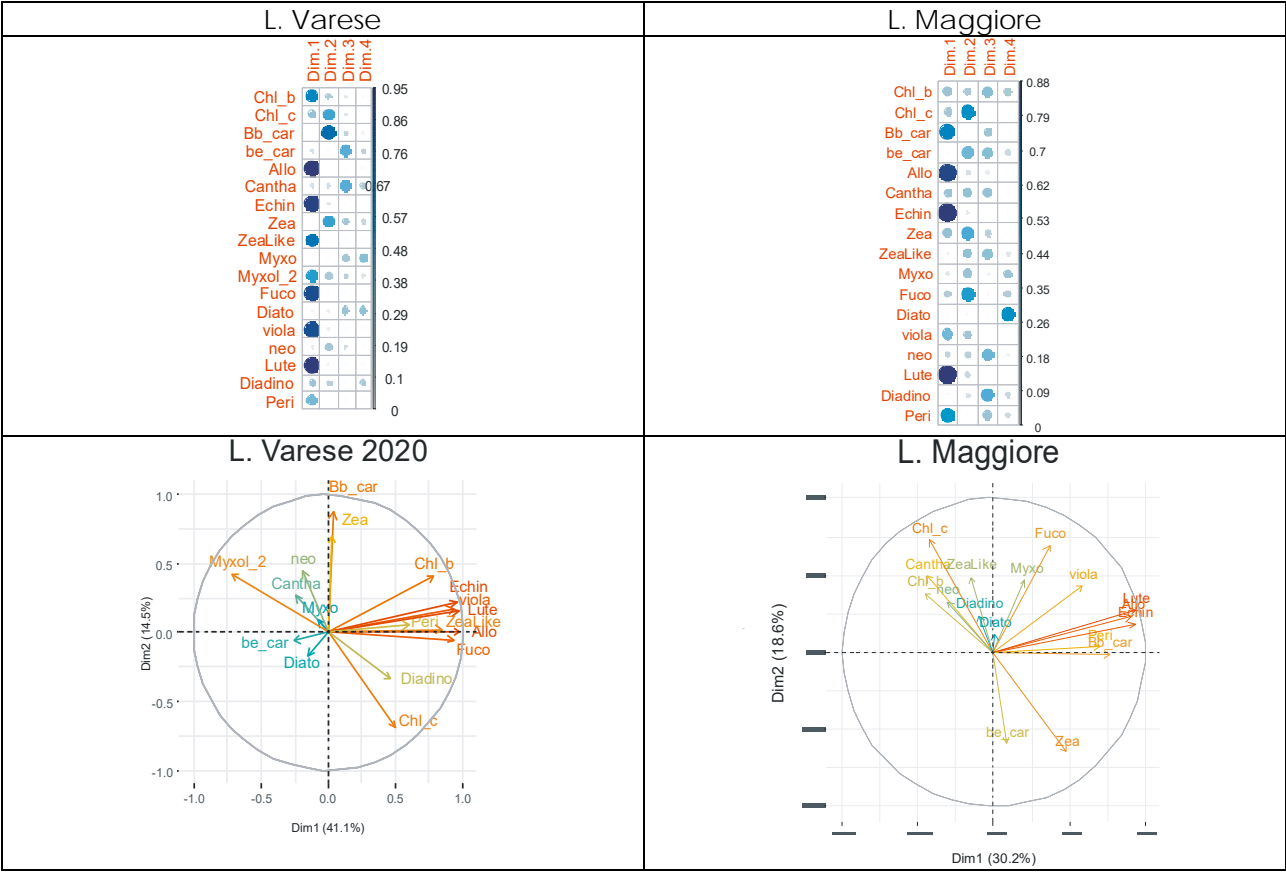


Figura 21. Box-plot della concentrazione relativa alla clorofilla a dei carotenoidi specifici identificati nei laghi Varese e Maggiore.

Si è effettuata anche un'analisi delle componenti principali (PCA) per valutare quanto i carotenoidi fossero in grado di catturare la variabilità dei campioni prelevati nel 2020. Nella Figura 17 sono messi a confronto i due laghi e si nota come per il lago di Varese il primo asse è associato a alloxantina, echinenone, fucoxantina, violaxantina e luteina e rappresenta il 41% della variabilità totale, il secondo asse è associato a clorofilla c, beta-carotene e rappresenta il 14.5% della variabilità complessiva. Nel caso del Lago Maggiore il primo asse è associato a beta carotene, alloxantina, luteina ed echinenone e rappresenta il 30.2 della variabilità complessiva, mentre il secondo asse, associato a clorofilla c, fucoxantina e beta carotene rappresenta il 18,6 della variabilità.

Se si rappresentano in campioni analizzati nei due laghi sul nuovo piano identificato dai primi due assi si vede come nel caso del Lago di Varese si possa ricostruire molto bene la sequenza stagionale, mentre nel caso del Lago Maggiore i campioni estivi non hanno una composizione più variabile in particolare fra l'estate del 2019 e quella del 2020.



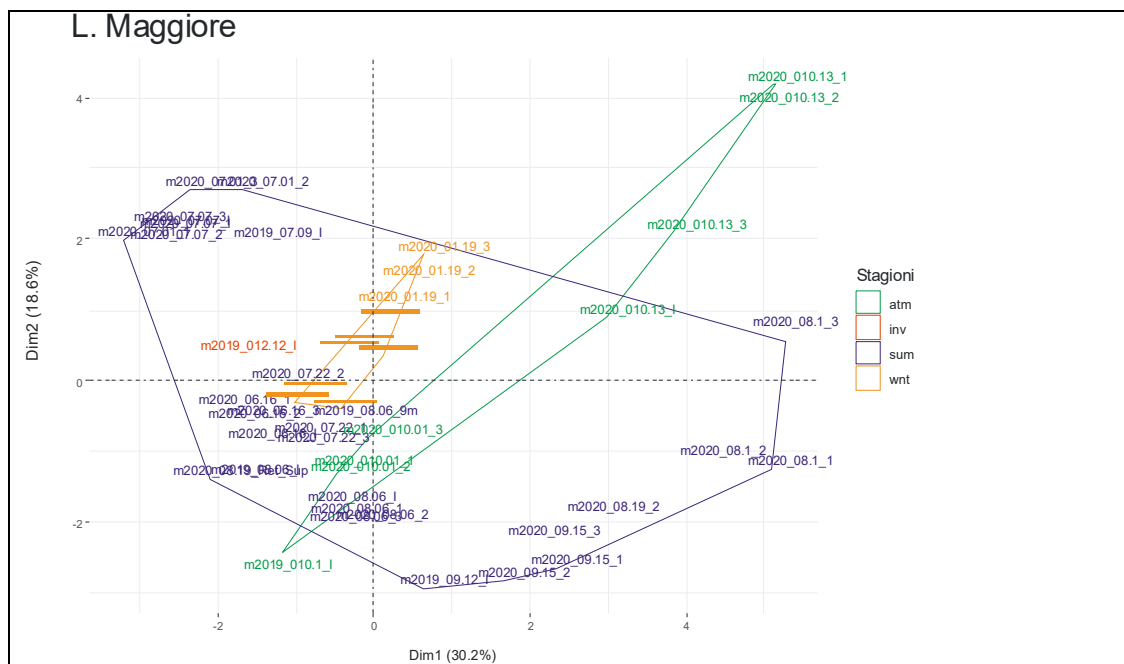
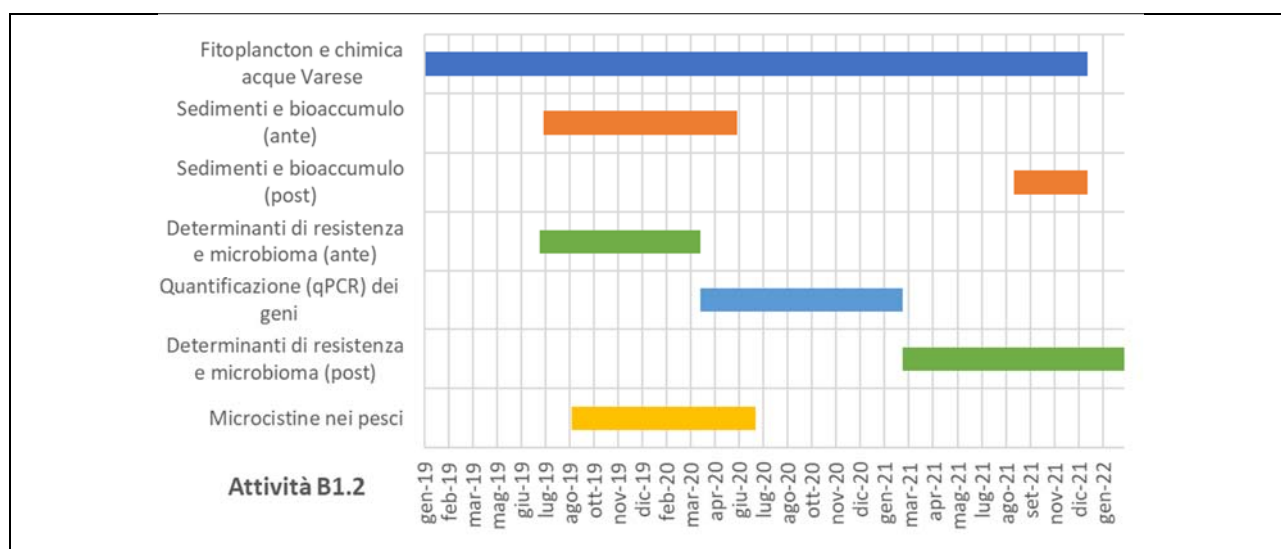


Figura 22. Rappresentazione dei campioni misurati nel lago di Varese e L. Maggiore nel corso dell'intero periodo di osservazione (2019-2020) sui primi due assi ottenuti con la PCA.

ATTIVITÀ B.1.2
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 lago di Varese
<p><b>Descrizione Attività</b></p> <p>L'attività riguarda il <u>monitoraggio degli elementi biologici</u> (fitoplancton), degli <u>elementi fisico-chimici di base e di altri elementi chimici</u> nelle acque del lago di Varese, allo scopo di verificarne l'evoluzione in rapporto ai previsti interventi di risanamento. Saranno <u>ricercati anche alcuni inquinanti specifici (PFAS, DDT, PCB) nei sedimenti e nella fauna ittica</u>.</p> <p>L'attività comprende anche la <u>ricerca nelle acque e/o nel biota di alcune sostanze prioritarie e altre sostanze e dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza</u>, allo scopo di valutarne il rischio di trasferimento dal lago di Varese ai corpi idrici connessi (fiume Bardello e Lago Maggiore) a seguito dell'attivazione del prelievo ipolimnico. Al tempo stesso attraverso le analisi metagenomiche per la ricerca di geni di resistenza si otterrà la prima descrizione tassonomica della comunità batterica del Lago di Varese, e verrà identificata la presenza di ceppi potenzialmente patogeni nell'ipolimnio del lago stesso.</p> <p>Al fine di completare gli elementi conoscitivi riguardo le fioriture ricorrenti di cianobatteri nel lago di Varese, sarà <u>indagata la presenza di tossine algali (microcistine) nella fauna ittica del lago</u>.</p> <p>Nel 2019 saranno effettuati campionamenti mensili delle acque per l'analisi del fitoplancton, dei parametri fisico-chimici e chimici.</p> <p>Nel primo anno di indagine si prevede, inoltre, la ricerca di PFAS, DDT e PCB su sedimenti (3 punti) e pesci (4 campagne considerando 2 specie ittiche). L'indagine sarà ripetuta dopo un congruo periodo dall'attivazione del prelievo ipolimnico al fine di evidenziare l'eventuale incremento dei livelli di contaminazione nelle matrici considerate.</p> <p>Relativamente al monitoraggio dei determinanti di resistenza e del microbioma del lago, nel primo anno di indagine saranno effettuati campionamenti mensili delle acque ipolimniche in quattro mesi freddi (invernali) ed in quattro mesi caldi (estivi); si effettueranno analisi metagenomiche dei campioni e descrizione della comunità batterica residente (microbioma) e dei geni di resistenza (resistoma). Saranno selezionati i 10-15 geni che presentano particolare criticità (in accordo con i dati ottenuti dall'attività B.1.3). Nel secondo anno si prevedono la quantificazione (qPCR) dei geni selezionati e il monitoraggio bimestrale degli stessi. Nel terzo anno sarà effettuata la valutazione mensile (per almeno tre mesi invernali e tre estivi) dei cambiamenti avvenuti nel microbioma e nel resistoma dell'ipolimnio del lago in seguito alle operazioni di prelievo attraverso tecniche metagenomiche).</p> <p>Tra il 2019 e il 2020 si prevede anche l'attività di ricerca delle microcistine nei pesci (indicativamente 4 campioni).</p>
<p><b>Soggetto Attuatore</b></p> <p>Regione Lombardia, ARPA Lombardia, CNR-IRSA Verbania, Università dell'Insubria</p>
<p><b>Cronoprogramma attività</b></p>



Resoconto attività a cura di ARPA Lombardia, CNR IRSA di Verbania e Università degli Studi dell'Insubria

### Sintesi delle attività svolte

Come previsto nel Piano di monitoraggio, a partire dal mese di gennaio 2019, sono stati effettuati **campionamenti e misure** mensili nella stazione di massima profondità del lago (Figura 9) con le modalità indicate in Tabella 1. Modalità di campionamento dei parametri analizzati nel lago di Varese durante il biennio 2019-2020.. Durante il periodo di stratificazione termica, da maggio a novembre 2019, sono stati monitorati anche alcuni punti aggiuntivi 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. Nelle stazioni aggiuntive, tramite sonda multiparametrica, si sono registrati dalla superficie al fondo i profili di temperatura, conducibilità, ossigeno disciolto, pH e radiazione luminosa. Sono stati raccolti e destinati all'analisi di fosforo totale e ortofosfato un campione a circa un metro dal fondo e un campione integrato rappresentativo dell'ipolimnio.

Nel 2020 i campionamenti e le misure sono proseguiti con frequenza mensile a partire da gennaio nella sola stazione di massima profondità del lago a Biandronno con le stesse modalità del 2019 (Tabella 1. Modalità di campionamento dei parametri analizzati nel lago di Varese durante il biennio 2019-2020.).

Tabella 1. Modalità di campionamento dei parametri analizzati nel lago di Varese durante il biennio 2019-2020.

Parametro	Profondità	Frequenza
Parametri chimico-fisici	misure in continuo tramite sonda Oceanseven 316	mensile
Fitoplancton	integrata (zona eufotica)	mensile
Clorofilla <i>a</i>	integrata (zona eufotica)	mensile
Parametri chimici di base	discrete	mensile
Metalli	discrete	mensile
DOC	integrato (0-5 metri) e integrato (5-23 metri)	mensile
Altri parametri	integrato (0-5 metri) e integrato (5-23 metri)	mensile
PFAS	integrato (0-5 metri) e integrato (5-23 metri)	trimestrale

L'emergenza sanitaria conseguente alla pandemia da COVID-19 ha impedito lo svolgimento delle campagne di marzo e aprile. Le attività sono riprese nel mese di maggio, ma le misure per il contenimento dei contagi hanno rallentato le attività di analisi dei campioni raccolti.

Rispetto al 2019 è aumentato 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. Sono state pertanto selezionate 3 ulteriori profondità collocate a 17, 20 e 23 metri in corrispondenza delle quali, a partire dal mese di maggio, sono stati raccolti campioni per l'analisi di fosforo e azoto.

Sempre nel 2020 è proseguito il supporto da parte di ARPA per lo svolgimento delle altre attività ricomprese nell'Azione B.1, in particolare riguardo il campionamento di matrici ambientali destinate ad analisi da parte degli altri soggetti attuatori dell'AQST, come specificato nel seguito.

A metà luglio 2019 sono stati prelevati i **sedimenti** dal lago in tre punti a diversa profondità per la successiva analisi di PFAS, DDT e PCB, attività in carico all'Università dell'Insubria.

In tre occasioni (18/07/2019, 06/10/2019 e 03/02/2020) sono stati eseguiti prelievi di fauna ittica (Pesce persico e Gardon) nei pressi di Gavirate per le analisi di **bioaccumulo** di PFAS, DDT, PCB e microcistine, attività in carico all'Università dell'Insubria e al CNR-IRSA Verbania. Purtroppo non si è proceduto nel 2020 ad un ulteriore campionamento dei pesci per problemi connessi alla pandemia da Covid e alla chiusura degli spazi di stoccaggio in Università.

A partire da luglio 2019 sono prelevati mensilmente (eccetto l'interruzione di marzo e aprile 2020 a causa dell'emergenza sanitaria conseguente alla pandemia da COVID-19) campioni di acqua ipolimnica destinati all'analisi dei **determinanti di antibiotico e metallo resistenza**, alla descrizione della comunità batterica e per verificare la presenza di potenziali patogeni, attività in carico al CNR IRSA di Verbania. La campagna di campionamento 2019-2020 ha prodotto la quantificazione, qualificazione morfologica e genomica (attraverso analisi di shotgun metasequencing, questi ultimi attualmente disponibili solo per il 2019, da luglio anche per il 2020) della comunità microbica interessata dall'intervento di Prelievo Ipolimnico (PI) dal lago di Varese, attraverso il fiume Bardello, fino al Lago Maggiore. Le attività di quantificazione e di valutazione fenotipica microbica per il 2021 sono in corso secondo le previsioni, con dati disponibili fino al dicembre 2020, i dati di metagenomica e composizione della comunità per l'anno 2020 saranno, come previsto, disponibili nella tarda primavera, inizio estate del 2021. Al fine di ottimizzare la ricerca e la qualità dei dati prodotti, si è deciso di modificare leggermente le tempistiche di campionamento del fiume Bardello per renderle congruenti con quelle del lago di Varese, portandole pertanto da trimestrali a mensili, rendendo mensile anche il campionamento del lago stesso. Su questi campioni un numero consistente, equivalente a 16 dal lago e 15 dal Bardello (e dal Lago Maggiore, baia di Ispra), selezionati in base alla rappresentatività in termini di abbondanza batterica, è stato utilizzato per le analisi metagenomiche avanzate (ad oggi 24 già completate per il 2019, 24 in fase di elaborazione per il 2020 e le restanti relative al 2021). L'aumento di campioni analizzati rispetto all'Accordo di Collaborazione, si è reso necessario dai risultati delle prime analisi in citometria, a seguito dei quali si è deciso di incrementare il numero di stazioni di campionamento del Fiume Bardello, in modo da coprire meglio particolari criticità, e la zona del Lago Maggiore potenzialmente impattata dalla foce del Bardello.

Si riportano di seguito il numero di campioni raccolti suddivisi per ciascun mese (Tabella 2), il numero di sostanze analizzate nel 2020 e il numero totale di analisi svolte da ARPA (Tabella 3). I risultati delle



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

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

Matrice	GEN 2019	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	GEN 2020	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Acque <sup>1</sup>	6	6	6	8	12	12	13	13	13	12	10	8	6	6	*	*	11	11	11	11	11	11	11	11
Acque <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	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	1	1	*	*	1	1	1	1	1	1	1	1
Sedimenti	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pesci <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>Analisi chimico-fisiche; <sup>2</sup>Antibiotico e metallo resistenza; <sup>3</sup>Bioaccumulo

*Tabella 3. Numero di sostanze chimiche ricercate e numero di analisi effettuate da ARPA sulle acque del lago di Varese nel 2019 e nel 2020.*

Gruppo	2019		2020	
	N. sostanze	N. analisi	N. sostanze	N. analisi
Parametri di base	25	1327	25	1267
Composti organici volatili (VOC)	39	738	-	-
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	18	360	15	234
Metalli	12	581	5	205
Composti perfluorati (PFAS)	12	96	12	96
Pesticidi	103	2454	2	36
Sostanze farmaceutiche	1	24	-	-
Altri parametri	4	99	-	-

## Sintesi delle attività in corso

Sul monitoraggio biologico, chimico e chimico fisico, dopo la sospensione nei mesi di marzo e aprile, a partire da maggio le attività di campionamento e analisi previste dal Piano di monitoraggio 2020 sono riprese e proseguite come da cronoprogramma. L'emergenza sanitaria conseguente alla pandemia da COVID-19 ha causato un rallentamento nella restituzione dei dati sugli inquinanti nei sedimenti e sul bioaccumulo nei pesci.

Le attività relative allo studio microbiologico e metagenomico, i campionamenti hanno avuto cadenza mensile da luglio 2019, e proseguono tuttora (aprile 2021). Si è deciso di prolungare il periodo di analisi al fine di valutare più nel dettaglio eventuali impatti a breve e brevissimo termine del PI, oltre alle già previste analisi a medio-lungo termine. Le analisi di seguito presentate sono frutto di misure in citometria a flusso (BD Accuri) e in microscopia ad epifluorescenza (AxioVert Zeiss), mentre i risultati riguardanti la composizione della comunità, sia in termini di specie batteriche che di resistoma e patobioma, sono frutto di analisi di shotgun metagenomics (Illumina NextSeq).

## Sintesi dei risultati ottenuti

### Monitoraggio fisico-chimico: temperatura delle acque

La fase di piena circolazione, iniziata a fine 2019, è visibile nei profili di temperatura delle acque dei primi due mesi del 2020 durante i quali i valori medi sulla colonna sono compresi tra i 6,6 °C di gennaio e i 5,9 °C di febbraio, sensibilmente superiori ai corrispondenti valori del 2019 (Figura 23a). Le temperature atmosferiche insolitamente miti con un mese di febbraio, in particolare, che è risultato il più caldo mai registrato con un valore di 3,5 °C superiore rispetto alle medie storiche (Centro Geofisico Prealpino, 2020), hanno influenzato la termica del lago. Nel mese di maggio 2020 la stratificazione termica risulta già molto evidente e decisamente più marcata rispetto all'anno precedente con una netta distinzione tra epilimnio ed ipolimnio (Figura 23b).

Dal mese di luglio, con l'effettiva entrata in funzione della boa limnologica, sono disponibili le misure in continuo della temperatura raccolte dalla catena di termistori distribuiti dalla superficie al fondo del lago. Il loro andamento è riportato in Figura 24, dove per chiarezza sono riportati i tracciati ritenuti più rappresentativi. Le oscillazioni della temperatura sono più marcate nello strato superficiale dove viene raggiunto un massimo di 30 °C il 1° agosto a 1 metro di profondità e si attenuano progressivamente verso il fondo che si mantiene a una temperatura quasi costante di circa 7 °C.

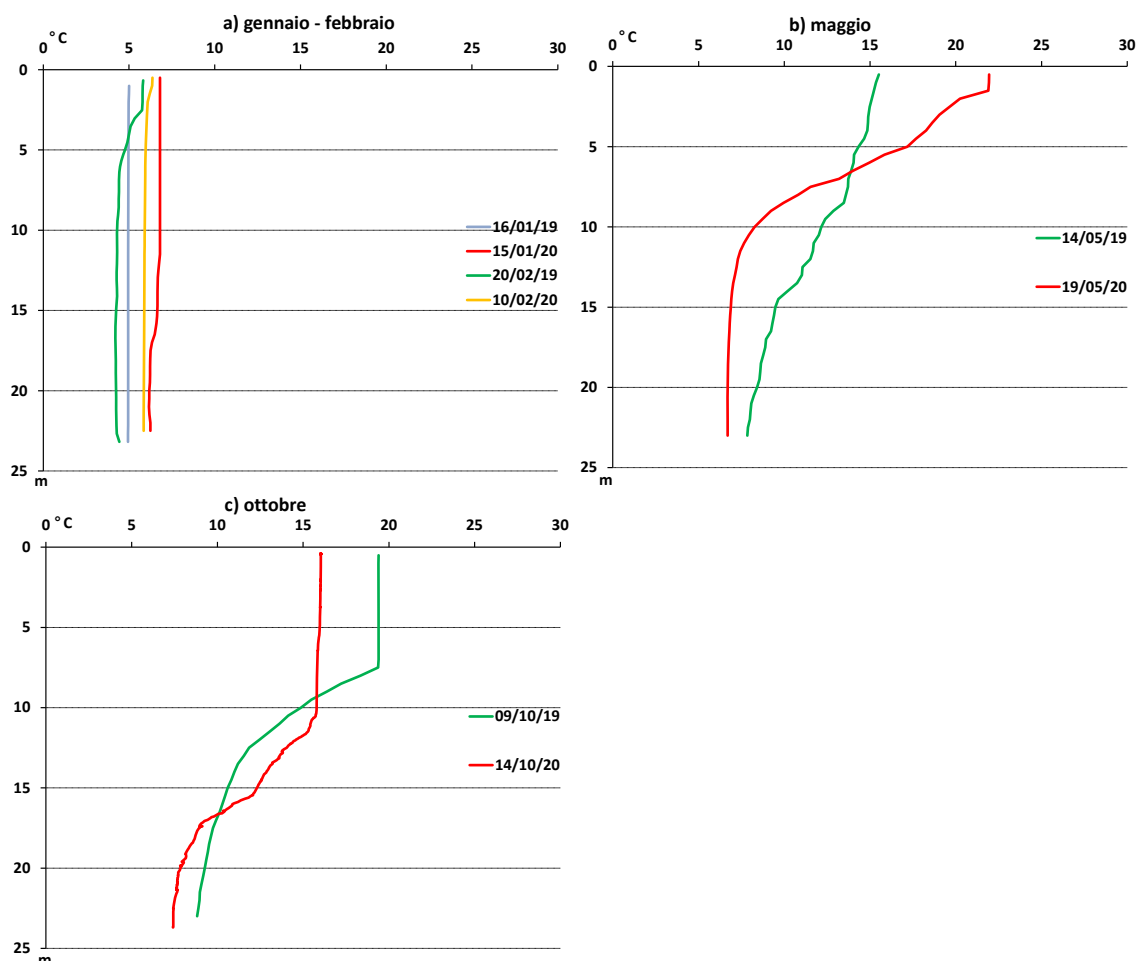


Figura 23. Profili di temperatura della colonna d'acqua nella stazione di massima profondità del lago di Varese. a) confronto tra i mesi di gennaio-febbraio 2019 e 2020; b) confronto tra i mesi di maggio 2019 e 2020; c) confronto tra i mesi di novembre 2019 e 2020

Confrontando i dati di temperatura con quelli rilevati dalla stazione meteo è possibile osservare come i fenomeni meteorologici di particolare intensità abbiano agito sulle dinamiche termiche del lago. Il grafico di Figura 25 mostra l'andamento della velocità del vento (km/h): da giugno a fine dicembre si possono distinguere 9 eventi di forte intensità, in corrispondenza dei quali si sono registrate sensibili oscillazioni della temperatura anche a profondità superiori ai 10 metri. Il 24-25 settembre e il 2-3 ottobre si sono verificati due eventi particolarmente intensi, caratterizzati da forti venti che determinano un brusco calo delle temperature epilimniche per effetto del rimescolamento generato. Da questo punto di vista l'evento più significativo è quello di inizio ottobre, caratterizzato da una durata superiore agli altri, come mostrato dall'ampiezza della relativa curva, in cui una tempesta di scirocco ha determinato una circolazione delle acque fino a 15-17 metri, influenzando le dinamiche del lago.

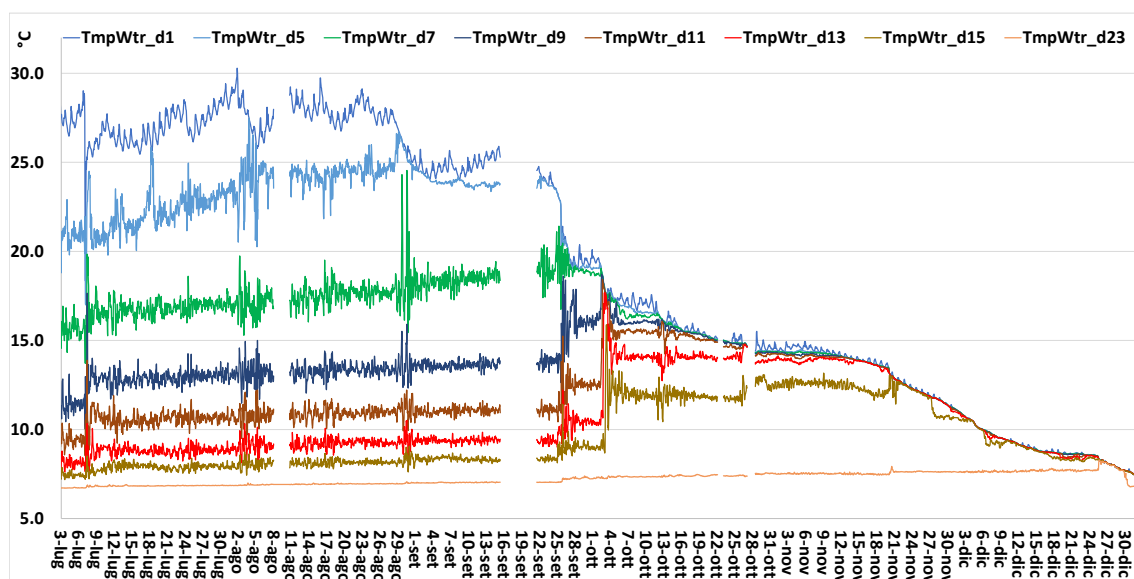


Figura 24. Andamento della temperatura misurata dai termistori della boa sul lago di Varese a diverse profondità da luglio a dicembre 2020.

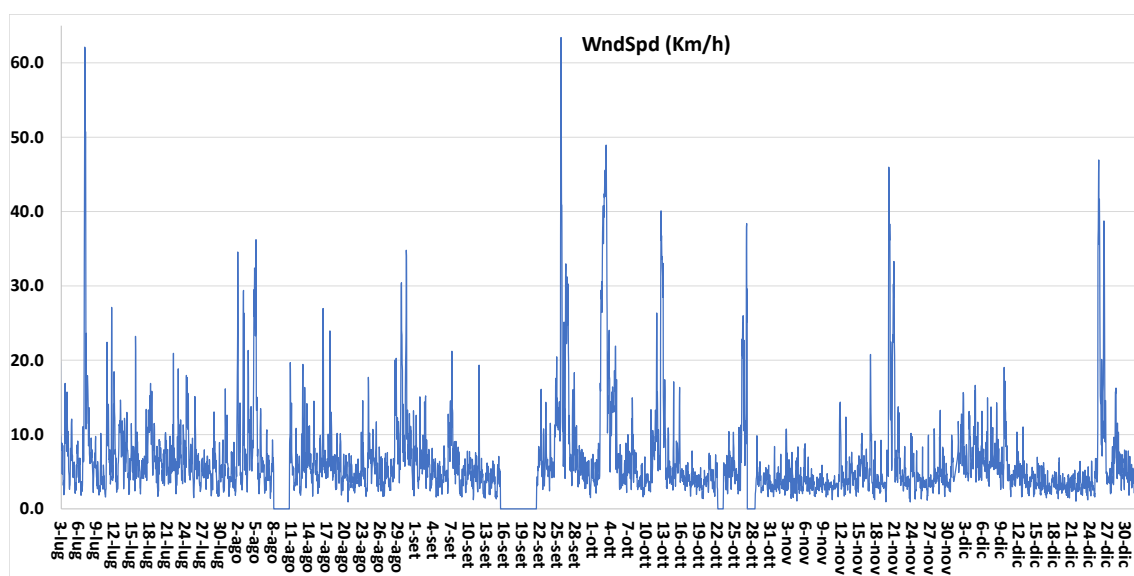


Figura 25 Velocità del vento misurata dalla stazione meteorologica della boa sul lago di Varese da luglio a dicembre 2020.

In Figura 23c si riporta il confronto tra il profilo termico misurato tramite la sonda multiparametrica il 14 ottobre e il corrispondente valore del 2019. Come si può osservare l'epilimnio e il metalimnio nel 2020 si spingono ad una profondità maggiore rispetto all'anno precedente, riducendo lo strato ipolimnico. Nonostante ciò, il monitoraggio ad alta frequenza garantito dalla boa limnologica ha permesso di evidenziare come la completa omeotermia della colonna d'acqua sia raggiunta solo il 25 dicembre attestandosi sugli 8,2 °C. Sebbene nei giorni precedenti il gradiente di temperatura tra la superficie e il fondo sia ridotto, le acque più profonde sono ancora isolate, pertanto è possibile prevedere un prolungamento del periodo di funzionamento dell'impianto di prelievo ipolimnico rispetto a quanto inizialmente ipotizzato, dato confermato anche dall'analisi degli altri parametri chimico-fisici, in caso di condizioni meteorologiche favorevoli.

### Monitoraggio fisico-chimico: ossigeno disciolto

La sospensione delle attività di monitoraggio nei mesi di marzo e aprile causata dall'emergenza sanitaria per la pandemia da COVID-19 non ha permesso di determinare la massima concentrazione raggiunta dall'ossigeno disciolto nelle acque profonde al termine della fase di piena circolazione. Alla ripresa delle attività nel mese di maggio è già evidente un drastico calo del tenore di ossigeno nell'ipolimnio, con una saturazione percentuale inferiore al 40% al di sotto dei 9 metri di profondità e una condizione prossima all'anossia al di sotto dei 16 metri. Il grafico di Figura 26a mostra il confronto tra il profilo di maggio 2019 e maggio 2020. Lo strato anossico raggiunge la sua massima estensione ad agosto e settembre, in cui oltre i due terzi del profilo verticale sono pressoché privi di ossigeno.

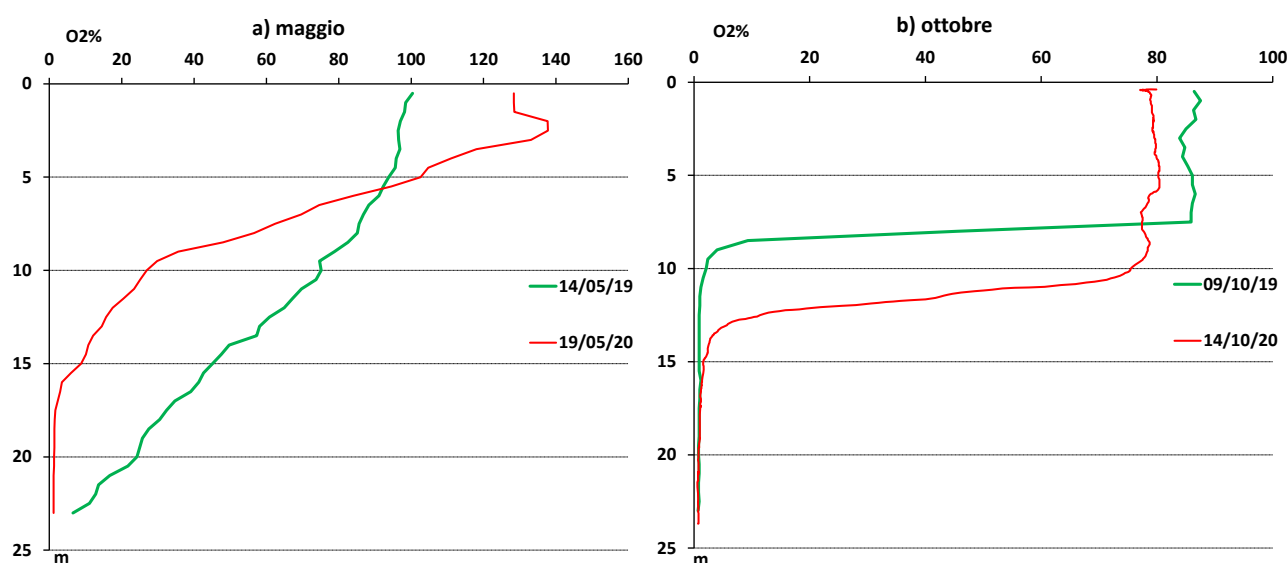


Figura 26. Profili della concentrazione di ossigeno disciolto (% saturazione) nella stazione di Biandronno. a) confronto tra i mesi di maggio 2019 e 2020; b) confronto tra i mesi di ottobre 2019 e 2020.

Considerando la profondità al di sotto della quale la concentrazione risulta inferiore a 1 mg/L O<sub>2</sub> – valore individuato da precedenti studi (Crosa, 2007) come soglia per l'innescio del processo di rilascio di fosforo dai sedimenti – e le corrispondenti percentuali dei volumi d'acqua e delle superfici interessate, si può osservare che a maggio 2020 il fenomeno interessa già una superficie significativa (circa 30%), che con il passare del tempo aumenta progressivamente sino a raggiungere potenzialmente oltre il 50% di quella complessiva.

### Queste valutazioni

possono essere integrate dai rilievi in continuo effettuati dai sensori ottici per la misura dell'ossigeno disciolto di cui è dotata la boa limnologica. I due sensori sono stati spostati progressivamente per seguire l'andamento della profondità in cui si innesca il processo di rilascio dai sedimenti. Dalla seconda metà di luglio alla fine di agosto l'anossia ha raggiunto sistematicamente i 6 metri di profondità, con punte a fine agosto che hanno raggiunto i 4,75 metri. La superficie potenzialmente interessata dal rilascio di fosforo potrebbe quindi aver interessato il 60% della superficie totale con massimi del 70%.

I temporali del 28-29 agosto e il conseguente rimescolamento che ha interessato i primi 7 metri della colonna d'acqua hanno determinato un improvviso incremento del tenore di ossigeno, come evidenziato in Figura 27.

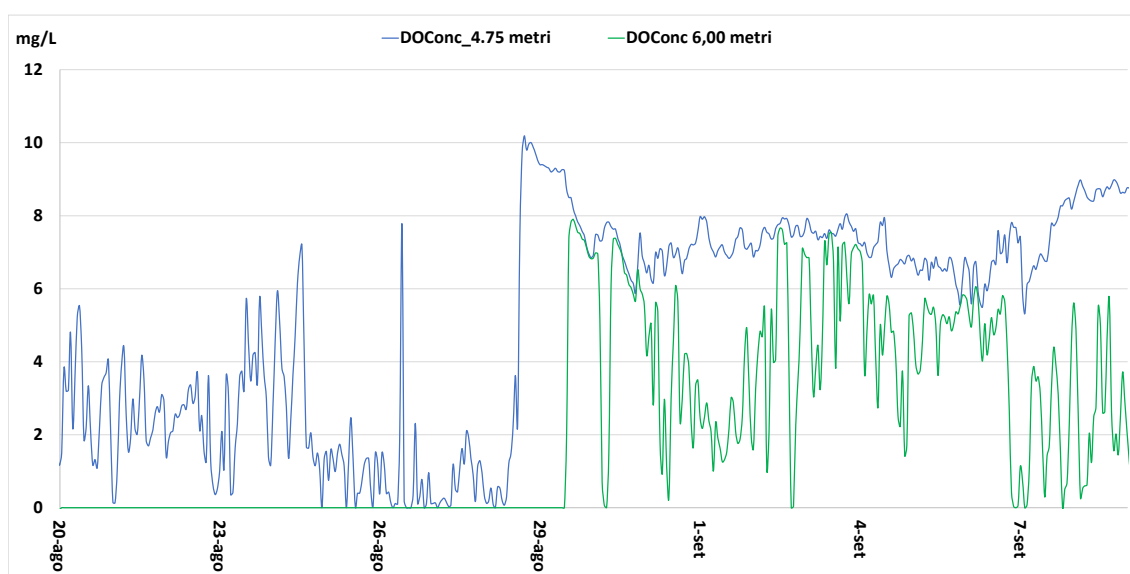


Figura 27. Concentrazione dell'ossigeno disciolto a 4,75 metri e 6 metri nel periodo 20 agosto – 9 settembre 2020.

La tempesta di scirocco del 2-3 ottobre, rimescolando il lago fino a 15-17 metri, ha rifornito di ossigeno buona parte della colonna d'acqua. I sensori ottici, collocati in quel momento a 8,5 e 10 metri di profondità, hanno registrato in corrispondenza dell'evento un improvviso incremento, con concentrazioni a 10 metri di profondità che passano da 0 a circa 6 mg/L O<sub>2</sub>.

Nel grafico di Figura 26b vengono messi a confronto il profilo dell'ossigeno misurato in campo tramite sonda multiparametrica il 14 ottobre 2020 con quello dell'anno precedente. È evidente come l'ossigenazione si sia spinta ad una profondità maggiore rispetto allo stesso periodo del 2019. Il 14 ottobre i sensori della boa sono stati collocati a 13 e 14 metri dove hanno rilevato una condizione di anossia fino alla fine del mese. Ciò potrebbe indicare che l'ossigeno sopraggiunto a seguito dell'improvviso rimescolamento sia stato successivamente consumato per l'ossidazione dei composti ridotti presenti. Il 25 dicembre, quando viene raggiunta la condizione di completa omeotermia sull'intero profilo verticale, la concentrazione di ossigeno è risultata pari a 3,5 mg/L O<sub>2</sub>.

### Macronutrienti: azoto e fosforo

Rispetto al 2019, nel periodo di stratificazione termica sono state aggiunte tre profondità di campionamento supplementari a 17, 20 e 23 metri per seguire in modo più dettagliato l'andamento delle concentrazioni dei nutrienti nell'ipolimnio. Per l'analisi dell'azoto nitrico, inoltre, è stata migliorata la sensibilità del metodo analitico portando il limite di quantificazione a 0,1 mg/L N.

La concentrazione dei macronutrienti diviene omogenea lungo tutta la colonna d'acqua durante la fase di piena circolazione in cui azoto e fosforo raggiungono le concentrazioni superficiali maggiori. Successivamente, il consumo delle forme inorganiche biodisponibili da parte dei produttori primari ne determina un progressivo impoverimento, con valori che da maggio-giugno scendono sotto il limite di quantificazione nella zona eufotica. Il prelievo del campione a 23 metri mostra la presenza di un forte gradiente di concentrazione per il fosforo e i composti ridotti in prossimità del fondo, con un marcato incremento rispetto ai campioni prelevati a 22 metri.

In Figura 28 è mostrato l'andamento dell'azoto nitrico e ammoniacale in superficie e sul fondo del lago. Nell'ipolimnio si verifica una riduzione della forma nitrica e un incremento di quella ammoniacale conseguente alla condizione di ipossia delle acque. A dicembre 2020, a 23 metri di profondità, l'azoto ammoniacale raggiunge la concentrazione massima di 3,5 mg/L N.

Il fosforo totale si mantiene elevato durante la fase di piena circolazione con una media ponderata sui volumi di 95 µg/L P e 75 µg/L P a gennaio e febbraio 2020. I corrispondenti valori nell'anno precedente erano stati rispettivamente pari a 90 µg/L P e 114 µg/L P. In Figura 29 si riportano le medie ponderate sui volumi ricalcolate per il periodo 2009-2020 a febbraio, mese considerato rappresentativo del periodo e utilizzato da ARPA per la classificazione dello stato ecologico del lago. I valori del 2011 e del 2015 sono stati esclusi in quanto ritenuti anomali. Spiccano nella serie storica le concentrazioni del 2017 e del 2019 che raggiungono e superano i 100 µg/L P.

Con l'inizio della fase di stratificazione delle acque si assiste ad un incremento dei valori di fosforo con l'aumentare della profondità: a 23 metri a maggio 2020 si superano i 200 µg/L P e a fine anno si arriva, in prossimità del fondo, a 600 µg/L P. Il rimescolamento legato ai forti eventi meteorologici di fine settembre e inizio ottobre, unito all'azione dell'impianto di prelievo ipolimnico determinano però un calo delle concentrazioni ipolimniche rispetto all'anno precedente, come evidenziato in Figura 30. A dicembre 2020 il valore nell'ipolimnio è più elevato rispetto all'anno precedente in quanto il lago è ancora stratificato.

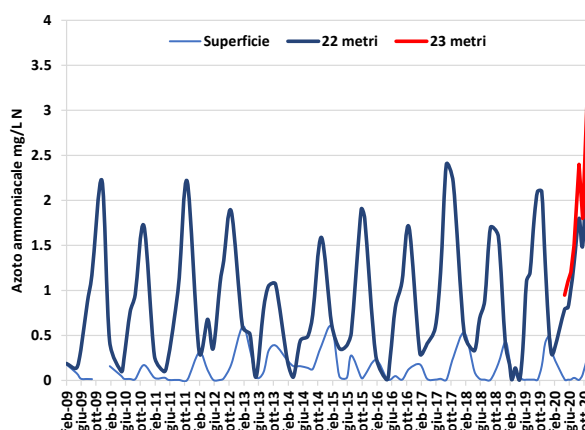
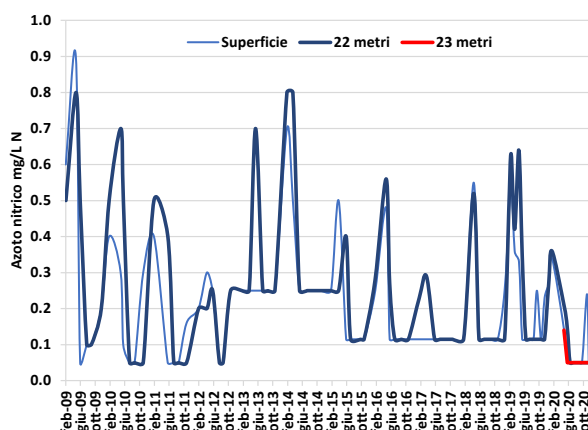


Figura 28. Lago di Varese: concentrazioni di azoto nitrico e di azoto ammoniacale in superficie e in prossimità del fondo nei campionamenti dal 2009 al 2020.

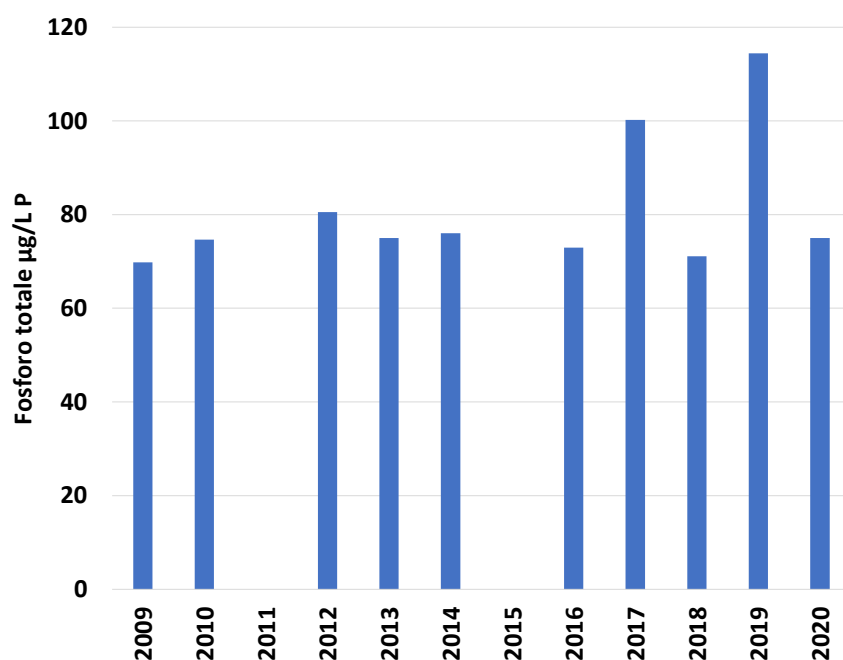


Figura 29. Lago di Varese: concentrazione del fosforo totale alla circolazione (media ponderata sui volumi) nei campionamenti dal 2009 al 2020 (non si dispongono dati validi per il 2011 e per il 2015).

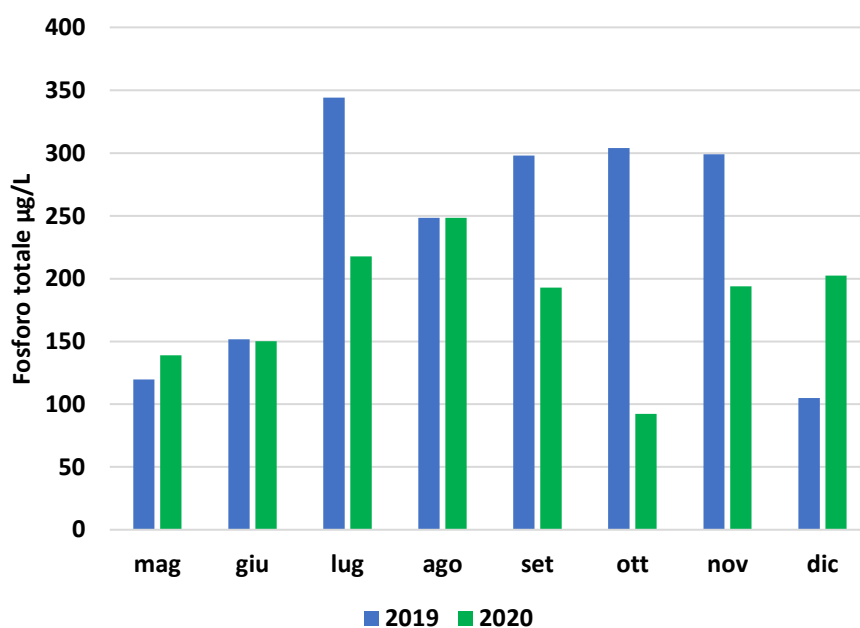


Figura 30. Fosforo totale medio nello strato 15 metri – fondo del biennio 2019-2020.

## Trasparenza

Nel 2020 i valori più elevati di trasparenza (disco di Secchi), sono stati osservati a gennaio e fine dicembre con 8 e 9,5 metri rispettivamente, quando le condizioni meteorologiche sfavoriscono la produzione primaria (Figura 31). La sospensione delle attività di monitoraggio nei mesi di marzo e aprile non ha permesso di rilevare il parametro durante la fase di proliferazione dello zooplancton,

quando l'attività di *grazing* determina una notevole riduzione del fitoplancton con conseguente incremento della trasparenza, come osservato, per esempio, nel 2019. Durante l'estate, nel periodo luglio-agosto si assiste ad una progressiva diminuzione della trasparenza con un minimo di soli 1,5 metri rilevato il 19 agosto e causato da una massiccia fioritura algale.

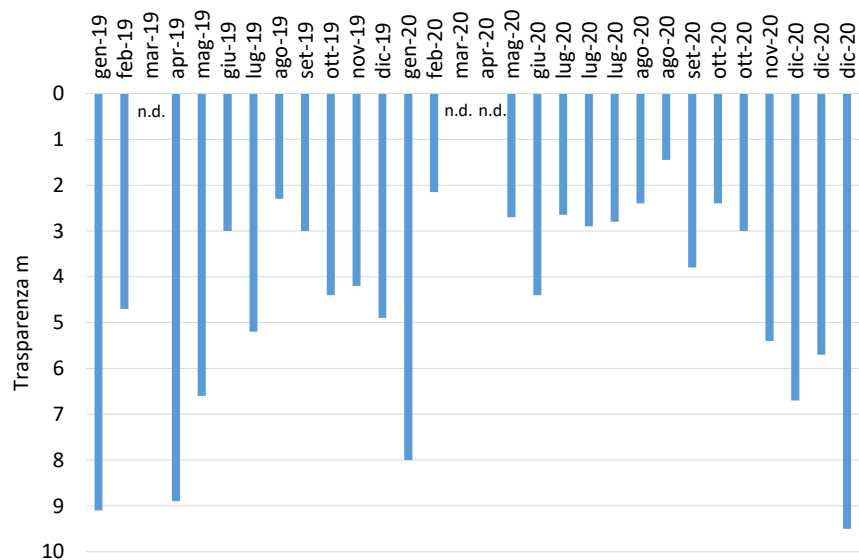


Figura 31. Lago di Varese: andamento della trasparenza nella stazione di Biandronno nel biennio 2019-2020.

La trasparenza media nel 2020 è inferiore di un metro rispetto a quella dell'anno precedente e pari a 4,1 metri. Per calcolarla sono stati utilizzati anche i dati raccolti in corrispondenza delle campagne di prelievo per la taratura dei sensori della boa, per un totale di 16 misurazioni.

La Figura 32 mostra l'andamento della trasparenza media annua nel periodo 2003-2020; poiché nel periodo 2003-2008 e nell'ultimo biennio i campionamenti hanno avuto una frequenza maggiore rispetto agli altri anni, nel grafico sono riportati i valori calcolati considerando tutti i mesi in cui è stata effettuata la misura e quelli calcolati considerando solo i mesi comuni tra i vari anni.

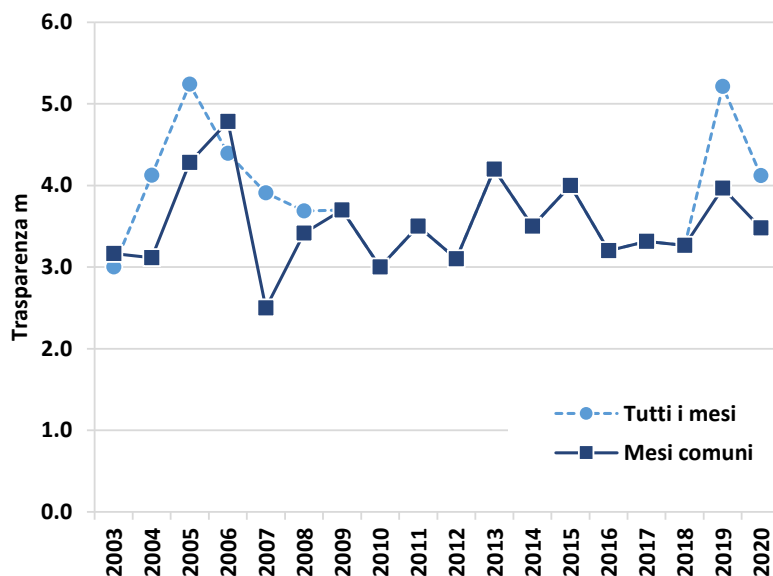




Figura 32. Lago di Varese: andamento della trasparenza media annua nella stazione di Biandronno nel periodo 2003-2020. Sono confrontati i valori calcolati considerando tutti i mesi in cui è stata effettuata la misura e quelli calcolati considerando solo i mesi comuni tra i vari anni.

### Fitoplancton

La comunità fitoplanctonica del lago di Varese, in termini di biovolume, conferma anche per il 2020 la dominanza della classe algale delle diatomee e dei cianobatteri. La Figura 33 riporta l'andamento del biovolume complessivo relativo alla zona eufotica e delle due classi algali principali nel biennio 2019-2020. Anche nel 2020, come di consueto, è visibile il picco di produzione tardo invernale che costituisce il massimo valore annuo raggiunto con circa 6000 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.

A differenza del 2019 esso si verifica nel mese di febbraio ed è determinato dalla proliferazione delle criptoficee con il genere *Cryptomonas* piuttosto che dalle diatomee il cui sviluppo potrebbe essersi verificato a marzo. Purtroppo, l'interruzione delle attività di campionamento nei mesi di marzo e aprile legata all'emergenza sanitaria da COVID-19 non ha consentito di verificare tale ipotesi. Sono chiaramente visibili altri due picchi produttivi: ad agosto, ad opera dei cianobatteri e ottobre in seguito ad una fioritura delle diatomee. Complessivamente il biovolume medio annuo, nonostante quello che ci si potrebbe aspettare in base alle caratteristiche del lago, non è particolarmente elevato, attestandosi sui 2400 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, valore molto simile a quello riscontrato nel 2019.

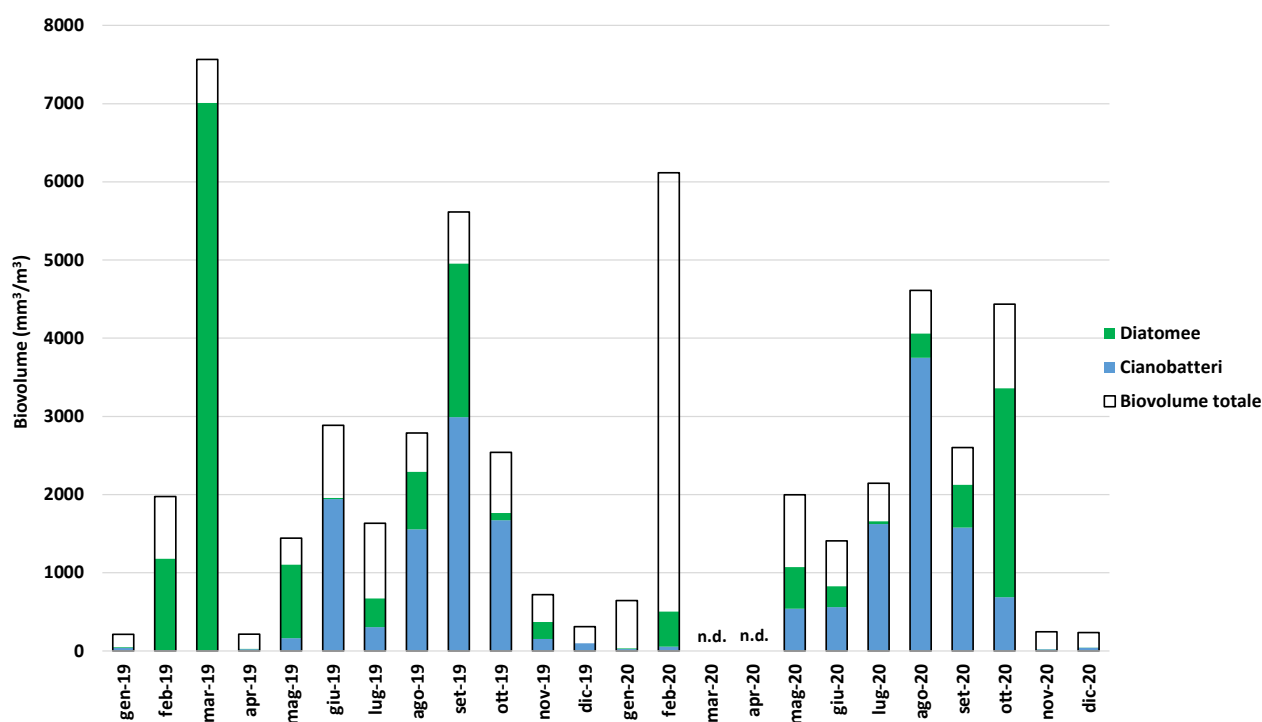


Figura 33. Andamento del biovolume complessivo della comunità fitoplanctonica e delle due principali classi algali che la compongono nella stazione di Biandronno negli anni 2019 e 2020.

Durante il periodo estivo i cianobatteri divengono dominanti e si assiste ad un loro progressivo incremento dagli inizi di luglio alla metà di agosto principalmente ad opera del genere *Lyngbya*, che ormai caratterizza stabilmente la comunità del lago di Varese. Recentemente la specie è stata identificata come *Limnorphis robusta* tramite analisi metagenomica dal Joint Research Centre (JRC) di Ispra (Sanseverino *et al.*, in fase di pubblicazione), utilizzando campioni raccolti nel 2016-2017. In letteratura esistono poche segnalazioni di massicce fioriture algali per questa specie (Rejmánková *et al.*, 2011, Komarek *et al.*, 2013, Kurobe *et al.*, 2013), cui viene attribuita la capacità

di fissare l'azoto durante la notte; ciò rappresenterebbe un vantaggio competitivo in ambienti caratterizzati da una ridotta disponibilità di tale elemento.

Nella zona eufotica del lago di Varese, il consumo dei nutrienti disciolti da parte del fitoplancton associato alla forte stratificazione termica delle acque, porta l'ortofosfato e le diverse forme di azoto inorganico a concentrazioni spesso inferiori al limite di quantificazione, limitando 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 34) nel 2020 è inferiore a 12 – valore oltre il quale si considera una limitazione determinata dal solo fosforo – in tre casi, di cui uno solo durante il periodo estivo. Tuttavia, la concentrazione di azoto inorganico è inferiore ai 100-150  $\mu\text{g/L N}$ , soglia al di sotto della quale questo elemento diviene limitante indipendentemente dal suo rapporto con l'ortofosfato, durante tutto il periodo estivo. Oltre al fosforo quindi anche l'azoto potrebbe giocare un ruolo nel limitare lo sviluppo del fitoplancton nel lago di Varese a vantaggio di cianobatteri in grado di fissare l'azoto atmosferico come *Limnolabyrinthus robusta*.

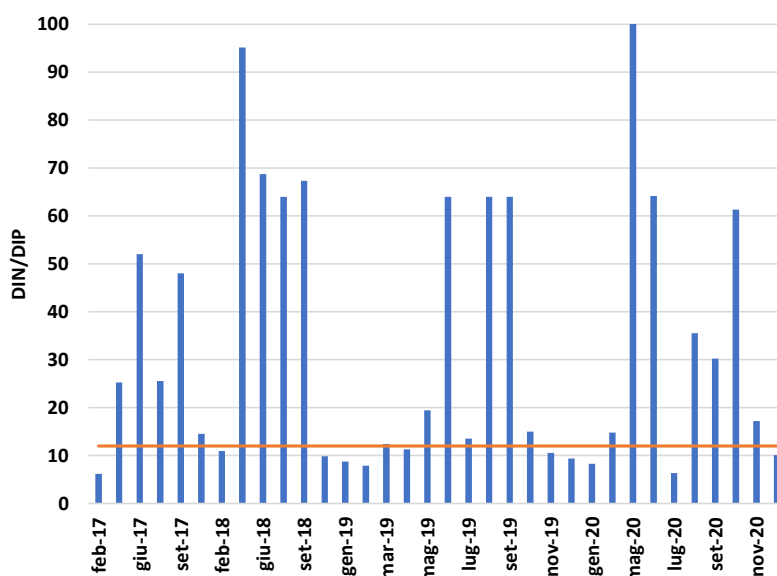


Figura 34. Rapporto tra azoto inorganico (DIN) e ortofosfato (DIP) nella zona eufotica del lago di Varese.

Oltre a *Limnolabyrinthus robusta* nel 2020 il lago di Varese è caratterizzato dalla presenza di numerosi altri cianobatteri il cui contributo per biovolume varia nel corso dell'anno tra cui spicca soprattutto *Woronichinia naegeliana*, specie in grado di produrre cianotossine.

Per quanto riguarda le diatomee, nel 2020 si distingue *Fragilaria crotonensis*, componente principale della fioritura di ottobre e soprattutto di quella del 19 agosto, identificata grazie al campione prelevato a 1 metro di profondità per la taratura dei sensori destinati all'analisi dei pigmenti fotosintetici di cui è dotata la boa limnologica. Tale specie, organizzandosi in colonie a forma di pettine, è in grado di mantenersi a galla nella zona eufotica con maggiore efficacia rispetto ad altre diatomee in condizioni di stratificazione termica stabile e ridotta turbolenza.

Per valutare lo stato del fitoplancton è stato calcolato l'indice IPAM (Metodo italiano di valutazione del fitoplancton), 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 4 sono riportati i valori medi di IPAM e la relativa classificazione di stato nei 4 trienni di monitoraggio disponibili. Lo stato del fitoplancton risulta sufficiente anche nel 2020 (IPAM = 0,46), cui contribuisce soprattutto la metrica relativa alla composizione della comunità fitoplanctonica.

*Tabella 4. 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

#### **Sostanze inquinanti nelle acque**

Alla luce dei risultati ottenuti nel 2019, il numero di sostanze inquinanti analizzate nel 2020 è diminuito significativamente.

Gli **idrocarburi policiclici aromatici (IPA)** sono la classe di composti che supera con maggiore frequenza il LOQ, in particolare con naftalene, benzo(g,h,i)perilene e fluorantene. Si rilevano superamenti del LOQ anche per antracene e benzo(b)fluorantene, ma con un minor numero di riscontri. Tra gli IPA inseriti nella Tabella 1/A (sostanze prioritarie) non si verificano superamenti degli SQA stabiliti dal D.Lgs.172/2015.

Tra i **metalli** il nichel e lo zinco superano il LOQ in un'unica occasione, ma in concentrazioni ridotte.

Tra i **pesticidi** sono stati analizzati solo il glifosate e il suo metabolita AMPA. Il glifosate ha mantenuto concentrazioni quasi sempre inferiori al LOQ, superandolo di poco solo in tre occasioni; l'AMPA invece ha dato luogo a numerosi riscontri; durante il periodo di stratificazione termica le concentrazioni nell'intervallo 5-23 metri risultano superiori di un ordine di grandezza a quelle osservate nello strato superficiale. La media annua rispetta comunque lo SQA-MA. In base a risultati ottenuti l'analisi dei due parametri continuerà con le stesse modalità nel 2021.

Per quanto riguarda i **PFAS**, nelle quattro campagne condotte si registrano superamenti del LOQ relativi solo all'acido perfluorottansolfonico (**PFOS**), con un massimo di 0,0029 µg/L a settembre nello strato integrato 0-5 metri e una media annua di 0,00195 µg/L, superiore allo SQA-MA (pari a 0,00065 µg/L). Le singole concentrazioni sono invece decisamente inferiori allo SQA-CMA (pari a 36 µg/L).

#### **Sostanze inquinanti nei sedimenti**

Per quanto riguarda la concentrazione di microinquinanti organici nella Tabella 5 sono riportati i risultati relativi all'analisi dei DDT e dei PCB e della sostanza organica (valutata come Loss on Ignition % - LOI) che sono stati analizzati in tre campioni di sedimento: uno (A) prelevato in prossimità dell'impianto di emunzione ipolimnica, un secondo (AQST2) e un terzo (AQST1) in corrispondenza delle stazioni di campionamento aggiuntive individuate da ARPA.

Tabella 5. Concentrazioni (ng/g p.s.) di congeneri e isomeri di PCB e DDT nei sedimenti prelevati in prossimità dell'impianto di emunzione ipolimnica (A) e nei punti ASQT1 e ASQT2 e relativo contenuto percentuale di sostanza organica ottenuto come LOI % (Loss on Ignition).

Stazione	A	AQST2	AQST1	Stazione	A	AQST2	AQST1
LOI %	10,1	9,8	10,5	LOI %	10,1	9,8	10,5
<b>PCB</b>				<b>DDT</b>			
PCB 18	2,50	1,36	1,98	o,p' DDD	1,4	1,01	1,39
PCB 28+31	0,80	0,32	0,26	p,p' DDD	0,08	0,55	1,33
PCB 52	0,23	0,45	0,36	o,p' DDE	1,9	0,61	1,12
PCB 44	0,87	0,21	0,39	p,p' DDE	3,8	2,6	2,21
PCB 101	0,23	0,48	0,50	o,p' DDT	0,75	1,05	1,01
PCB 149	1,10	0,90	0,82	p,p' DDT	0,56	0,27	0,85
PCB 118	0,45	0,18	0,16	<b>Totale</b>	<b>8,49</b>	<b>6,09</b>	<b>7,91</b>
PCB 153	2,66	1,01	0,88				
PCB 138	5,78	4,18	5,35				
PCB 180	3,50	2,52	2,34				
PCB 170	0,08	0,28	0,14				
PCB 194	1,10	0,61	0,55				
PCB 209	0,90	0,65	0,55				
<b>Totale</b>	<b>21,52</b>	<b>15,15</b>	<b>16,28</b>				

I dati evidenziano un contenuto particolarmente elevato di sostanza organica in tutte le stazioni campionate, e una lieve maggiore contaminazione del sito A sia per i PCB sia per i DDT. Tra i PCB si sottolinea la concentrazione maggiore in tutti e tre i campioni dei PCB 138, 180 e 153; tra i DDT il pp' DDE è il prodotto di degradazione maggiormente rilevato. Si evidenzia inoltre la bassa concentrazione del composto parentale pp' DDT.

### Bioaccumulo nei pesci

Per quanto riguarda la fauna ittica sono state analizzate due specie rappresentative del lago di Varese, il persico e il gardon, in tre occasioni di campionamento nel corso del 2019-2020. Nella Tabella 6 sono riportati i valori della percentuale di grassi delle diverse specie ittiche e delle concentrazioni totali di PFAS, DDT e PCB totali misurati nelle due specie di pesci campionate. Nella Tabella 7 sono riportati i valori delle concentrazioni dei diversi congeneri e isomeri per le due specie nei diversi momenti di campionamento.

Tabella 6. Concentrazione di PFAS totali, DDT totali e PCB totali misurati nei pesci prelevati nel lago di Varese, località Gavirate (p.f.: peso fresco; p.s.: peso secco).

Specie	data	n pesci/pool	% grassi	PFAS ng/g p.f.	DDT ng/g p.s.	PCB ng/g p.s.
<i>Perca fluviatilis</i>	18/07/2019	3	4,66	19,6	6,55	70,88
	06/10/2019	6	2,75	2,9	10,6	48,5
	03/02/2020	3	2,52	5,2	7,58	59,7
<i>Rutilus rutilus</i>	18/07/2019	3	4,75	10,8	9,76	129,75
	06/10/2019	6	4,15	3,6	7,28	114,11
	03/02/2020	3	3,35	6,4	8,02	121,93

Purtroppo non si è proceduto nel 2020 ad un ulteriore campionamento dei pesci per problemi connessi alla pandemia da Covid e alla chiusura degli spazi di stoccaggio in Università.

Le analisi di entrambe le specie di pesci hanno evidenziato che la contaminazione più elevata è determinata dai PCB, soprattutto in *Rutilus rutilus*. Si evidenzia una discreta contaminazione da DDT (dovuta alla presenza particolarmente elevata del prodotto di degradazione pp' DDE), ma da questi dati non si è ancora in grado di stabilire una stagionalità della contaminazione.

*Tabella 7. Congeneri e isomeri di PCB e DDT (ng/g p.s.) per le due specie campionate nei diversi mesi.*

PCB	<i>Perca fluviatilis</i>			<i>Rutilus rutilus</i>			DDT	<i>Perca fluviatilis</i>			<i>Rutilus rutilus</i>		
	lug-19	ott-19	feb-20	lug-19	ott-19	feb-20		lug-19	ott-19	feb-20	lug-19	ott-19	feb-20
PCB 18	4,54	2,59	3,57	4,18	1,87	3,03	o,p' DDE	0,73	0,44	0,59	3,42	0,65	2,04
PCB 28+31	0,35	0,03	0,19	2,32	0,33	1,33	p,p' DDE	2,28	4,88	3,08	3,02	2,67	2,35
PCB 52	23,34	14,57	18,95	78,74	92,34	85,54	o,p' DDD	1,24	2,53	1,89	0,81	1,22	1,02
PCB 44	0,22	0,16	0,19	0,20	1,66	0,93	p,p' DDD	0,02	0,01	0,02	0,19	0,02	0,11
PCB 101	3,84	7,31	5,58	12,32	3,25	7,79	o,p' DDT	0,83	0,84	0,84	0,35	0,75	0,55
PCB 149	17,08	0,20	8,64	0,59	1,26	0,92	p,p' DDT	1,45	1,90	1,18	1,97	1,97	1,97
PCB 118	4,34	0,11	2,23	0,35	0,43	0,39	<b>Totali</b>	<b>6,55</b>	<b>10,60</b>	<b>7,58</b>	<b>9,76</b>	<b>7,28</b>	<b>8,02</b>
PCB 153	4,15	8,15	6,15	8,97	4,72	6,85							
PCB 138	7,02	6,28	6,65	13,57	3,33	8,45							
PCB 180	4,67	6,57	5,62	7,34	2,37	4,86							
PCB 170	0,77	1,44	1,11	0,55	1,95	1,25							
PCB 194	0,25	0,66	0,46	0,36	0,25	0,31							
PCB 209	0,31	0,45	0,38	0,26	0,35	0,31							
<b>Totali</b>	<b>70,88</b>	<b>48,52</b>	<b>59,70</b>	<b>129,75</b>	<b>114,11</b>	<b>121,93</b>							

### Microcistine nei pesci

Per quanto riguarda la determinazione delle **microcistine nella fauna ittica** sono state effettuate le analisi su campioni di muscolo delle due specie prelevate in luglio nella stazione di Bodio e in quella di Gavirate. In tutti i casi i valori sono risultati essere inferiori al limite di rilevabilità del metodo (0,5 µg/g peso secco). Per quanto riguarda il campionamento di ottobre, è stato possibile analizzare solo due esemplari prelevati nella stazione di Gavirate a causa dei ritardi dovuti all'emergenza sanitaria. I dati disponibili confermano che i valori sono inferiori al limite di rilevabilità. È da sottolineare che nei cromatogrammi risultano presenti dei picchi con spettro simile a quello delle microcistine, ma che non corrispondono a tali composti come tempo di ritenzione: si ritiene possa trattarsi di loro isomeri o prodotti di degradazione.

### 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)

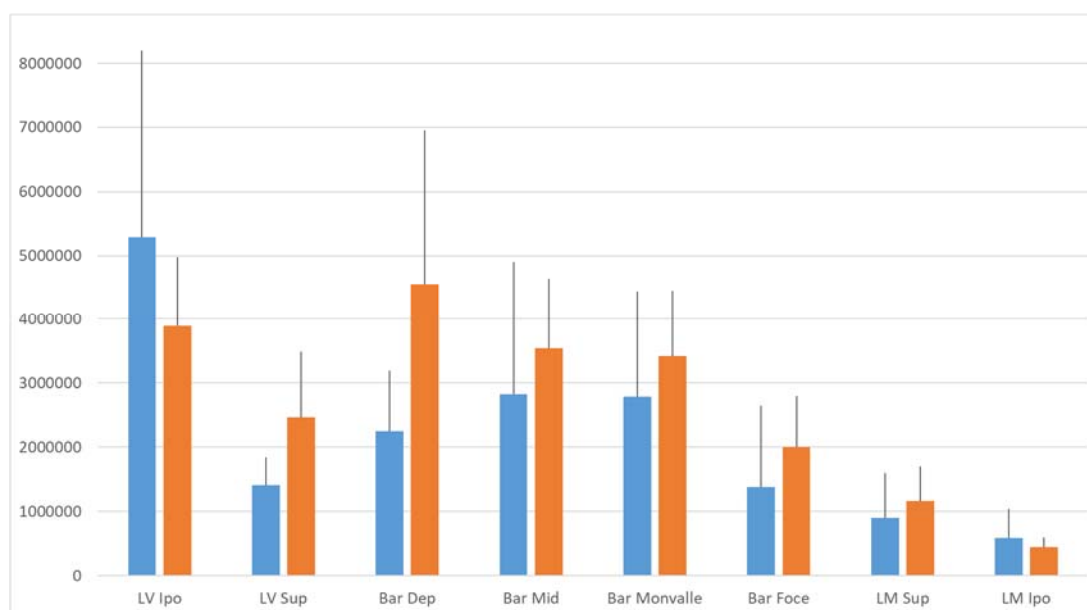
Le analisi effettuate nel biennio 2019-2020 ci permettono da un lato di definire con una certa coerenza le condizioni microbiologiche pregresse dei tre ambienti studiati (Lago di Varese, fiume Bardello, Lago Maggiore) che evidenziano tre ambienti molto diversi tra loro e soprattutto di valutare, ad oggi in soli termini quantitativi l'impatto del PI sugli stessi, durante i primi 6 mesi di attività

(Figura 35). Nell'ipolimnio del lago di Varese il numero di batteri è molto variabile, a conferma di un ambiente molto disturbato a causa dei periodi di anossia.

Durante il periodo di PI il numero totale di batteri è leggermente diminuito, ma una correlazione tra l'attività svolta e questa variazione è ancora molto prematura.

L'apporto del depuratore di Gavirate è sensibile, e si attesta in un aumento di oltre un terzo dei valori batterici medi del Bardello, valore che poi rimane stabile lungo tutta l'asta del fiume, fino al suo ingresso nel Lago Maggiore, a conferma di una certa limitata capacità del Bardello stesso di recuperare da immissioni di sorta. Con l'attivazione del PI si è notato un discreto aumento di cellule batteriche nel punto di prelievo di Gavirate, che purtroppo è comune sia allo scarico del PI che dell'impianto di depurazione. In questo senso però è interessante notare come il Fiume Bardello, che non è in grado di assorbire l'inquinamento microbiologico causato dallo scarico del depuratore di Gavirate, sembra invece funzionare da filtro ambientale nell'abbattimento dei batteri provenienti dal fondo del Lago di Varese. Questo si esplicita in un netto aumento dell'abbondanza batterica misurata dopo gli scarichi, che però viene via via assorbita, a differenza di quanto avveniva prima dell'attivazione del PI.

Infine, i valori del Lago Maggiore nella baia di Ispra, sia in superficie che al fondo, si mantengono ben al di sotto dei valori del sistema Varese-Bardello, a conferma della limitata disponibilità di nutrienti nelle acque dell'oligotrofo lago. Sempre in quest'ottica ha valore il dato Bardello Foce, prelevato nel Maggiore a circa 100 m dallo sbocco del Bardello, che denota un limitato impatto delle acque del fiume nell'ecosistema del lago, che ha quindi un fortissimo effetto di diluizione, anche in funzione della limitata portata dell'immissario. Questa analisi, già fatta prima dell'attivazione del PI si conferma anche per questi primi mesi di attività di estrazione.



*Figura 35. Valori medi di abbondanza batterica nel periodo 2019-2020 nelle diverse stazioni campionate, in azzurro il periodo pre PI, in arancione il periodo post PI.*

In Figura 36, viene mostrata l'abbondanza dei batteri filamentosi nelle stazioni campionate. Essa presenta elevata variabilità nel lago di Varese e nel Bardello, mentre è molto stabile nel Lago Maggiore.

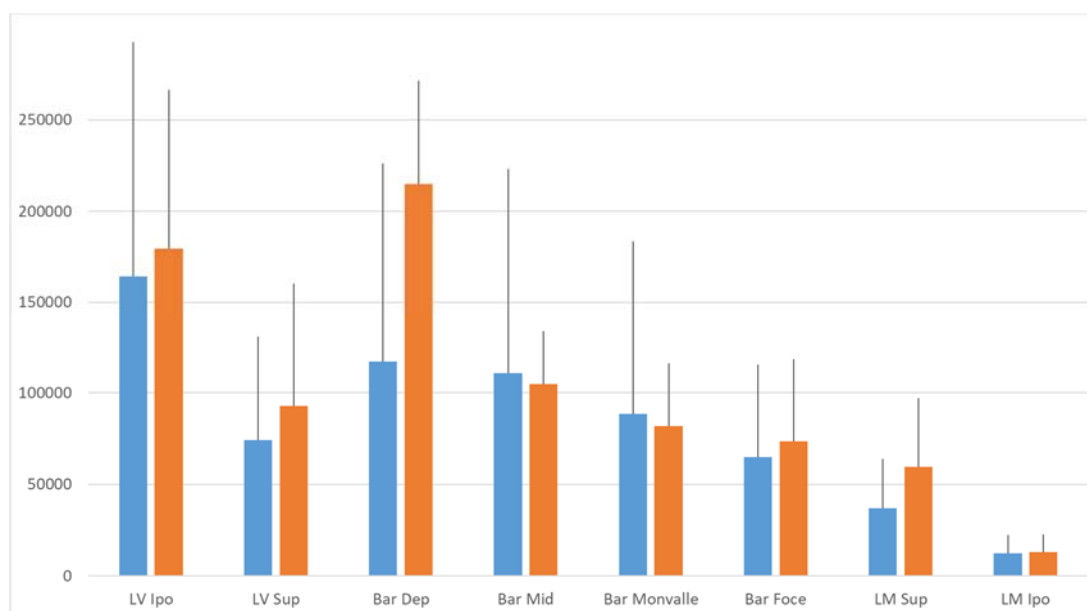


Figura 36. Valori singoli per stazione di campionamento di abbondanza dei batteri filamentosi nel periodo 2019-2020.

Nei periodi di anossia i batteri filamentosi diventano ampiamente dominanti nell'ipolimnio del Lago di Varese, dove invece tendono a ridursi molto nei periodi di ossigenazione delle acque. Il PI ha sicuramente trasferito una biomassa consistente di questi organismi nel Fiume Bardello a partire da giugno 2020, come si vede in Figura 36, con l'aumento di forme filamentose nel punto a valle dello scarico del PI (Bar Dep) peraltro già contaminato dall'effluente dell'impianto di trattamento.

È interessante notare che questi batteri sembrano non essere in grado di sopravvivere alle condizioni offerte dalle acque del Fiume Bardello, tant'è che in tutte le stazioni successive non si nota alcun impatto del PI in termini di morfologia batterica.

Solo i dati relativi alla composizione della comunità batterica, alla presenza di potenziali patogeni ed a quella di geni di antibiotico o metallo resistenza, disponibili a breve, potranno confermare o confutare queste conclusioni preliminari che sembrerebbero attribuire al PI un impatto estremamente limitato sulle comunità microbiche del Fiume Bardello ma soprattutto del Lago Maggiore.

La composizione della comunità microbica è altamente differenziata, pur mantenendo sempre il gruppo degli Actinobacteria, notoriamente dominante nelle acque dolci europee, ma a lungo sottostimato in quanto non coltivabile su piastra, come gruppo dominante. A causa della dimensione del frammento di DNA utilizzato per queste analisi non si è in grado di entrare più nel dettaglio all'interno di questo importante gruppo batterico, di per sé non indice di particolare disturbo.

Nel dettaglio, nell'ipolimnio del lago di Varese oltre al 50% circa di Actinobacteria, si osserva la presenza di Arcobacter, che sarà discussa più nel dettaglio nel patobioma, del gruppo dei Methilotenera, di cianobatteri e molti altri gruppi anaerobi, ma anche di Limnhabitans e di gruppi invece prettamente aerobi.

In superficie aumenta l'importanza degli Actinobacteria, ai quali si aggiungono i gruppi di Limnhabitans e di altri Alphaproteobacteria tipici delle acque dolci superficiali che, insieme ai cianobatteri rappresentano ben oltre il 90% del totale delle cellule batteriche presenti.

L'impatto dell'impianto di trattamento dei reflui di Gavirate è notevole in termini di composizione della comunità batterica nel Bardello, con l'introduzione di una gran quantità di batteri tipici dell'acqua reflua, che sarà discussa in seguito.

La composizione specifica rimane quasi invariata per tutta l'asta del fiume, come confermato dai dati del campionamento allo scarico dell'impianto di trattamento di Monvalle, che sono praticamente sovrapponibili al precedente, a dimostrazione di una limitatissima capacità dell'ecosistema fiume di recupero dall'impatto del depuratore di Gavirate. In questo quadro si evidenzia inoltre il limitato impatto di ulteriori scarichi presenti lungo il fiume stesso, che se possono avere effetti sul breve periodo sono quasi invisibili sul lungo. La limitata portata del Bardello risulta, fortunatamente, in una eccezionale diluizione delle sue acque non appena queste entrano nel Lago Maggiore. Infatti, i campioni prelevati alla foce del Bardello e nella baia di Ispra del Lago Maggiore presentano comunità batteriche tipiche di ambienti meso-oligotrofi, e il forte impatto antropogenico misurato nel Bardello in termini di specie batteriche, viene di fatto a scomparire già a poche decine di metri dalla foce.

Lo studio ha permesso anche di valutare le dinamiche stagionali nei vari punti di campionamento e permette di trarre alcune conclusioni rilevanti. La comunità ipolimnica del lago di Varese è fortemente definita tra l'estate e l'inverno, dove diventano predominanti specie che prediligono ambienti ossigenati, mentre la superficie dimostra, come in molti laghi subalpini, un'elevata variabilità stagionale legata ai *bloom* batterici e cianobatterici estivi, che vengono invece a scomparire in autunno e in inverno (Figura 37).

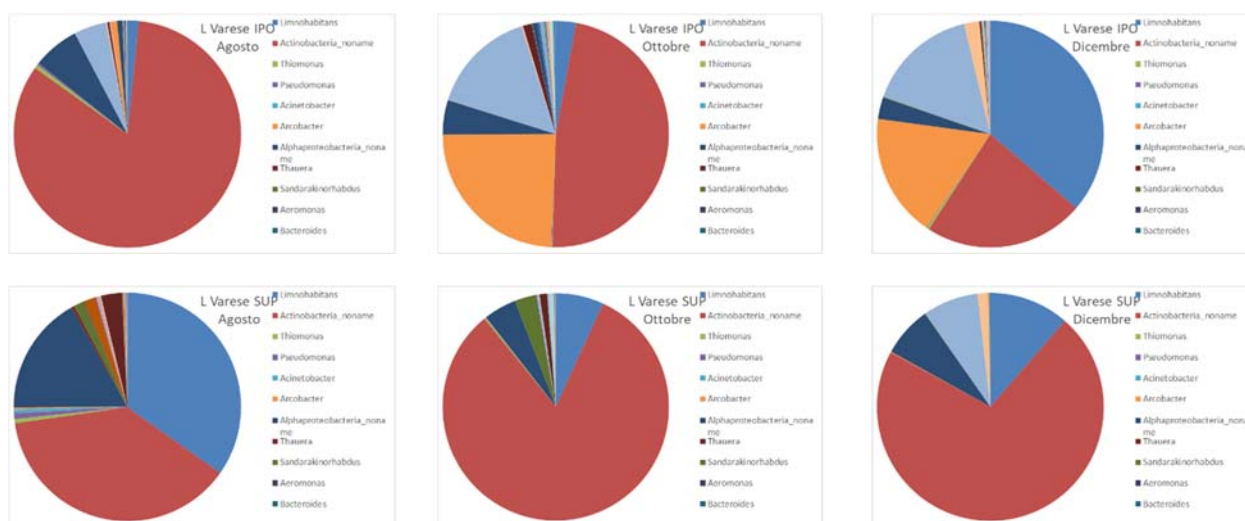


Figura 37. Composizione specifica stagionale della comunità batterica nel Lago di Varese.

L'impianto di trattamento di Gavirate ha un impatto fortissimo in estate, che successivamente si va ad attenuare verso l'inverno quando la portata del Bardello aumenta e la diluizione favorisce il permanere di specie batteriche di origine lacustre. La rapidità, quantificabile in ore, del tragitto lago di Varese – Lago Maggiore, non permette al Bardello di recuperare dall'impatto del depuratore di Gavirate, ma l'analisi dei dati su base stagionale permette di valutare meglio gli impatti che si susseguono lungo l'asta del fiume, che diventano più evidenti in dicembre quando si riduce il disturbo dominante (Figura 38).



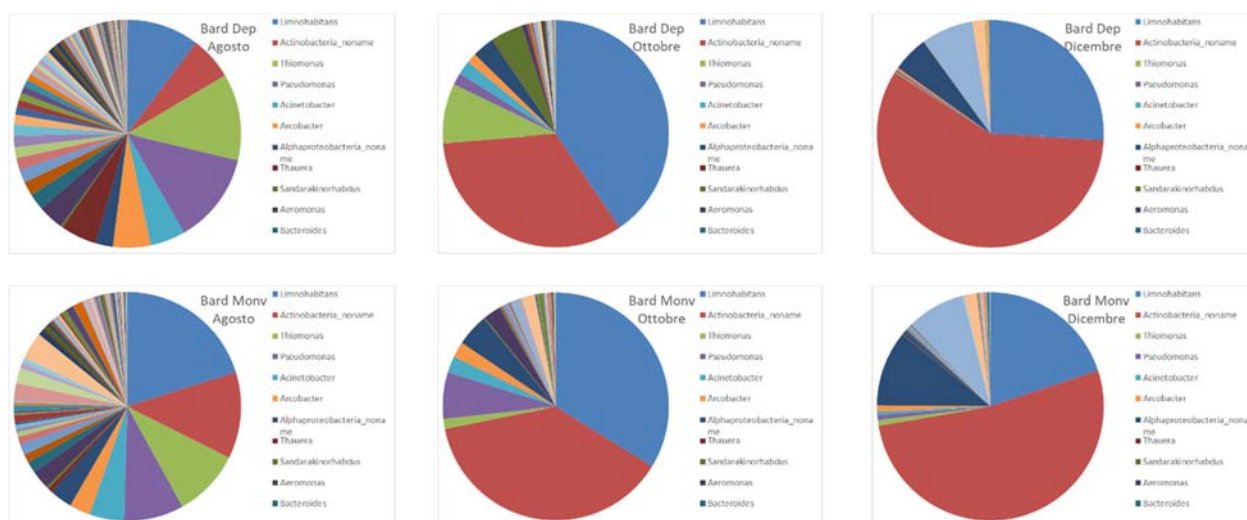


Figura 38. Composizione specifica stagionale della comunità batterica nel Bardello.

Come ben si notava anche dai dati aggregati, la diluizione del Bardello nel Lago Maggiore è molto marcata e aumenta con l'arrivo dell'inverno. Il Lago Maggiore di fatto non subisce, né in superficie né al fondo, un impatto ecologicamente rilevante dall'immissione del Bardello (Figura 39).

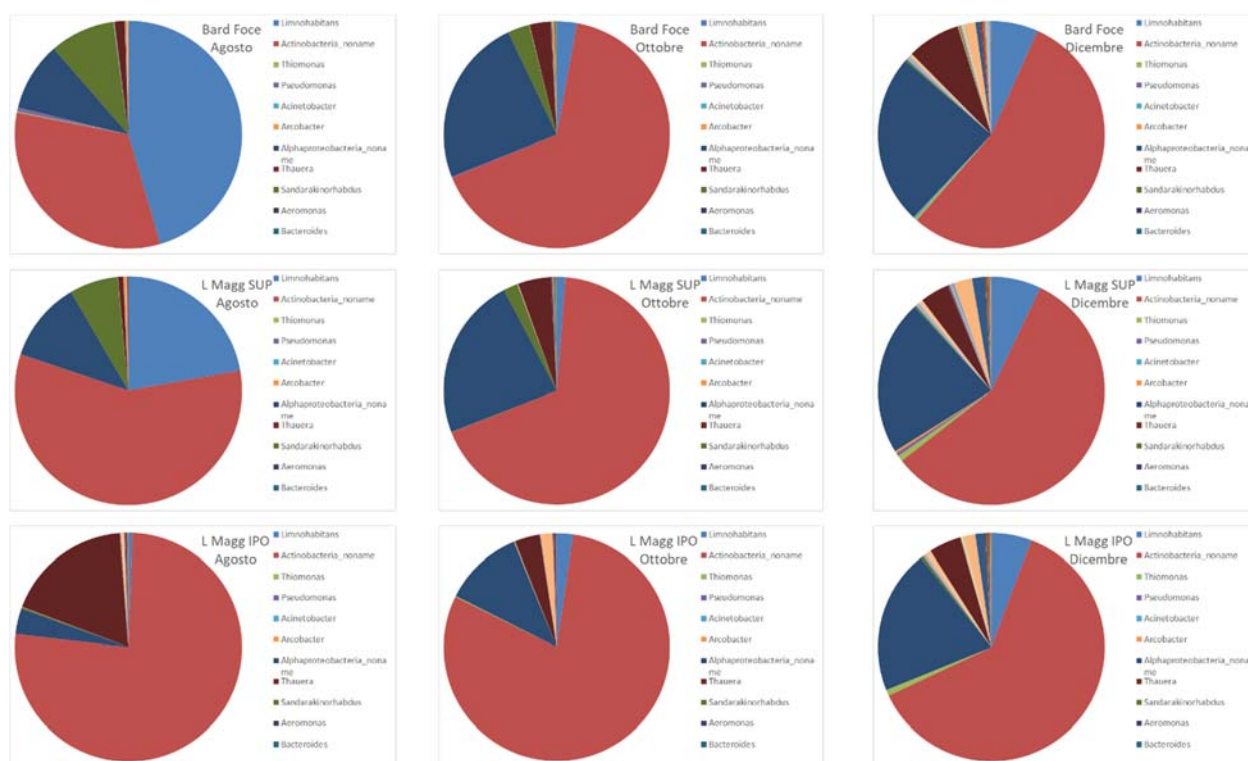


Figura 39. Composizione specifica stagionale della comunità batterica nel Lago Maggiore.

Nel seguito si prendono in esame i risultati relativi al **patobioma**, ossia la quantità di materiale genetico batterico riferibile a patogeni o potenziali patogeni all'interno delle diverse comunità. I dati mostrano che per ogni campione testato si riscontrano mediamente 3,46 copie di gene 16S rRNA (*proxy* di cellula batterica) riferibile a patogeni o potenziali patogeni ogni cento copie di gene. Questo valore varia molto da stazione a stazione, da 1 ogni 1000 (0,1%) al fondo del Lago Maggiore, a 1 ogni 500 (0,2%) al fondo del lago di Varese, a valori più elevati alla superficie dei due laghi (0,35%

nel Maggiore, 0,59% nel Varese, 0,71% alla foce del Bardello nel Maggiore), a valori molto più elevati nel Bardello (10,66% a valle dell'ingresso dell'impianto di Gavirate e 11,67% a Monvalle). In totale sono stati trovati batteri riferibili a 20 diversi generi potenzialmente patogeni. Logicamente il rischio legato alla presenza di questi batteri varia enormemente da genere a genere, con generi come *Pseudomonas*, che hanno al loro interno una predominanza di ceppi non patogeni, seppur generalmente riferibili ad un elevato impatto antropico, ad altri composti prevalentemente da batteri patogeni umani o animali.

Su 60 quantificazioni effettuate, in 4 casi si è riscontrata la presenza di un potenziale patogeno al fondo del lago di Varese (mai sopra a 0,1%), in 10 casi sulla superficie del Varese (in 5 casi maggiori a 0,1%), in 30 casi a valle dell'impianto di trattamento (ossia il 50% di analisi positive, con 6 generi oltre l'1% del totale e 6 generi oltre lo 0,1%), in 31 casi a Monvalle (7 generi oltre l'1%, 13 oltre lo 0,1%), 10 casi alla foce del Bardello (5 sopra lo 0,1%), 6 in superficie nel Maggiore (3 sopra lo 0,1%), 8 al fondo nel Maggiore, mai in percentuali maggiori a 0,1%.

È chiaro che l'inquinamento microbiologico del Bardello è indipendente dal lago di Varese, che ne contribuisce in minima parte, e che al tempo stesso il fiume ha un impatto marginale sul patobioma del Lago Maggiore.

Anche i termini di gruppi batterici si denota chiaramente l'incremento post ingresso dell'impianto di Gavirate, che permane fino a Monvalle, per poi diluirsi nel Maggiore. Sono di particolare interesse la presenza di alcuni generi (*Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Brevundimonas*) che sono in grado di stabilizzarsi in ambienti molto disturbati, e quindi potrebbero rappresentare ormai popolazioni residenti e stabilizzate nel Bardello.

Il patobioma è significativamente più vario e più impattante in estate, mentre in inverno le condizioni sono probabilmente più sfavorevoli, e gli scarichi più limitati.

La presenza di **geni di antibiotico resistenza (ARG)** è particolarmente preoccupante, specialmente se associata alla concomitante presenza di batteri patogeni. In quest'ottica i geni di resistenza ai diversi gruppi antibiotici in uso in medicina umana e animale sono stati analizzati e quantificati nelle comunità microbiche durante tutto il 2019. In totale sono stati riconosciuti 811 geni di resistenza e loro isotipi.

Si è riscontrato che i geni di resistenza agli antibiotici sono concentrati nei campioni sia del lago di Varese, che del fiume Bardello, mentre il loro numero assoluto decresce di circa 4 volte nel Lago Maggiore (Figura 40).

Seppure la maggior parte di questi geni sono presenti in molti ambienti esposti ad attività umane e non presentano criticità verso gli antibiotici di uso più comune e soprattutto verso quelli considerati salvavita, si può notare che, sebbene in quantità ridotte, anche questi ultimi ARG sono presenti tra il Lago di Varese e il Bardello, probabilmente a causa di scarichi industriali o non trattati, o a qualche altra forma di specifico inquinamento.

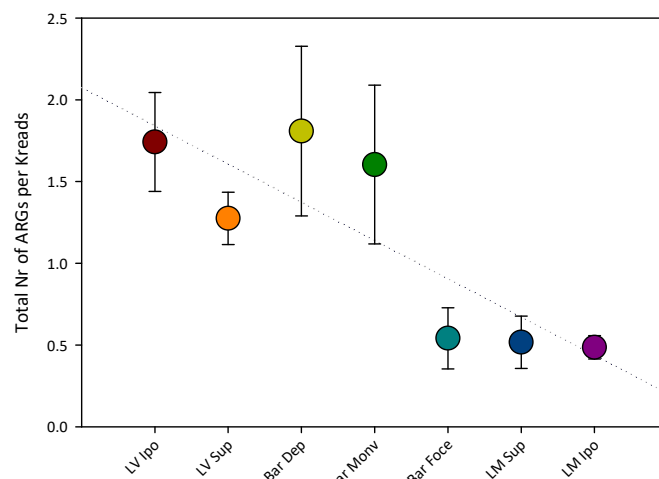


Figura 40. Abbondanza media ( $\pm$  deviazione standard) di geni di resistenza nelle diverse stazioni di campionamento.

Per questi ARG salvavita è importante notare la sola presenza, come avvenuto per il gene MCR1, di resistenza alla colistina (antibiotico salvavita), presente a concentrazioni bassissime in 4 campioni tra la superficie del lago di Varese e il Bardello. Analogamente, la presenza di ARG betalattamici – i più utilizzati in medicina umana e che comprendono tra gli altri anche i carbapenemi e le cefalosporine di IV generazione (antibiotici di altissimo valore data l'ancora basso tasso di resistenza generale dei patogeni) – è indice di forte contaminazione umana, così come si può notare per il Bardello (Figura 41).

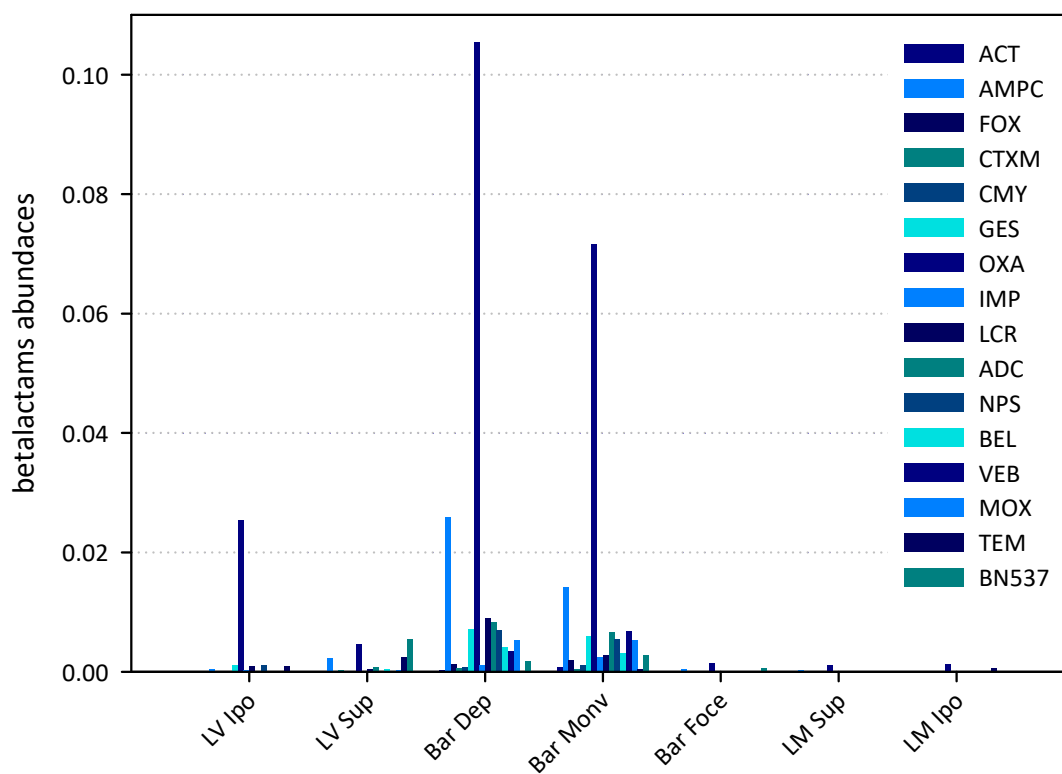
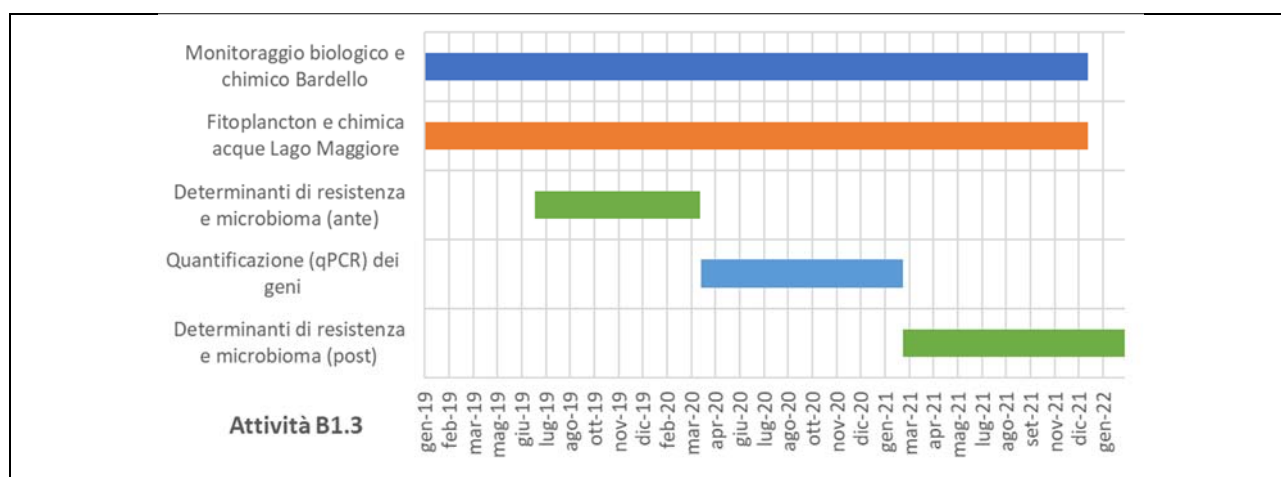


Figura 41. Abbondanze dei geni di resistenza agli antibiotici (ARG) betalattamici diverse stazioni di campionamento.

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
<p><b>Descrizione Attività</b></p> <p>L'attività riguarda il <u>monitoraggio degli elementi biologici</u> (macroinvertebrati, diatomee, fauna ittica), <u>degli elementi fisico-chimici di base e di altri elementi chimici</u> sul fiume Bardello, allo scopo di verificarne l'evoluzione a seguito dell'immissione di acque ipolimniche del lago di Varese.</p> <p>Con le medesime finalità, l'attività prevede l'individuazione di una <u>stazione sul Lago Maggiore</u>, nell'area influenzata dall'ingresso delle acque del fiume Bardello, dove effettuare il monitoraggio dei <u>parametri chimico-fisici</u> lungo il profilo verticale, oltre alle misure di <u>trasparenza e clorofilla</u>. Tra gli <u>elementi biologici</u> sono considerati il fitoplancton (analisi qualitativa o semi-quantitativa) e le diatomee bentoniche nell'area litorale.</p> <p>L'attività comprende anche la <u>ricerca nelle acque e/o nel biota delle sostanze prioritarie e dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza nel fiume Bardello e nel Lago Maggiore</u> e le loro possibili variazioni in seguito alle attività di prelievo ipolimnico. Al tempo stesso attraverso le analisi metagenomiche per la ricerca di geni di resistenza si otterrà la prima descrizione tassonomica della comunità batterica del Fiume Bardello, e verrà identificata la presenza di ceppi potenzialmente patogeni lungo l'asta del fiume, e le potenziali sorgenti puntiformi di inquinamento.</p> <p>Si prevede l'<u>installazione di una stazione di misura delle portate nella sezione di chiusura del fiume Bardello</u>.</p> <p>Nel 2019 saranno effettuati campionamenti indicativamente mensili per i parametri fisico-chimici di base. La frequenza per i parametri biologici è stabilita in base alla comunità da monitorare.</p> <p>Relativamente al monitoraggio dei determinanti di resistenza e del microbioma del fiume, nel primo anno di indagine saranno effettuati campionamenti trimestrali all'uscita dal lago di Varese, allo scarico dell'effluente dell'impianto di trattamento di Gavirate ed alla foce nel lago Maggiore: si effettueranno analisi metagenomiche dei campioni e descrizione della comunità batterica residente (microbioma) e dei geni di resistenza (resistoma); saranno selezionati i 10-15 geni che presentano particolare criticità (in accordo con i dati ottenuti dall'attività B.1.2). Nel secondo anno si prevedono la quantificazione (qPCR) dei geni selezionati e il monitoraggio bimestrale degli stessi. Nel terzo anno sarà effettuata la valutazione trimestrale dei cambiamenti avvenuti nel microbioma e nel resistoma del fiume Bardello in seguito alle operazioni di prelievo attraverso tecniche metagenomiche.</p>
<p><b>Soggetto Attuatore</b></p> <p>ARPA Lombardia, Regione Lombardia, CNR-IRSA Verbania</p>
<p><b>Cronoprogramma attività</b></p>



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

### Sintesi delle attività svolte

Sul **fiume Bardello** il monitoraggio degli elementi biologici e dei parametri fisico-chimici e chimici è stato eseguito nel **2019** in quattro stazioni: all'uscita del lago (monte depuratore), a valle del depuratore di Gavirate, a Cocquio-Trevisago e a Brebbia, prima dell'immissione nel Lago Maggiore in corrispondenza della stazione della rete regionale in cui viene eseguito il monitoraggio ordinario.

A seguito dell'analisi dei risultati del monitoraggio effettuato nel 2019 e della variazione del punto di immissione dello scarico delle acque del prelievo ipolimnico, per il **2020** si è stabilito di eseguire il monitoraggio solo in 3 stazioni, eliminando il punto di Cocquio-Trevisago e spostando la stazione di Brebbia poco più a valle dell'attuale stazione della rete regionale, in modo da intercettare gli effetti dello scarico della stamperia (Tabella 8).

Nel **2019** sono stati effettuati tutti i campionamenti previsti per i diversi elementi di qualità (Tabella 9). Le analisi chimiche sono state differenziate in campagne con profilo analitico mensile (12 campagne) e con profilo analitico trimestrale (4 campagne). All'atto dei campionamenti sono sempre stati determinati i parametri di campo (temperatura, pH, ossigeno disciolto, conducibilità), misurati con sonda multiparametrica. Per 8 campagne sono state effettuate complessivamente 31 misure di portata, contestualmente ai campionamenti chimico-fisici.

Nel **2020**, sono stati eseguiti tutti i campionamenti previsti per i diversi elementi di qualità, eccetto che nei mesi di marzo, aprile e novembre in cui le attività sono state interrotte a causa della pandemia da COVID-19 (Tabella 9). Le campagne per il monitoraggio fisico-chimico e chimico sono state condotte con modalità analoghe a quelle del 2019. Contestualmente alle campagne di monitoraggio chimico-fisico, in alcuni mesi sono state effettuate anche le misure di portata (complessivamente 15).

È stato inoltre stabilito di eseguire il monitoraggio degli elementi biologici (macroinvertebrati e diatomee) in un'ulteriore stazione aggiuntiva, 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 osservare solo eventuali effetti dello scarico dell'impianto di prelievo ipolimnico. Nel medesimo punto la società Alfa S.r.l., a partire dal 16 luglio 2020, ha eseguito settimanalmente, misure chimico-fisiche e analisi chimiche di alcuni elementi, sino allo spegnimento dell'impianto di emungimento delle acque ipolimniche avvenuto nel mese di dicembre.

A partire da luglio 2020 sono stati eseguiti campionamenti mensili di acqua per l'analisi dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza.

Si riportano in Tabella 10 il numero di sostanze analizzate e il numero totale di analisi svolte da ARPA aggiornato a dicembre 2020. In Allegato è riportato l'elenco completo delle sostanze ricercate.

Tabella 8. Stazioni di monitoraggio sul fiume Bardello.

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

Tabella 9. Numero di campionamenti effettuati sul fiume Bardello nel 2019 e nel 2020. A marzo e aprile 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 (\*).

Corpo idrico	Matrice	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Fiume Bardello	Acque <sup>1</sup>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	*	*	4	4	4	4	4	4	*	4
	Macroinvertebrati	-	4	-	-	4	-	-	-	4	-	4	-	-		-	-	4	-	4	-	4	-	-	4
	Diatomee	-	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-		-	4	-	4	-	-	4
	Macrofite	-	-	-	-	-	2	2	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	-	-	-
	Fauna ittica	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
	Acque <sup>2</sup>	-	4	-	-	4	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	-	4	-

<sup>1</sup>Analisi chimico-fisiche; <sup>2</sup>Antibiotico e metallo resistenza

Tabella 10. Numero di sostanze ricercate e numero di analisi effettuate da ARPA sulle acque del fiume Bardello aggiornato a dicembre 2020.

Gruppo	2019		2020	
	N. sostanze	N. analisi	N. sostanze	N. analisi
Parametri di base	25	1119	26	641
Composti organici volatili (VOC)	30	1440	33	827
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	18	720	14	378
Metalli	10	444	9	144
Composti perfluorati (PFAS)	13	148	13	156
Pesticidi	117	1736	118	1415
Sostanze farmaceutiche	1	16	1	12
<i>E. coli</i>	1	48	1	18
Altri parametri	4	80	3	51

La stazione di monitoraggio sul **Lago Maggiore** è stata collocata nella zona che sembrerebbe più 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 un chilometro in linea d'aria dalla foce del Bardello.

Nella stazione è stato eseguito il monitoraggio degli elementi biologici (fitoplancton), degli elementi fisico-chimici di base e di altri elementi chimici a partire da gennaio 2019 con le modalità riportate in Tabella 12.

Tabella 11. Punto di monitoraggio per il fitoplancton e i parametri fisico-chimici e chimici sul Lago Maggiore (coordinate UTM-WGS84).

Codice corpo idrico	Codice stazione	Corpo idrico	Nome stazione	X	Y
ITIRPOTI2LN1IN	POTI2LN1in3	Lago Maggiore	Ispra	470474	5075192

Tabella 12. Modalità di campionamento dei parametri analizzati nel lago di Maggiore durante il biennio 2019-2020.

Parametro	Profondità	Frequenza
Parametri chimico-fisici	misure in continuo tramite sonda Oceanseven 316	mensile
Fitoplancton	integrata (0-2 metri)	mensile
Clorofilla <i>a</i>	integrata (0-2 metri)	mensile
Parametri chimici	integrato (0-5 metri) e integrato (5-23 metri)	mensile
PFAS	integrato (0-5 metri) e integrato (5-23 metri)	trimestrale

L'emergenza sanitaria conseguente alla pandemia da COVID-19 ha impedito lo svolgimento delle campagne di marzo, aprile e novembre. Dopo il primo *lockdown* le attività sono riprese nel mese di maggio, ma le misure per il contenimento dei contagi hanno rallentato le attività di analisi dei campioni raccolti. Per lo stesso motivo il primo campionamento utile per l'analisi dei composti perfluoroalchilici (PFAS) si è svolto a giugno ed è stato possibile portare a termine solo 3 delle 4 campagne previste.

Si riportano di seguito il numero di campioni raccolti a partire dal 2019, suddivisi per ciascun mese (Tabella 13), il numero di sostanze analizzate e il numero totale di analisi svolte da ARPA (Tabella 15). I risultati delle analisi condotte nel 2019 hanno permesso di verificare l'assenza di gran parte delle sostanze inquinanti ricercate nel lago Maggiore, pertanto nel 2020 è diminuito significativamente il numero di composti analizzati.

Tabella 13. Numero di campioni prelevati sul Lago Maggiore nel 2019 e nel 2020. A marzo, aprile e novembre 2020 i campionamenti non sono stati eseguiti a causa della pandemia da COVID-19 (\*).

Corpo idrico	Matrice	GEN 2019	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	GEN 2020	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Lago Maggiore	Acque <sup>1</sup>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	*	*	3	3	3	3	3	3	*	3
	Acque <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	1	3	2	3	3	3	3	3	*	*	3	3	3	3	3	3	3	3
	Fitoplancton	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	*	1	1	1	1	1	1	*	1

<sup>1</sup>Analisi chimico-fisiche; <sup>2</sup>Antibiotico e metallo resistenza

Tabella 14. Numero di sostanze ricercate e numero di analisi effettuate da ARPA sulle acque del Lago Maggiore.

Gruppo	2019		2020	
	N. sostanze	N. analisi	N. sostanze	N. analisi
Parametri di base	18	407	18	301
Composti organici volatili (VOC)	30	720	-	-
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	18	360	13	234
Metalli	12	270	-	-
Composti perfluorati (PFAS)	13	100	13	78
Pesticidi	115	2550	2	36
Sostanze farmaceutiche	1	24	-	-
<i>E. coli</i>	-	-	-	-
Altri parametri	4	70	1	18

## Sintesi delle attività in corso

Dopo la sospensione nei mesi di marzo e aprile, a partire da maggio le attività di campionamento e analisi previste dal Piano di monitoraggio 2020 sono riprese e proseguite come da cronoprogramma.

## Sintesi dei risultati ottenuti

### Fiume Bardello

La **temperatura** delle acque, che rispecchia quella del lago di Varese dei periodi di circolazione e stratificazione, tende a diminuire dall'incile alla foce (Figura 42). Nei mesi estivi del 2020 le temperature registrate sono inferiori a quelle del 2019 di circa 2 °C, verosimilmente in conseguenza dell'immissione delle acque prelevate dall'ipolimnio.

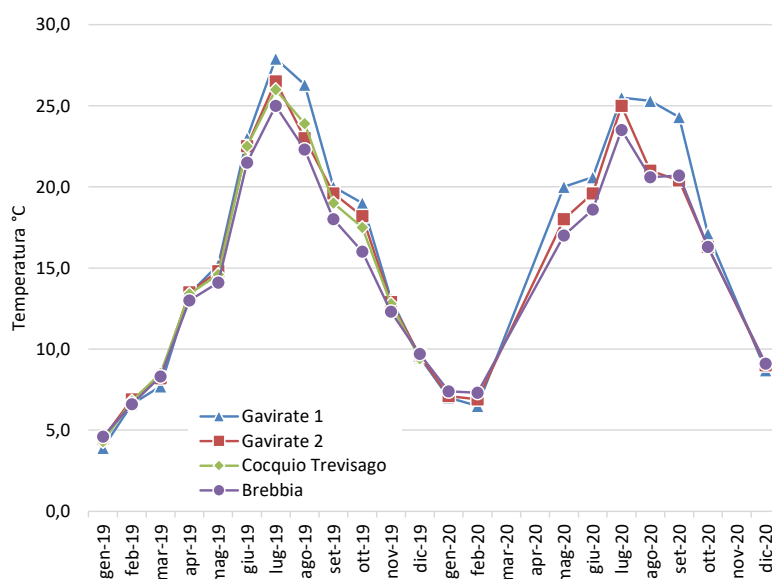


Figura 42. Fiume Bardello: valori di temperatura delle acque nelle stazioni monitorate.

Il parametro **ossigeno disciolto** (Figura 43), espresso come percentuale di saturazione, nella stazione in uscita dal lago rispecchia le concentrazioni tipiche delle acque lacustri in entrambi gli anni, evidenziando i periodi di stratificazione e circolazione invernali-primaverili. Nelle stazioni a valle si nota una sensibile diminuzione dovuta alla presenza di scarichi lungo l'asta fluviale e alla tipologia di corso d'acqua, che presenta substrati fini e anossici soprattutto nelle aree a lenta corrente con poco ruscellamento e scambio con l'atmosfera.

Da approfondimenti eseguiti nel corso del 2020, attraverso misure eseguite a distanze ravvicinate, si è potuto riscontrare che le concentrazioni minime di ossigeno si registrano a valle della stazione 2 di Gavirate, a circa 2 km dall'uscita del lago (Figura 44). Nel tratto di fiume compreso tra la stazione in uscita lago e quella di Cocquio Trevisago si può osservare l'effetto degli scarichi del prelievo ipolimnico e del depuratore sulla riduzione dell'ossigeno disciolto. Nel tratto terminale, da Cocquio alla foce del Lago Maggiore, dove il substrato dell'alveo è maggiormente diversificato e sono presenti aree di ruscellamento e piccoli salti, la percentuale di ossigeno aumenta mantenendosi sempre a valori attorno al 100%.



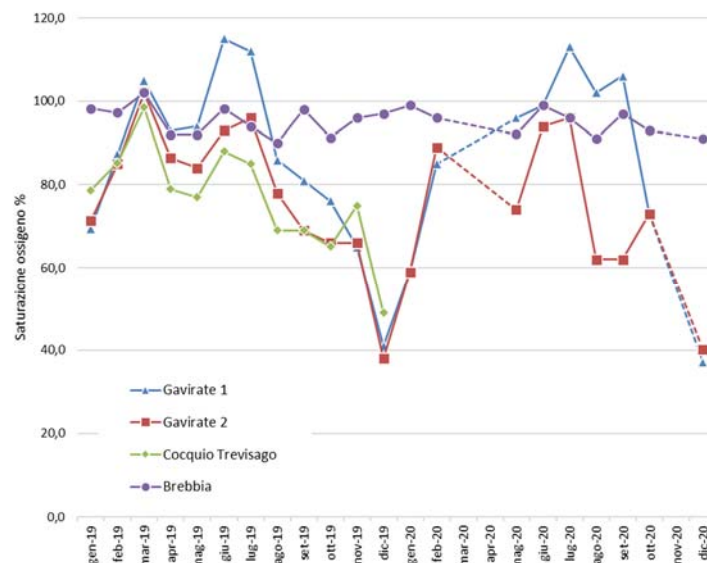


Figura 43. Fiume Bardello: ossigeno disciolto espresso come percentuale di saturazione nelle stazioni monitorate.

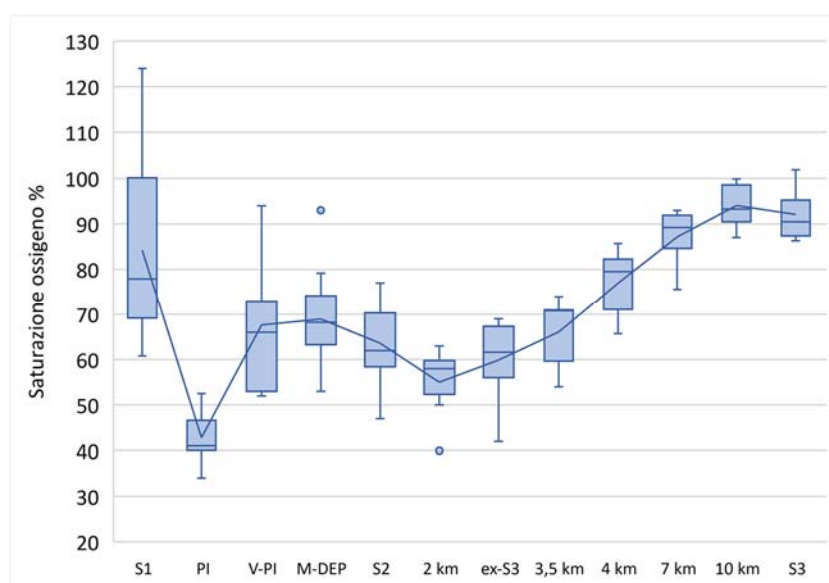


Figura 44: Fiume Bardello: valori di saturazione di ossigeno misurati nella campagna di approfondimento. S1: stazione uscita lago; PI: scarico prelievo ipolimnico; V-PI: valle prelievo ipolimnico; M-DEP: monte depuratore; S2: stazione valle depuratore; ex-S3: stazione vecchia filanda (2019); S3: stazione di Brebbia.

I valori di **fosforo totale** nella prima stazione di monitoraggio nel corso del biennio sono coerenti con quelli misurati nello strato superficiale del lago e presentano quindi dei massimi nel periodo di circolazione invernale (poco oltre i 100  $\mu\text{g/L P}$  a febbraio di entrambi gli anni) e minimi nel periodo di stratificazione termica. I valori di fosforo si innalzano significativamente a valle dello scarico del depuratore di Gavirate (media attorno ai 100  $\mu\text{g/L P}$  in entrambi gli anni), incrementando ancora sensibilmente prima dell'immissione nel Lago Maggiore (Figura 45). In termini di concentrazione nella stazione di Brebbia non si osservano differenze significative tra i due anni di indagine.

L'azoto totale presenta nella prima stazione un valore medio comparabile nei due anni (1,2-1,4 mg/L N), coerente con la concentrazione misurata nello strato superficiale del lago. A valle dello scarico del depuratore di Gavirate il valore medio raddoppia (2,3-2,9 mg/L N), mentre nella stazione in chiusura vi è un ulteriore incremento (valori medi di 2,8-3,4 mg/L N; Figura 46). Dai valori di concentrazione di azoto misurati si deduce che l'apporto dal lago è pressoché costante tra i due anni, come anche gli apporti lungo l'asta fluviale.

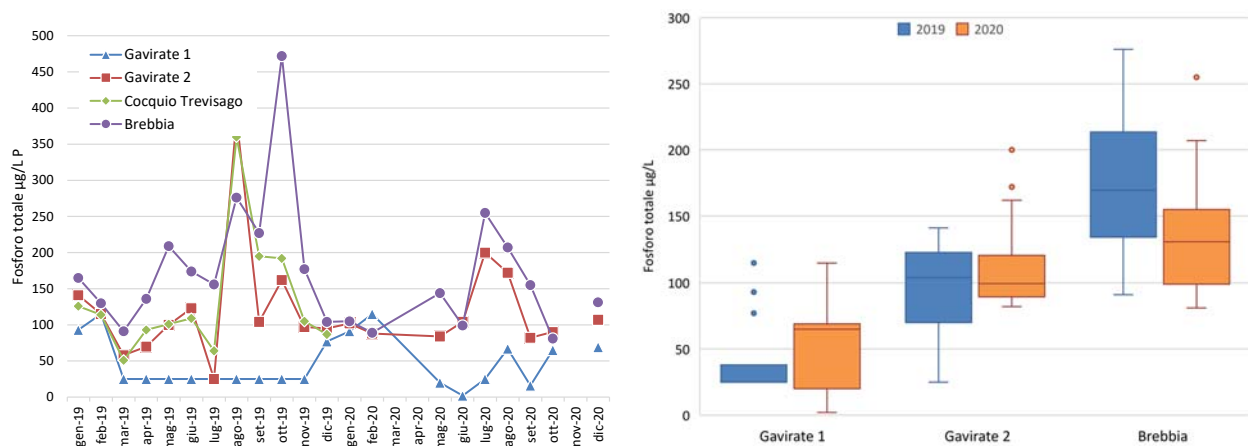


Figura 45. Fiume Bardello: andamento delle concentrazioni di fosforo totale nelle stazioni monitorate e confronto 2019-2020.

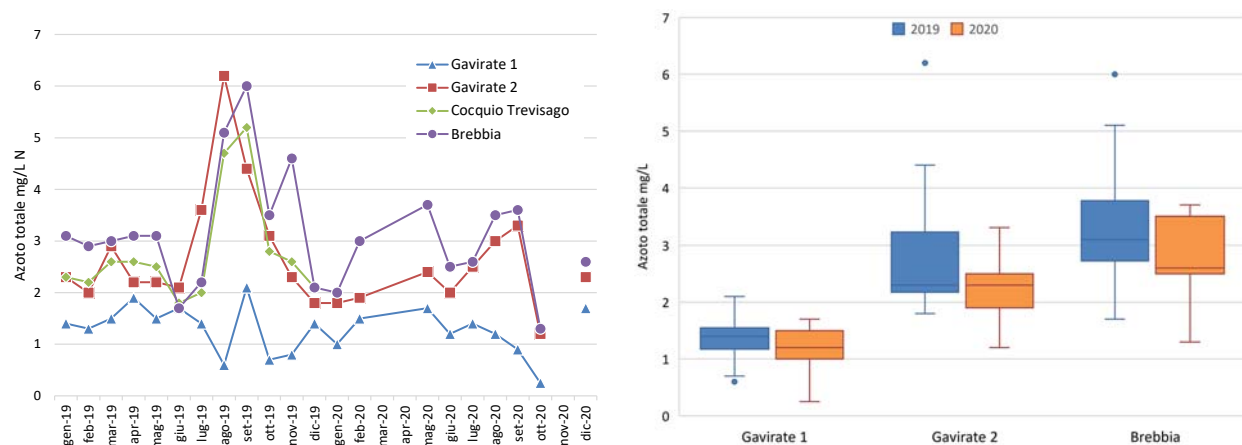


Figura 46. Fiume Bardello: andamento delle concentrazioni di azoto totale nelle stazioni monitorate e confronto 2019-2020.

In entrambi gli anni di monitoraggio, tra le sostanze inquinanti ricercate, si segnala in alcuni campioni la presenza sopra il LOQ di **metalli** (arsenico, cromo VI e zinco), sostanze farmaceutiche (**diclofenac**), composti organici volatili (**triclorometano**) e di IPA. Le concentrazioni medie annue dei parametri **PFOS** e **fluorantene** superano invece il valore di SQA-MA stabilito dal D.Lgs. 172/15.

Tra i **pesticidi** ricercati si registra in alcuni campioni la presenza di glifosate; l'AMPA (suo metabolita) è sempre presente nei campioni analizzati e la sua concentrazione media annua supera lo SQA-MA. Sporadicamente si rileva la presenza dei pesticidi imidacloprid, terbutilazina e terbutilazina desetil.

Per quanto riguarda le **rimanenti sostanze** chimiche ricercate, non si segnalano concentrazioni significative in relazione agli standard di qualità previsti dalla normativa.

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 negli anni 2019 e 2020. Nel 2019 il monitoraggio era stato eseguito anche in corrispondenza della stazione 3 a Cocquio Trevisago; nel 2020 si è deciso di non considerare questo punto e di indagare una stazione aggiuntiva (1 bis), posta a valle dello scarico dell'impianto del prelievo ipolimnico e a monte del depuratore, per verificare l'eventuale impatto dello scarico sulle comunità biologiche.

I risultati delle stazioni monitorate nel biennio mostrano una situazione compromessa lungo tutta l'asta del fiume (Figura 47): dalla prima stazione, ove sono presenti substrati poco colonizzabili ed anossici, limo e gusci di bivalvi, sino alla foce si registra nella maggior parte dei campionamenti una qualità scarsa alternata, in alcuni periodi dell'anno con qualità sufficiente. Nello specifico, è stato possibile osservare che dall'entrata in funzione a pieno regime dell'impianto del prelievo ipolimnico nella tarda estate 2020 sino allo spegnimento a dicembre 2020, la comunità macrobentonica alla stazione 1 bis ha subito un evidente peggioramento che, seppur con qualche ripresa è evidente anche alla stazione 2 a valle del depuratore. In questo tratto il fiume rispecchia comunque lo stato di qualità dell'anno precedente (Figura 48).

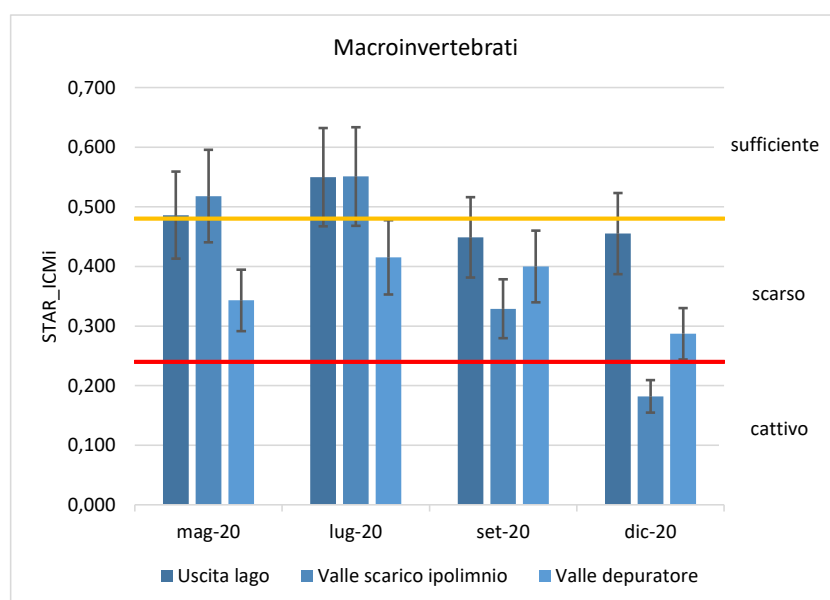


Figura 47. Fiume Bardello: valori di STAR\_ICMi nelle stazioni a monte e a valle degli scarichi di prelievo ipolimnico e del depuratore di Gavirate.

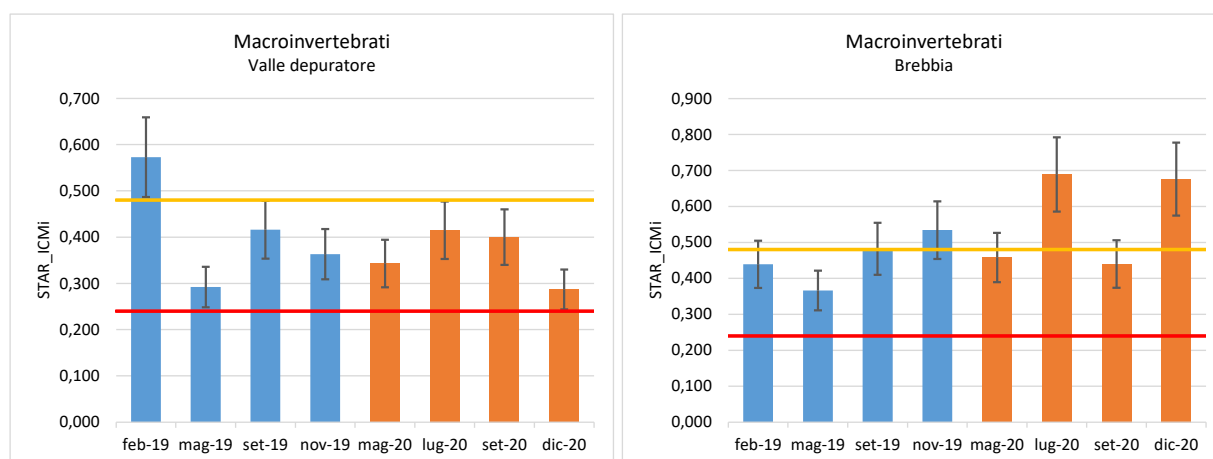


Figura 48. Fiume Bardello: valori di STAR\_ICMi nella stazione a valle dello scarico del depuratore di Gavirate e a Brebbia nel 2019-2020.

Relativamente alle **diatomee bentoniche** sono stati calcolati i valori di ICMi e il corrispondente stato di qualità alle stazioni di campionamento nelle campagne di monitoraggio: due nel 2019 e tre nel 2020, la campagna aggiuntiva a dicembre per verificare un eventuale impatto dello scarico del prelievo ipolimnico sulla comunità diatomatica nelle medesime stazioni in cui è stato eseguito il monitoraggio delle altre componenti biologiche.

Le analisi effettuate nel corso del 2020 mostrano un giudizio di qualità buono, evidenziando un leggero abbassamento dell'indice ICMi nel campionamento di fine estate (Figura 49). Valori più alti dell'indice vicini al limite di classe superiore (stato elevato) si riscontrano nella stazione di Gavirate - uscita lago che presenta una comunità tipica di acque lacustri. Nella stazione a valle del depuratore di Gavirate (Figura 50) la comunità è più tipica di acque fluviali e presenta un'abbondanza più marcata di specie tolleranti rispetto all'inquinamento organico e alle condizioni trofiche. Nella stazione di Brebbia si evidenzia quindi un miglioramento nei valori di ICMi rispetto al 2019 che confermano uno stato buono anche per questa stazione.

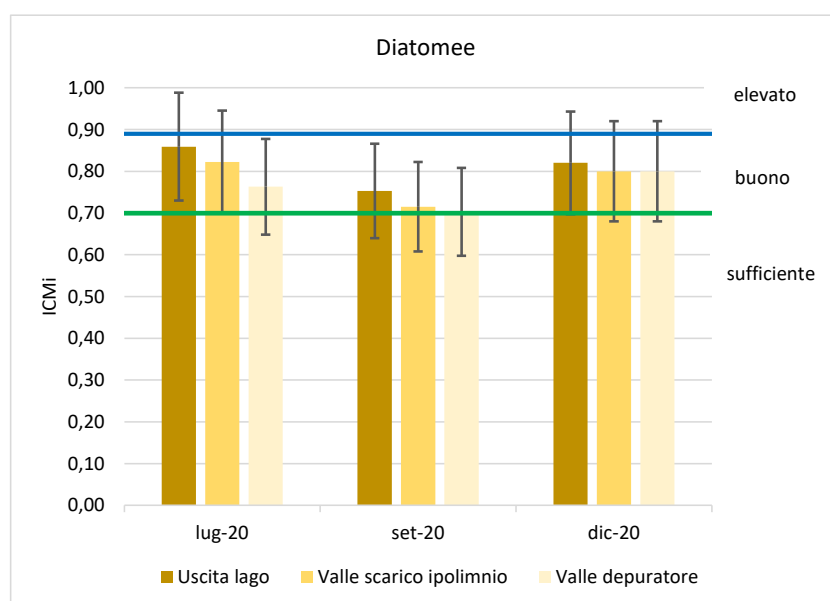


Figura 49. Fiume Bardello: valori di ICMi nelle stazioni a monte e a valle degli scarichi di prelievo ipolimnico e del depuratore di Gavirate.

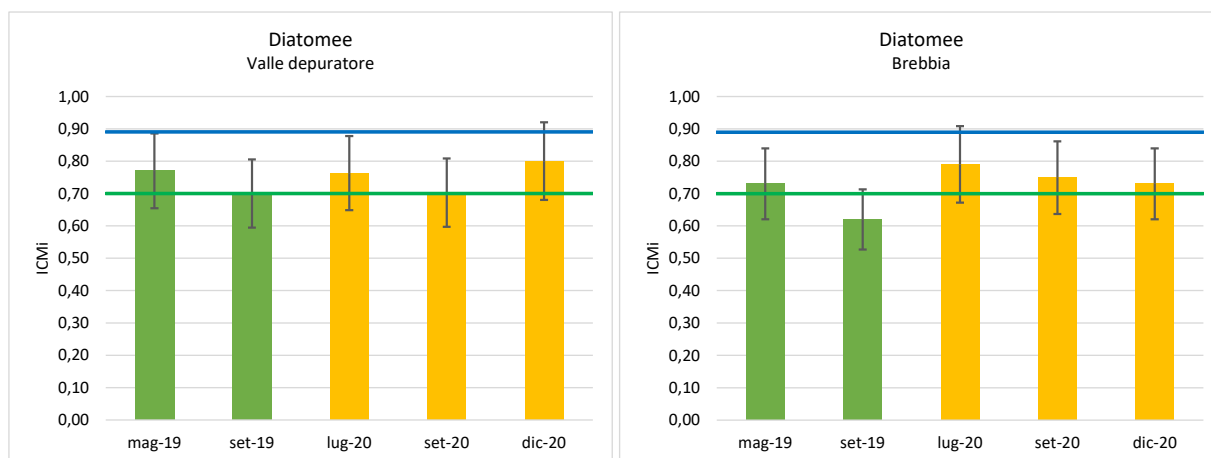


Figura 50. Fiume Bardello: valori di STAR\_ICMi nella stazione a valle dello scarico del depuratore di Gavirate e a Brebbia nel 2019-2020.

Nel corso del 2019-2020, sono state effettuate anche due campagne di monitoraggio delle **macrofite** acquatiche, rispettivamente nei mesi di giugno e settembre del 2019 e di luglio e settembre nel 2020, sempre nelle stazioni in cui è stato eseguito il monitoraggio delle altre componenti biologiche. Nelle diverse stazioni è stata rilevata una forte variabilità, sia in termini di copertura totale che di taxa presenti, nonché variazioni considerevoli anche nella medesima stazione in occasione delle diverse campagne di monitoraggio.

I valori dell'indice RQE\_IBMR, riassunti in Tabella 15, 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. Solo in un caso, a settembre del 2020 la stazione in uscita dal lago raggiunge classe di qualità sufficiente per la presenza di *Myriophyllum spicatum*.

I risultati mostrano una condizione di forte alterazione di questa componente biologica. Preponderanti sono i taxa più tolleranti ad elevati livelli di trofia nonché di carico organico. La comunità è inoltre caratterizzata da una limitata diversità floristica, ad esclusione della stazione di Cocquio Trevisago, esaminata solo nel 2019, dove sono stati rilevati nelle due campagne rispettivamente 22 e 16 taxa macrofitici. Pur non variando il giudizio di qualità, è possibile evidenziare un sensibile incremento del risultato dell'indice IBMR tanto più ci si allontana dallo scarico del depuratore, testimoniato anche da un aumento del numero di taxa presenti nelle stazioni più a valle.

Tabella 15. Valori dell'indice RQE\_IBMR e relativo stato delle macrofite nelle stazioni monitorate.

Data	Uscita lago		Valle depuratore		Vecchia filanda		Stamperia	
	RQE_IBMR	Stato	RQE_IBMR	Stato	RQE_IBMR	Stato	RQE_IBMR	Stato
giu-19	0,51	scarso	ND	ND	0,54	scarso	0,53	scarso
set-19	ND	ND	0,48	cattivo	0,5	scarso	0,54	scarso
lug-20	ND	ND	ND	ND	-	-	ND	ND
set-20	0,76	sufficiente	0,28	cattivo	-	-	0,56	scarso

Il monitoraggio della **fauna ittica** nel fiume Bardello è stato effettuato nel mese di settembre 2019 nelle 4 stazioni individuate. Nel 2020, a causa dell'emergenza sanitaria conseguente alla pandemia da COVID-19, non è stato possibile svolgere i campionamenti per questo EQB, poiché il numero di operatori coinvolti non avrebbe permesso un corretto svolgimento dell'attività nel rispetto delle misure di sicurezza necessarie.

I campionamenti condotti secondo il Protocollo ISPRA 2040 (ISPRA, 2014) hanno consentito il calcolo dell'indice NISECI (ISPRA, 2017), il cui stato è riportato in Tabella 16.

Tabella 16. Stato della fauna ittica nelle stazioni monitorate in base all'indice NISECI.

	Data	Uscita lago	Valle depuratore	Vecchia filanda	Stamperia
Stato NISECI	set-19	scarso	scarso	sufficiente	scarso

La popolazione ittica del Bardello mostra una significativa alterazione rispetto alle comunità attese. La presenza di popolazioni alloctone ben strutturate e abbondanti a discapito di taxa autoctoni è uno dei fattori di maggiore criticità. Ciò è ancora più evidente considerando che tra la popolazione di predatori risulta assente il luccio (anche nelle classi di età giovanili), mentre appaiono tre specie aliene: luccioperca, persico trota e siluro, quest'ultimo con popolazioni strutturate in tutte le stazioni indagate.

## Lago Maggiore

La **temperatura** delle acque è pressoché omogenea lungo il profilo verticale durante i primi mesi del 2020, con un valore di circa 8 °C. La stratificazione termica è ben visibile nel profilo di maggio, in cui è più pronunciata rispetto all'anno precedente. Le forti perturbazioni di fine settembre e inizio ottobre favoriscono il processo di rimescolamento determinando un brusco calo delle temperature: a 1 metro di profondità la boa limnologica registra un abbassamento di 4°C e nel profilo del 13 ottobre non è più presente un vero e proprio termocline. Durante il periodo estivo l'epilimnio raggiunge i 10-11 metri di profondità con una temperatura di 24 °C e un massimo superficiale di 27 °C nella seconda metà di agosto. I forti venti verificatisi nella notte tra il 6 e il 7 luglio influenzano sensibilmente l'andamento della termica, la cui curva assume una configurazione particolare, simile a quella di settembre 2019. L'ipolimnio inizia intorno ai 13-14 m di profondità e presenta una temperatura di 11-12 °C.

Come per il 2019, anche i profili di **ossigeno** del 2020 mostrano come la sua concentrazione si mantenga elevata in tutti i campionamenti anche in prossimità del fondo, con valori che non scendono al di sotto dei 7 mg/L O<sub>2</sub> e del 70% circa di saturazione (Figura 51). Le misure in continuo dell'ossigeno a 1 metro di profondità fornite dalla boa limnologica indicano una maggiore attività fotosintetica durante il periodo estivo dalla fine di giugno alla fine di agosto con percentuali di saturazione che possono superare il 120%, come mostrato in Figura 52.

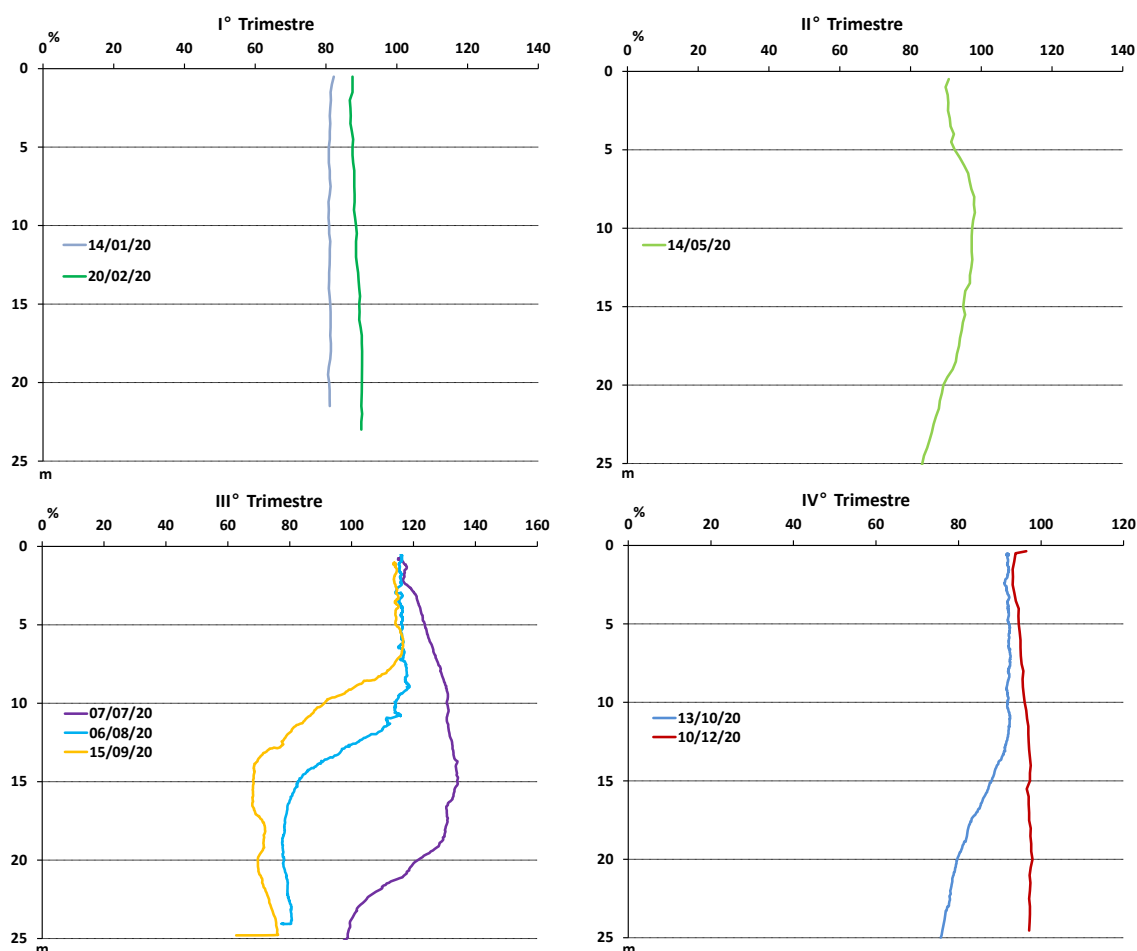


Figura 51. Profili della saturazione di ossigeno disciolto del 2020 nella stazione di Ispra suddivisi per trimestre.

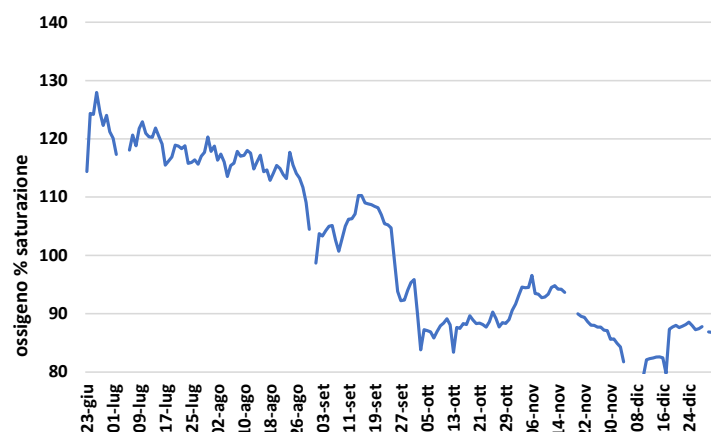


Figura 52. Medie giornaliere della saturazione di ossigeno disciolto ottenute dalle misure in continuo della boa limnologica nel 2020.

La buona ossigenazione delle acque fa sì che la principale forma inorganica di **azoto** sia quella nitrica, come già riscontrato nel 2019, anche nelle acque profonde durante la fase di stratificazione termica. L'azoto ammoniacale si mantiene quasi sempre al di sotto del LOQ, con poche eccezioni in cui si raggiungono concentrazioni limitate.

Il **fosforo** totale nel 2020 (Figura 53) presenta concentrazioni più elevate rispetto all'anno precedente, con un picco anomalo nel mese di luglio, presumibilmente legato ad una contaminazione del campione. Il confronto tra le concentrazioni misurate lungo il Bardello nella stazione di Brebbia tra il 2019 e il 2020 non evidenzia incrementi tali da legare il maggior quantitativo di fosforo rilevato nella stazione di monitoraggio a lago al funzionamento dell'impianto di prelievo ipolimnico, ma sembrerebbe dovuto alla concomitanza di diversi fattori.

L'innalzamento delle portate del Bardello in corrispondenza degli eventi meteorici significativi del 2020 esercita da una parte un effetto di diluizione nei confronti dei nutrienti immessi nel Bardello, ma d'altra parte incrementa il carico complessivo veicolato in quanto un volume d'acqua molto più grande entra nel lago Maggiore. Il regime idrologico sembra quindi il principale responsabile delle fluttuazioni nel carico in ingresso a lago rispetto agli apporti provenienti dal prelievo ipolimnico per quanto riguarda il 2020. L'acquisizione di un maggior numero di dati nei prossimi anni consentirà di costruire una serie storica più affidabile, in grado di giudicare meglio l'impatto in termini di carico veicolato a lago da parte dell'impianto di prelievo ipolimnico.

In definitiva si ritiene che per il 2020 il potere di diluizione delle acque del Lago Maggiore sia stato in grado di contrastare il carico proveniente dal Bardello, dato confermato anche dai risultati delle analisi sull'antibiotico e metallo resistenza.

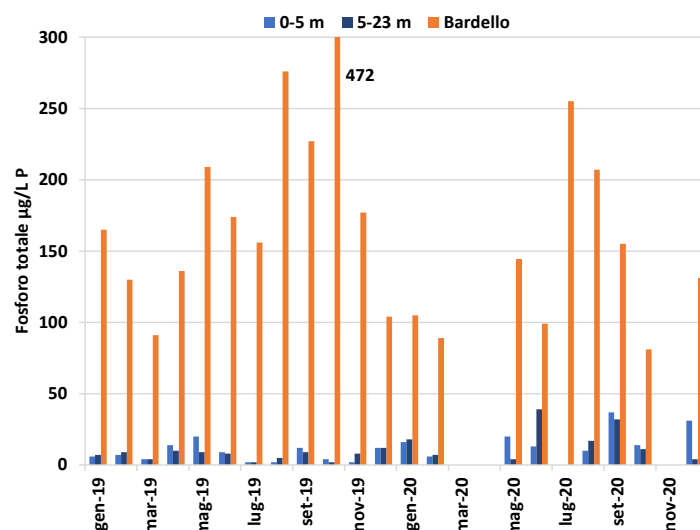


Figura 53. Concentrazioni di fosforo totale del biennio 2019-2020 nella stazione di Ispra negli intervalli 0-5 e 5-23 metri e nella stazione di Brebbia lungo il Bardello.

Nel 2020 la **trasparenza** (Figura 54) presenta valori tardo primaverili ed estivi inferiori al 2019, con un minimo di soli 2,9 metri a luglio a indicare una maggiore produzione primaria. La media annua risulta pari a 5,7 metri, valore sensibilmente inferiore all'anno precedente, influenzato anche dal minor numero di rilievi effettuati a causa dell'emergenza sanitaria da COVID-19.

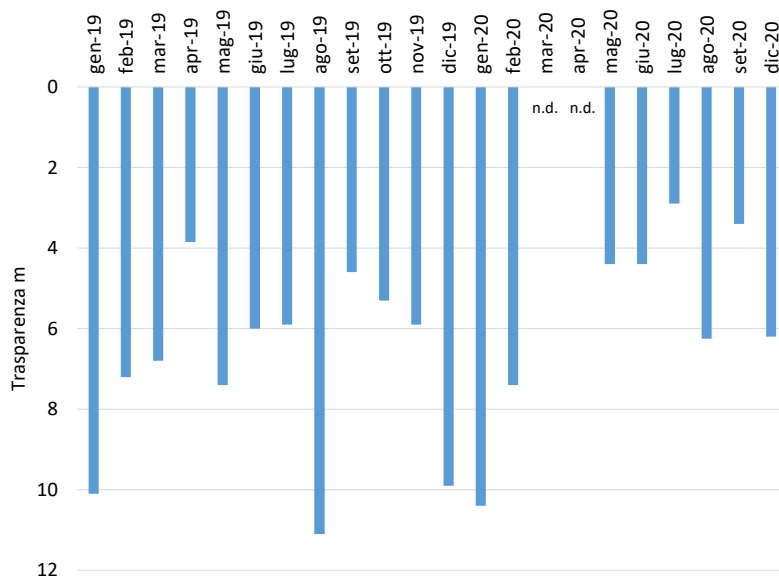


Figura 54. Andamento della trasparenza nella stazione di Ispra nel biennio 2019-2020.

La Figura 55 riporta l'andamento del biovolume del **fitoplancton** presente in superficie nel biennio 2019-2020 e delle due principali classi algali per valore medio annuo. Rispetto al 2019 la produzione è più elevata durante il periodo tardo primaverile ed estivo. A giugno, in particolare, si riscontra un picco significativo in cui si superano i 3000 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> determinato principalmente, in ordine d'importanza, da diatomee, criptoficee e crisoficee. Complessivamente il biovolume medio annuo



non si discosta significativamente da quello dell'anno precedente pur mostrando un leggero incremento.

Nel 2020 la presenza dei cianobatteri è più significativa con una massiccia presenza di colonie di *Cyanodictyon planctonicum* e del genere *Aphanocapsa spp.*; il loro contributo è assolutamente rilevante in termini di densità, ma molto meno per biovolume, essendo caratterizzati da colonie contenenti un numero elevato di cellule di dimensioni ridotte. In tre dei campioni esaminati al microscopio si è riscontrata inoltre la presenza, seppur in quantità molto modesta, di *Limnographis robusta*, presumibilmente confluita nel lago Maggiore attraverso il fiume Bardello.

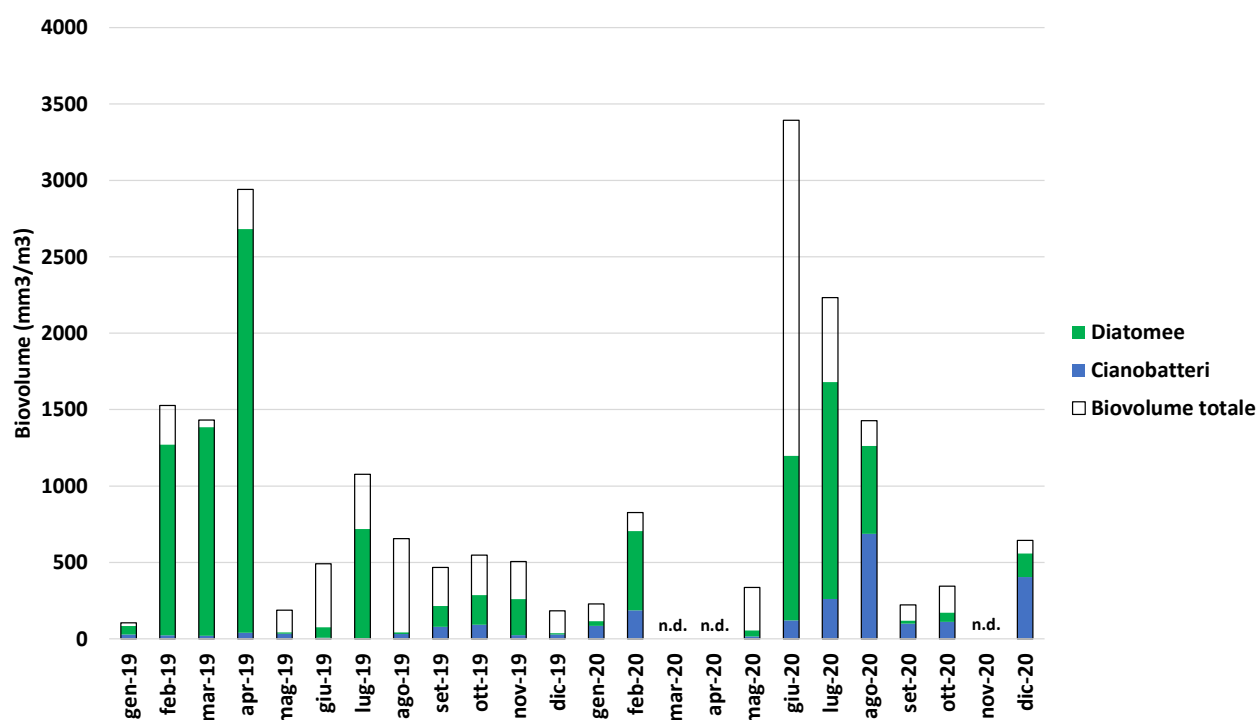


Figura 55. Andamento del biovolume complessivo della comunità fitoplanctonica e delle due principali classi algali che la compongono nella stazione di Ispra negli anni 2019 e 2020.

Per valutare lo stato ecologico nella stazione monitorata è stato calcolato l'indice IPAM (Metodo italiano di valutazione del fitoplancton), il cui valore e i punteggi delle singole metriche che lo compongono, espressi come concentrazione e RQE (rapporto di qualità ecologica), sono riportati in Tabella 17.

Tabella 17. Valori delle singole metriche, espresse sia come concentrazioni che come RQE normalizzato, e valore di IPAM nella stazione di campionamento di Ispra.

Corpo idrico	Anno	Clorofilla <i>a</i>		Biovolume medio		PTIot		IPAM	Stato
		µg/L (4,25*)	RQEn	mm³/L (1,00*)	RQEn	3,22*	RQEn	0,60*	
Lago Maggiore	2019	2,81	0,74	0,84	0,63	3,24	0,63	0,66	BUONO
	2020	3,72	0,65	1,07	0,60	3,27	0,66	0,64	BUONO

\*Limite stato buono/sufficiente

Sia le metriche quantitative, clorofilla e biovolume medi annui, che la composizione tassonomica della comunità contribuiscono all'ottenimento di un buono stato del fitoplancton, in linea con quanto emerso in questi anni dalle campagne di monitoraggio condotte nella stazione di Ghiffa.

Alla luce dei risultati ottenuti nel 2019, il numero di **sostanze inquinanti** analizzate nel 2020 è diminuito significativamente.

Anche nel 2019 gli **idrocarburi policiclici aromatici (IPA)** sono la classe di composti che ha superato con maggiore frequenza il LOQ, in particolare con naftalene, benzo(g,h,i)perilene, fluorantene e pirene. Si sono rilevati superamenti del LOQ anche per antracene, benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(a)antracene, crisene, indeno(1,2,3-cd)pirene. Le concentrazioni sono generalmente ridotte, poco superiori ai LOQ e, tra gli IPA presenti nella tabella 1/A del DLgs 172/2015, non si sono verificati superamenti degli SQA-CMA.

Per quanto riguarda i **PFAS**, nelle quattro campagne condotte si registrano superamenti del LOQ solo per l'acido perfluorottansolfonico (PFOS), con un massimo di 0,0018 µg/L a settembre e dicembre nel campione integrato 0-5 metri e una media annua di 0,0014 µg/L, superiore allo SQA-MA (0,00065 µg/L). Le singole concentrazioni sono invece decisamente inferiori allo SQA-CMA (concentrazione massima ammissibile, 36 µg/L).

Tra i **pesticidi**, sono stati ricercati solo glifosate e il suo metabolita AMPA. In entrambi i casi vi sono riscontri positivi, ma vengono rispettati gli SQA-MA.

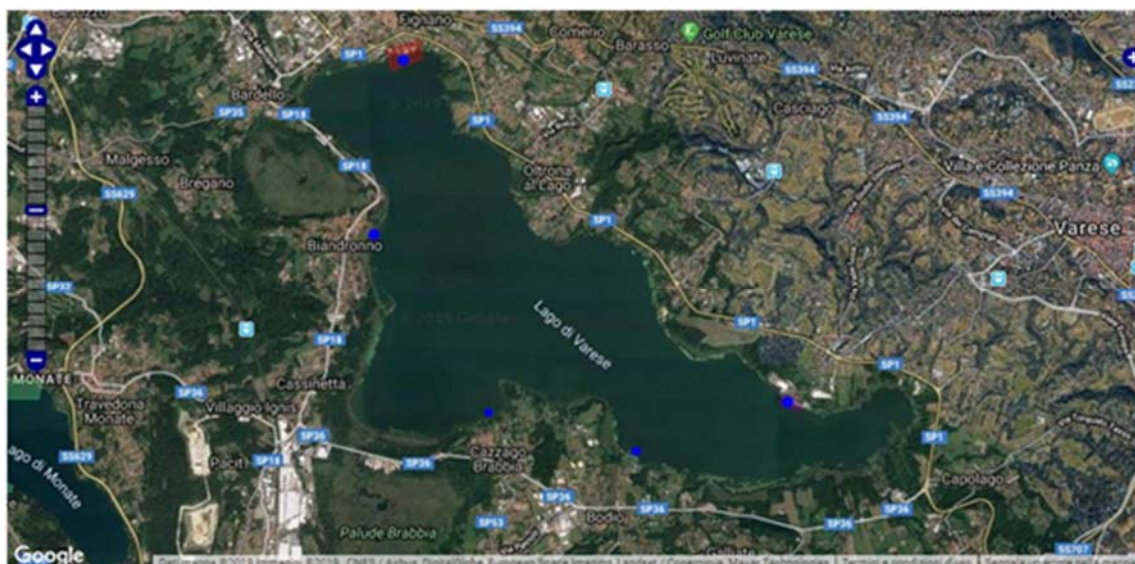
ATTIVITÀ B.1.4	
Monitoraggio di parametri microbiologici e delle fioriture algali ai fini della balneazione	
<p><b>Descrizione Attività</b></p> <p>L'attività riguarda il prelievo e l'analisi in più punti ritenuti significativi (circa 5) per l'attività di balneazione lungo le coste dell'intero bacino del Lago di Varese.</p> <p>L'attività ha l'obiettivo di monitorare, con un livello di dettaglio maggiore rispetto a quello richiesto dalla normativa, la presenza di alghe potenzialmente tossiche (cianobatteri), e delle tossine prodotte per quanto riguarda l'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.</p>	
<p><b>Soggetto Attuatore</b></p> <p>ATS Insubria</p>	
<p><b>Cronoprogramma attività</b></p> <p><b>Attività B.1.4</b></p>	
<p>L'attività è in linea con il cronoprogramma previsto.</p>	

*Resoconto attività a cura di Elena Tettamanzi (ATS Insubria)*

### Sintesi delle attività svolte

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

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 come da cronoprogramma

## Sintesi dei risultati ottenuti

Si riportano nel seguito per ogni punto campionato i risultati delle analisi. Nel semestre di monitoraggio non si sono registrati superamenti né rispetto al monitoraggio algale, né rispetto a quello microbiologico, tranne che ad agosto presso la stazione di Varese – lido di Schiranna nella quale è stato superato il valore per il parametro Escherichia Coli. Con la stagione invernale, come da previsioni, non si sono verificati superamenti delle tossine monitorate.

### VARESE - Lido schiranna – MONITORAGGIO ALGALE

Data	conta cianobatteri potenzialmente tossici cellule/L limite $10^8$	specie cellule/L	microcistina $\mu\text{g/L}$ limite $<25 \mu\text{g/L}$ ( $<1 \mu\text{g/L}$ potabilità)	saxitossina $\mu\text{g/L}$ limite $<25 \mu\text{g/L}$ ( $<1 \mu\text{g/L}$ potabilità)
14/07/2020	$4.7 \times 10^6$	Dolichospermum planctonicum $2.7 \times 10^4$ Lyngbya sp. $3.2 \times 10^6$ Woronichinia naegeliana $9.6 \times 10^5$ Aphanizomenon flos-aquae $1.6 \times 10^5$ Microcystis wesenbergii $3.5 \times 10^5$	1.58	$< 0.02$
03/08/2020	$2.3 \times 10^7$	Woronichinia naegeliana $1.2 \times 10^7$ Oscillatoria limosa $3.9 \times 10^6$ Lyngbya sp. $5.4 \times 10^6$ Microcystis wesenbergii $1.6 \times 10^5$ Pseudoanabaena catenata $4.8 \times 10^3$ Microcystis flos-aquae $1.2 \times 10^6$	2.00	$< 0.02$
31/08/2020	$1.9 \times 10^7$	Lyngbya sp. $1.2 \times 10^7$ Microcystis wesenbergii $3.1 \times 10^6$ Microcystis aeruginosa $3.6 \times 10^6$	5.71	$< 0.02$
21/09/2020	$1,8 \times 10^7$	Lyngbya sp. $5.0 \times 10^6$ Microcystis aeruginosa $1.9 \times 10^6$ Microcystis wesenbergii $7.3 \times 10^6$ Pseudoanabaena catenata $1.5 \times 10^5$ Microcystis flos-aquae $3.3 \times 10^6$	4.28	$< 0.02$

		Cuspidothrix $7.5 \times 10^4$		
19/10/2020	$6.5 \times 10^6$	Lyngbya sp. $1.7 \times 10^6$ Microcystis aeruginosa $2.2 \times 10^6$ Microcystis wesenbergii $1.7 \times 10^6$	1.56	< 0.02
16/11/2020	$7.0 \times 10^6$	Pseudoanabaena catenata $3.4 \times 10^5$ Microcystis aeruginosa $4.0 \times 10^6$ Microcystis wesenbergii $1.3 \times 10^6$ Aphanizomenon flos-aquae $1.1 \times 10^5$ Woronichinia naegeliana $1.2 \times 10^6$ Cylindrospermopsis raciborskii $3.4 \times 10^4$	0.52	< 0.02
14/12/2020	$4.7 \times 10^6$	Lyngbya sp. $8.2 \times 10^4$ Microcystis aeruginosa $7.5 \times 10^5$ Aphanizomenon flos-aquae $1.3 \times 10^5$	0.20	0.05

#### VARESE - Lido schiranna – MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO

	Escherichia Coli	Enterobatteri
	limite 1000 UFC/L	limite 500 UFC/L
14/07/2020	21	25
03/08/2020	40	17
31/08/2020	3500	55
21/09/2020	360	63
19/10/2020	7	4
16/06/2020	45	13
14/12/2020	640	110

#### BIANDRONNO - Pontile Isolino Virginia – MONITORAGGIO ALGALE

Data	conta cianobatteri potenzialmente tossici cellule/L limite $10^8$	specie cellule/L	microcistina $\mu\text{g/L}$ limite <25 $\mu\text{g/L}$ (<1 $\mu\text{g/L}$ potabilità)	saxitossina $\mu\text{g/L}$ limite <25 $\mu\text{g/L}$ (<1 $\mu\text{g/L}$ potabilità)
14/07/2020	$6.0 \times 10^6$	Microcystis wesenbergii $1.3 \times 10^5$ Aphanizomenon flos-aquae $1.8 \times 10^5$ Lyngbya sp. $3.3 \times 10^6$ Microcystis flos-aquae $2.3 \times 10^6$ Dolichospermum sp. $1.9 \times 10^3$ Coelosphaerium kuetzingianum $9.6 \times 10^3$	1.30	< 0.02
03/08/2020	$1.1 \times 10^7$	Woronichinia naegeliana $3.4 \times 10^6$ Oscillatoria limosa $1.7 \times 10^6$ Lyngbya sp $5.2 \times 10^6$ Microcystis wesenbergii $4.5 \times 10^5$	0.66	< 0.02
31/08/2020	$2.4 \times 10^7$	Lyngbya sp. $6.9 \times 10^6$ Microcystis wesenbergii $5.1 \times 10^6$ Microcystis aeruginosa $6.8 \times 10^6$ Microcystis flos-aquae $5.5 \times 10^6$	0.77	< 0.02

21/09/2020	$1.8 \times 10^7$	Oscillatoria limosa $2.8 \times 10^5$ Microcystis aeruginosa $2.7 \times 10^6$ Microcystis wesenbergii $6.7 \times 10^4$ Lyngbya sp. $1.4 \times 10^7$ Woronichinia naegeliana $1.2 \times 10^5$	4.27	< 0.02
19/10/2020	$7.5 \times 10^5$	Lyngbya sp. $1.3 \times 10^6$ Pseudoanabaena catenata $9.4 \times 10^4$ Microcystis aeruginosa $2.4 \times 10^6$ Microcystis wesenbergii $1.5 \times 10^6$ Woronichinia naegeliana $1.2 \times 10^6$	2.13	< 0.02
16/11/2020	$5.2 \times 10^5$	Pseudoanabaena catenata $4.1 \times 10^4$ Woronichinia naegeliana $132 \times 10^5$ Lyngbya sp. $5.2 \times 10^4$ Microcystis aeruginosa $3.0 \times 10^5$	<0.15	< 0.02
14/12/2020	$2.1 \times 10^5$	Woronichinia naegeliana $7.7 \times 10^4$ Pseudoanabaena catenata $8.0 \times 10^3$ Microcystis aeruginosa $1.2 \times 10^5$	0.20	< 0.02

#### BIANDRONNO - Pontile Isolino Virginia – MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO

	Escherichia Coli	Enterobatteri
	limite 1000 UFC/L	limite 500 UFC/L
14/07/2020	7	15
03/08/2020	50	32
31/08/2020	310	69
21/09/2020	3	< 1
19/10/2020	6	< 1
16/11/2020	3	< 1
14/12/2020	8	5

#### GAVIRATE - Lido di Gavirate – MONITORAGGIO ALGALE

Data	conta cianobatteri potenzialmente tossici cellule/L limite $10^8$	specie cellule/L	microcistina $\mu\text{g/L}$ limite <25 $\mu\text{g/L}$ (<1 $\mu\text{g/L}$ potabilità)	saxitossina $\mu\text{g/L}$ limite <25 $\mu\text{g/L}$ (<1 $\mu\text{g/L}$ potabilità)
14/07/2020	$5.2 \times 10^6$	Microcystis aeruginosa $5.5 \times 10^5$ Microcystis wesenbergii $3.2 \times 10^4$ Pseudoanabaena catenata $1.2 \times 10^4$ Aphanizomenon flos-aquae $8.6 \times 10^4$ Lyngbya sp. $3.4 \times 10^6$ Microcystis flos-aquae $1.1 \times 10^6$	1.90	< 0.02
03/08/2020	$1.7 \times 10^7$	Lyngbya sp. $6.7 \times 10^6$ Woronichinia naegeliana $7.0 \times 10^6$ Aphanizomenon flos-aquae $2.6 \times 10^4$ Oscillatoria limosa $1.5 \times 10^6$ Microcystis flos-aquae $1.1 \times 10^6$ Microcystis aeruginosa $1.8 \times 10^5$	1.33	< 0.02

3/08/2020	$5.5 \times 10^6$	Lyngbya sp. $1.7 \times 10^6$ Microcystis wesenbergii $2.6 \times 10^6$ Coelosphaerium kuetzingianum $6.8 \times 10^5$ Microcystis aeruginosa $4.8 \times 10^5$	3.58	< 0.02
21/09/2020	$7.6 \times 10^5$	Microcystis wesenbergii $1.4 \times 10^6$ Lyngbya sp. $1.4 \times 10^7$ Oscillatoria limosa $7.9 \times 10^5$ Microcystis aeruginosa $1.6 \times 10^6$ Woronichinia naegeliana $2.8 \times 10^4$	0.54	< 0.02
19/10/2020	$1.5 \times 10^7$	Pseudoanabaena catenata $1.2 \times 10^4$ Lyngbya sp. $6.0 \times 10^4$ Microcystis flos-aquae $3.4 \times 10^5$ Oscillatoria limosa $2.4 \times 10^5$	2.42	< 0.02
16/11/2020	$4.3 \times 10^5$	Aphanizomenon flos-aquae $1.9 \times 10^5$ Dolichospermum sp. $3.8 \times 10^4$ Woronichinia naegeliana $7.9 \times 10^5$ Lyngbya sp. $9.6 \times 10^5$ Microcystis aeruginosa $3.9 \times 10^5$	<0.15	< 0.02
14/12/2020	$1.5 \times 10^6$	Woronichinia naegeliana $1.0 \times 10^6$ Lyngbya sp. $6.6 \times 10^4$ Pseudoanabaena catenata $4.2 \times 10^3$ Aphanizomenon flos-aquae $8.6 \times 10^4$ Lyngbya sp. $3.4 \times 10^6$ Microcystis flos-aquae $1.1 \times 10^6$	0.16	< 0.02

#### GAVIRATE - Lido di Gavirate – MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO

	Escherichia Coli	Enterobatteri
	limite 1000 UFC/L	limite 500 UFC/L
14/07/2020	74	15
03/08/2020	80	35
31/08/2020	210	33
21/09/2020	460	90
19/10/2020	8	<1
16/11/2020	5	<1
14/12/2020	8	4

#### CAZZAGO BRABBIA - Darsena – MONITORAGGIO ALGALE

Data	conta cianobatteri potenzialmente tossici cellule/L limite $10^8$	specie cellule/L	microcistina $\mu\text{g/L}$ limite <25 $\mu\text{g/L}$ (<1 $\mu\text{g/L}$ potabilità)	saxitossina $\mu\text{g/L}$ limite <25 $\mu\text{g/L}$ (<1 $\mu\text{g/L}$ potabilità)
14/07/2020	$5.2 \times 10^6$	Microcystis aeruginosa $4.9 \times 10^5$ Microcystis wesenbergii $2.2 \times 10^5$ Aphanizomenon flos-aquae $2.0 \times 10^5$ Lyngbya sp. $3.5 \times 10^6$ Dolichospermum sp. $6.9 \times 10^4$	1.00	< 0.02

		Woronichinia naegeliana $6.7 \times 10^5$		
03/08/2020	$4.0 \times 10^6$	Woronichinia naegeliana $2.7 \times 10^6$ Oscillatoria limosa $8.1 \times 10^5$ Lyngbya sp. $4.4 \times 10^5$ Microcystis wesenbergii $3.0 \times 10^4$ Sphaerospermopsis sp. $5.3 \times 10^3$	1.96	< 0.02
31/08/2020	$2.4 \times 10^7$	Lyngbya sp. $5.6 \times 10^6$ Microcystis wesenbergii $1.0 \times 10^7$ Microcystis aeruginosa $8.4 \times 10^6$ Dolichospermum sp. $1.5 \times 10^4$	1.63	< 0.02
21/09/2020	$8.5 \times 10^6$	Oscillatoria limosa $2.3 \times 10^4$ Microcystis aeruginosa $3.0 \times 10^6$ Microcystis wesenbergii $1.7 \times 10^6$ Cuspidothrix sp. $6.5 \times 10^4$ Woronichinia naegeliana $2.2 \times 10^5$ Lyngbya sp. $2.8 \times 10^6$ Microcystis flos-aquae $7.1 \times 10^5$	2.30	<0.02
19/10/2020	$6.9 \times 10^6$	Microcystis aeruginosa $2.6 \times 10^6$ Microcystis wesenbergii $7.9 \times 10^5$ Lyngbya sp. $1.1 \times 10^6$ Pseudoanabaena catenata $7.7 \times 10^4$ Woronichinia naegeliana $2.4 \times 10^6$	1.07	<0.02
16/11/2020	$8.5 \times 10^5$	Pseudoanabaena catenata $5.9 \times 10^4$ Microcystis aeruginosa $5.5 \times 10^5$ Microcystis wesenbergii $2.4 \times 10^5$	0.50	< 0.02
14/12/2020	$1.1 \times 10^6$	Microcystis aeruginosa $4.1 \times 10^5$ Lyngbya sp. $2.4 \times 10^3$ Pseudoanabaena catenata $5.9 \times 10^4$ Dolichospermum sp. $1.1 \times 10^4$ Woronichinia naegeliana $6.5 \times 10^5$	0.10	< 0.02

#### CAZZAGO BRABBIA - Darsena – MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO

	Escherichia Coli	Enterobatteri
	limite 1000 UFC/L	limite 500 UFC/L
14/07/2020	73	45
03/08/2020	55	30
31/08/2020	7	3
21/09/2020	5	< 1
19/10/2020	< 1	Presente
16/11/2020	5	5
14/12/2020	4	6



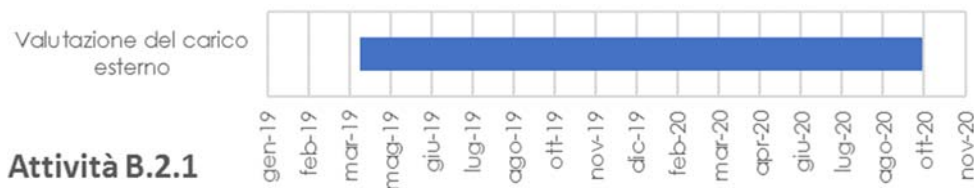
BODIO LOMNAGO - Lido di Bodio – MONITORAGGIO ALGALE

Data	conta cianobatteri potenzialmente tossici cellule/L limite $10^8$	specie cellule/L	microcistina $\mu\text{g/L}$ limite $<25 \mu\text{g/L}$ ( $<1 \mu\text{g/L}$ potabilità)	saxitossina $\mu\text{g/L}$ limite $<25 \mu\text{g/L}$ ( $<1 \mu\text{g/L}$ potabilità)
14/07/2020	$4.0 \times 10^6$	Dolichospermum planctonicum $5.1 \times 10^4$ Lyngbya sp. $2.4 \times 10^6$ Aphanizomenon flos-aquae $3.9 \times 10^5$ Woronichinia naegeliana $1.1 \times 10^6$	1.06	$< 0.02$
03/08/2020	$1.4 \times 10^6$	Microcystis wesenbergii $3.0 \times 10^5$ Woronichinia naegeliana $6.0 \times 10^4$ Oscillatoria limosa $6.4 \times 10^5$ Lyngbya sp $4.3 \times 10^5$ Pseudoanabaena catenata $2.3 \times 10^4$	1.42	$< 0.02$
31/08/2020	$1.8 \times 10^7$	Lyngbya sp. $4.4 \times 10^6$ Microcystis wesenbergii $6.8 \times 10^6$ Microcystis aeruginosa $7.2 \times 10^6$	3.88	$< 0.02$
21/09/2020	$1.7 \times 10^7$	Oscillatoria limosa $3.0 \times 10^5$ Microcystis aeruginosa $1.6 \times 10^6$ Microcystis wesenbergii $4.2 \times 10^6$ Microcystis flos-aquae $4.8 \times 10^5$ Cylindrospermopsis raciborskii $2.6 \times 10^4$ Lyngbya sp. $8.9 \times 10^6$	0.36	$<0.02$
19/10/2020	$6.2 \times 10^6$	Microcystis aeruginosa $4.1 \times 10^6$ Microcystis wesenbergii $1.4 \times 10^6$ Pseudoanabaena catenata $5.9 \times 10^4$	2.00	$< 0.02$
16/11/2020	$2.3 \times 10^5$	Pseudoanabaena catenata $3.7 \times 10^4$ Microcystis aeruginosa $1.8 \times 10^5$ Aphanizomenon flos-aquae $1.0 \times 10^4$ Lyngbya sp. $6.4 \times 10^5$	0.73	$< 0.02$
14/12/2020	$1.6 \times 10^6$	Microcystis aeruginosa $7.4 \times 10^5$ Lyngbya sp. $9.3 \times 10^3$ Aphanizomenon flos-aquae $1.6 \times 10^4$ Woronichinia naegeliana $7.9 \times 10^5$ Microcystis wesenbergii $5.6 \times 10^4$	0.12	0.03

BODIO LOMNAGO - Lido di Bodio – MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO

	Escherichia Coli	Enterobatteri
	limite 1000 UFC/L	limite 500 UFC/L
14/07/2020	5	Presente
03/08/2020	25	10
31/08/2020	52	7
21/09/2020	Presente	$< 1$
19/10/2020	55	5
16/11/2020	23	Presente
14/12/2020	9	Presente

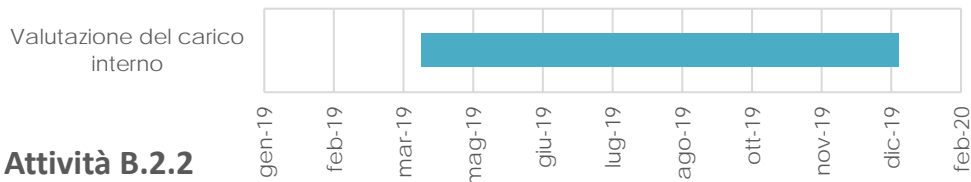
AZIONE B.2	
SVILUPPO DI UN MODELLO DI BILANCIO DI MASSA DEL FOSFORO	
<b>Attività</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Attività B.2.1. Valutazione del carico esterno</li> <li>- Attività B.2.2. Valutazione del carico interno</li> </ul>
<b>Risultati attesi</b>	<p>L'azione è necessaria per valutare 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>
<b>Soggetto coordinatore</b>	Regione Lombardia

ATTIVITÀ B.2.1	
Valutazione del carico esterno	
<b>Descrizione Attività</b>	Partendo dalla bibliografia esistente e dai risultati delle attività di monitoraggio sugli sfioratori A.1.3 e dai dati provenienti dall'attività di monitoraggio B.1.2 sarà aggiornato il carico esterno proveniente dal bacino imbrifero e riversato nel lago di Varese. Sulla base di queste prime valutazioni, l'attività potrà essere implementata nel futuro prevedendo un campionamento diretto dei vari immissari.
<b>Soggetto Attuatore</b>	Regione Lombardia, ARPA Lombardia
<b>Cronoprogramma attività</b>	 <p>Valutazione del carico esterno</p> <p>Attività B.2.1</p> <p>gen-19 feb-19 mar-19 mag-19 giu-19 lug-19 ago-19 ott-19 nov-19 dic-19 feb-20 mar-20 apr-20 giu-20 lug-20 ago-20 ott-20 nov-20</p>
L'attività è ancora in corso. Si prevede la conclusione nei prossimi mesi	

*Resoconto attività a cura di Daniele Magni (Regione Lombardia) e Pietro Genoni (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).

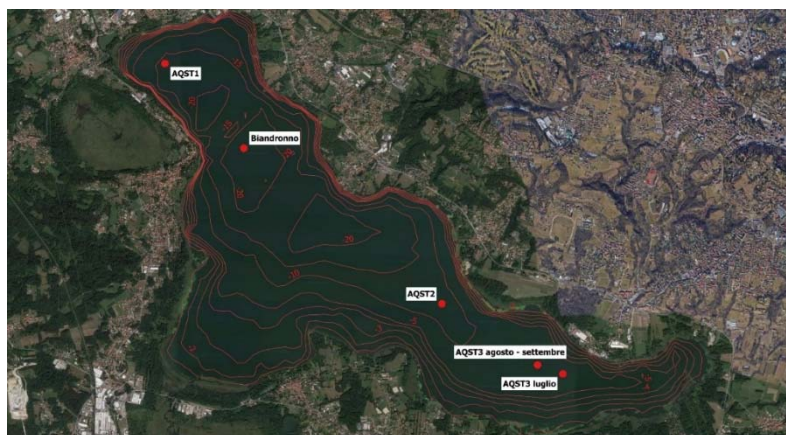
ATTIVITÀ B.2.2	
Valutazione del carico interno	
<b>Descrizione Attività</b>	L'attività ha lo scopo di definire il carico interno, basandosi sui dati bibliografici esistenti o prevedendo ulteriori nuove attività di studio. Sarà effettuato un campionamento integrativo per una valutazione spazio-temporale dell'areale di possibile rilascio di fosforo dal sedimento. In futuro è ipotizzabile una attività di laboratorio mirata ad una valutazione del rilascio di fosforo dai sedimenti.
<b>Soggetto Attuatore</b>	Regione Lombardia, ARPA Lombardia
<b>Cronoprogramma attività</b>	 <p>Valutazione del carico interno</p> <p>Attività B.2.2</p> <p>gen-19 feb-19 mar-19 mag-19 giu-19 lug-19 ago-19 ott-19 nov-19 dic-19 feb-20</p> <p>È stato deciso di prolungare tale attività fino alla fine del 2020 per valutare in modo più preciso la quantificazione del carico interno utilizzando anche i dati di monitoraggio del 2020</p>

*Resoconto attività a cura di Pietro Genoni (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 56. Per il punto denominato AQST3 il campionamento si è reso necessario solo durante la fase di massima stratificazione termica (luglio, agosto e settembre) e la sua ubicazione è stata definita in base ai profili della sonda multiparametrica. Nelle stazioni aggiuntive sono stati prelevati un campione a un metro dal fondo e un campione integrato rappresentativo dell'ipolimnio destinati all'analisi di fosforo totale e ortofosfato.

Rispetto al 2019, nel 2020 si è stabilito di non fare ricorso a punti aggiuntivi, ma di aumentare 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 56. Lago di Varese: ubicazione delle stazioni di monitoraggio per la stima del carico interno di fosforo.*

## Sintesi dei risultati ottenuti

Come per il 2019 la stima del carico interno rilasciato dai sedimenti del lago si è basata sui metodi di seguito riportati, basati sugli studi bibliografici consultati (Nürnberg, 1984, 2004, 2009; Hamilton *et al.*, 2018; Crosa, 2007):

1. una stima del carico interno lordo basata sul tasso di rilascio di fosforo dai sedimenti e sull'estensione della superficie di fondale anossica;
2. una stima del carico interno parzialmente netto basato sugli incrementi di concentrazione del fosforo che si verificano nell'ipolimnio durante il periodo estivo.

Lo studio condotto da Crosa (2007), ha dimostrato che il rilascio dell'ortofosfato viene innescato da concentrazioni di ossigeno inferiori a 1 mg/l O<sub>2</sub> e avviene con i valori riportati in Tabella 18.

*Tabella 18. Valori medi di rilascio di ortofosfato dal sedimento calcolati in diversi punti e diverse profondità del lago di Varese. Tratto da Crosa (2007).*

	Centro lago	Schiranna	Schiranna	Brabbia	Brabbia
Profondità (m)	25	10	15	10	15
Rilascio P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/m <sup>2</sup> /giorno)	7,7	4,8	5,5	5,5	6,0

Il rilascio medio di ortofosfato nel lago è stato stimato pari a 5,9 mg/l P per metro quadro al giorno.

Sulla base dei profili dell'ossigeno misurati in campo mediante sonda multiparametrica è possibile quindi stimare le superfici di rilascio e utilizzarle per il calcolo del carico interno lordo in base alla formula proposta da Nürnberg:

$$L_{int\_summer} = RR \times AF_{summer}$$

dove  $L_{int\_summer}$  è il carico interno lordo in milligrammi per metro quadro nel periodo di stratificazione termica, RR è il tasso di rilascio e  $AF_{summer}$  è il fattore anossico calcolato sulla base dei profili dell'ossigeno.

Moltiplicando  $L_{int\_summer}$  per la superficie del lago si ottengono le tonnellate di ortofosfato rilasciate; i cui risultati sono riportati in Tabella 19 e confrontati con quelli del 2019.

Rispetto all'anno precedente si ottengono valori più elevati in quanto a maggio il deficit ipolimnico di ossigeno è maggiore con una conseguente superficie di rilascio più estesa e poiché si è scelto dicembre come mese finale, essendosi protratta la stratificazione termica fin quasi alla fine dell'anno, come dimostrano le analisi condotte per il monitoraggio dell'impianto di prelievo ipolimnico.

*Tabella 19. Fattore anossico (AF), carico interno lordo per unità di superficie nel periodo di stratificazione ( $L_{int\_summer}$ ), tonnellate di ortofosfato rilasciate dai sedimenti secondo formule di Nürnberg (2009) sulla base dei diversi tassi di rilascio (RR) individuati da Crosa (2007).*

RR (mg/m <sup>2</sup> /giorno)	AF 2019	AF 2020	LiNt_summer 2019 (mg/m <sup>2</sup> /su)	LiNt_summer 2020 (mg/m <sup>2</sup> /su)	Rilascio 2019 PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (t)	Rilascio 2020 PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (t)
4,8	86	99,6	413	478	6,0	6,9
7,7	86	99,6	662	767	9,6	11,1
5,9	86	99,6	507	587	7,4	8,5

Dal momento che parte del fosforo rilasciato dai sedimenti in un lago è a sua volta soggetto a processi di rideposizione e che nel corso del 2020 una parte è stata rimossa dall'impianto di prelievo

ipolimnico, la stima del carico interno fornisce un'indicazione migliore, rispetto al carico interno lordo, sulla quantità di nutrienti che sarà effettivamente ridistribuita sull'interna colonna e che quindi tornerà biodisponibile durante la fase di piena circolazione delle acque. A tal fine, in base ai dati disponibili, si è utilizzato il metodo proposto da Nürnberg basato sulla differenza di concentrazione misurata nell'ipolimnio tra l'inizio e il termine del periodo di stratificazione termica, considerando il volume d'acqua compreso tra i 15 metri e il fondo del lago.

Pur considerando dicembre come mese finale del periodo di stratificazione, quindi un mese in più rispetto all'anno precedente, si ottiene una stima del carico interno inferiore rispetto al 2019, pari a 1,7 tonnellate per il fosforo totale e 1,2 tonnellate per l'ortofosfato Tabella 20.

*Tabella 20. Carico interno netto stimato di fosforo totale e ortofosfato considerando il volume d'acqua compreso tra 15 metri e il fondo del lago.*

Parametro	Carico interno netto (t) 2019	Carico interno netto (t) 2020
Fosforo totale	4,9	1,7
Ortofosfato	5,7	1,2

Tali valori sono influenzati dai forti eventi meteorologici di fine settembre e inizio ottobre che hanno ridistribuito in superficie parte dei nutrienti accumulati nell'ipolimnio superiore cui vanno aggiunte le tonnellate rimosse dall'impianto di prelievo ipolimnico.

In base alle misure di portata del Bardello e alle concentrazioni misurate da Alfa e ARPA nella stazione di uscita lago, si stima un deflusso compreso tra 0,7 e 1,2 tonnellate di fosforo tra il 2 e il 14 ottobre, parte delle quali provenienti dal tratto di ipolimnio che è stato rimescolato e parte legate al carico esterno.

L'impianto di prelievo ipolimnico, in base alle stime effettuate, ha rimosso circa 2 tonnellate di fosforo totale e 1,5 tonnellate di ortofosfato, portando il carico interno netto a un valore complessivo di **3,7 tonnellate** per il fosforo totale e **2,8 tonnellate** per l'ortofosfato.

Nel 2020 inoltre, la sospensione delle attività di campionamento nel mese di aprile a causa dell'emergenza sanitaria da COVID-19 non ha permesso di disporre dei valori dei nutrienti di partenza, prima dell'innescio del processo di rilascio dai sedimenti che in questo caso avrebbero permesso di stimare meglio il carico interno reale. La maggiore concentrazione di fosforo a maggio 2020, determinata da una maggiore estensione della zona anossica rispetto al 2019, riduce la differenza tra il mese finale e quello di partenza utilizzati per stimare il carico interno netto di circa 0,5-1 tonnellata.

AZIONE B.3	
SVILUPPO DI SCENARI EVOLUTIVI DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL LAGO FINALIZZATI AD UNA VALUTAZIONE DEGLI INTERVENTI	
<b>Attività</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Attività B.3.1. Sviluppo e validazione di un modello previsionale della qualità delle acque del lago</li> <li>- Attività B.3.2. Predisposizione di scenari modellistici</li> </ul>
<b>Risultati attesi</b>	<p>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'emunzone 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, emunzone ipolimnica) nell'evoluzione futura della qualità delle acque.</p>
<b>Soggetto coordinatore</b>	CNR IRSA Verbania

ATTIVITÀ B.3.1.	
Sviluppo e validazione di un modello previsionale della qualità delle acque del lago	
<b>Descrizione Attività</b>	<p>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.</p>
<b>Soggetto Attuatore</b>	Regione Lombardia, CNR IRSA Verbania
<b>Cronoprogramma attività</b>	<p>L'attività si è prolungata anche nel dicembre 2019 e nei primi mesi del 2020 ed è ora conclusa. Sono però proseguiti i campionamenti e le analisi dei tributari, per avere un quadro più completo della variabilità delle concentrazioni e per verificare alcune tendenze in atto, soprattutto per quanto riguarda il Torrente Brabbia (risultati riportati in attività B.3.2)</p>

ATTIVITÀ B.3.2.
Predisposizione di scenari modellistici
<p><b>Descrizione Attività</b></p> <p>L'attività riguarda l'applicazione dei modelli GLM/AED2, validati 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. Gli scenari verranno messi a punto sulla base delle informazioni già esistenti sui carichi da studi pregressi e sintetizzati dal Comitato Tecnico Scientifico dell'Osservatorio del Lago di Varese, ma anche includendo i risultati dell'azione 1, nello specifico Attività A.1.3 e A.1.4. (carichi da sfioratori fognari e scarichi esistenti nel bacino del lago). Gli scenari combineranno le previsioni sulle variazioni dei carichi (anche in funzione dell'attivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico) con scenari climatici. Le simulazioni saranno effettuate sotto le ipotesi di invarianza nel tempo dei parametri del modello (per l'impossibilità di ipotizzare la loro variazione nel tempo) e quindi i risultati saranno accompagnati da un'analisi dell'incertezza relativa ai risultati ottenuti e da un'analisi approfondita sull'interpretazione quali-quantitativa dei risultati.</p>
<p><b>Soggetto Attuatore</b></p> <p>Regione Lombardia, CNR IRSA Verbania</p>
<p><b>Cronoprogramma attività previsto</b></p> <p>L'attività è proseguita nella seconda metà del 2020, con la definizione in maggior dettaglio degli scenari e la loro applicazione.</p>

*Resoconto attività a cura di Claudia Dresti e Michela Rogora - CNR IRSA, Verbania*

## Sintesi delle attività svolte

### *Campionamenti ed analisi*

I campionamenti del Canale Brabbia sono proseguiti per tutta la seconda metà del 2020 e nei primi mesi del 2021. Il 2 novembre 2020 e il 16 febbraio 2021 sono stati eseguiti inoltre i campionamenti degli altri due tributari principali del lago, ovvero i Torrenti Tinella e Valleduna, e del Canale Brabbia in uscita dal Lago di Comabbio (Brabbia OUT) (Fig. 1), allo scopo di confrontare le caratteristiche del corso d'acqua in uscita, con quelle all'ingresso nel Lago di Varese.

I campioni di acque prelevati sono stati successivamente analizzati per le principali variabili chimiche (pH, conducibilità, alcalinità, principali anioni e cationi, composti del fosforo e dell'azoto, silicati, carbonio organico totale) presso il laboratorio di idrochimica del CNR IRSA di Verbania. Per le metodiche analitiche ed i controlli di qualità adottati si rimanda a <https://www.idrolab.irsas.cnr.it>

Come già ricordato nelle precedenti relazioni, per nessuno dei corsi d'acqua sono disponibili dati di portata, quindi è possibile fare unicamente delle osservazioni sulla base delle condizioni al momento del campionamento. L'attività di monitoraggio dei tributari, finalizzata ad una miglior definizione del carico in ingresso a lago, anche ai fini dell'applicazione del modello, si è conclusa con il campionamento di marzo 2021. In totale sono stati raccolti ed analizzati 34 campioni, per un totale di 544 determinazioni.





Fig. - 1 – Immagini dei campionamenti dei tributari in data 16 febbraio 2021. a) Brabbia OUT; b) BRABBIA IN; c) VALLELUNA; d) TINELLA.

*Simulazioni con il modello GLM/AED2 con scenari di cambiamento climatico e di nutrienti in ingresso*

Come già illustrato nella relazione precedente, l'applicazione del modello GLM/AED2 passa attraverso la definizione di diversi scenari previsionali che tengano conto sia di fattori climatici che di variazioni negli apporti di nutrienti a lago (carico interno ed esterno). Per quanto riguarda i fattori climatici, sono stati considerati gli scenari di cambiamento climatico CH2018 relativi alla temperatura dell'aria per il periodo 2019-2085 elaborati per la Svizzera meridionale, su un areale che comprende anche il territorio italiano dei Laghi Maggiore e Varese. Il report CH2018 ([www.climate-scenarios.ch](http://www.climate-scenarios.ch)) è il risultato di uno sforzo congiunto di numerose istituzioni svizzere dirette dal National Center for Climate Services (NCCS), con contributi da MeteoSwiss, ETH Zurich, Center for Climate Systems Modeling (C2SM), Università di Berna e Istituto per la Ricerca su Neve e Valanghe (SLF/WSL). Esso



fornisce le informazioni per supportare valutazioni degli impatti dei cambiamenti climatici in Svizzera e in alcune regioni del Nord Italia.

Per ricapitolare, in CH2018 sono stati considerati 3 scenari di cambiamento climatico in funzione del grado di riduzione delle emissioni e mitigazione dell'effetto serra che si riuscirà a raggiungere:

- RCP8.5, che rappresenta una situazione di crescita economica incontrollata, con conseguente aumento incontrollato delle emissioni;
- RCP4.5, che considera una diminuzione delle emissioni a partire dal 2050, dovuta all'impiego di tecnologie rinnovabili;
- RCP2.6, secondo il quale le emissioni diminuiranno a partire dal 2020, come conseguenza degli accordi di Cancun del 2010 (Conferenza delle Parti della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici, COP16).

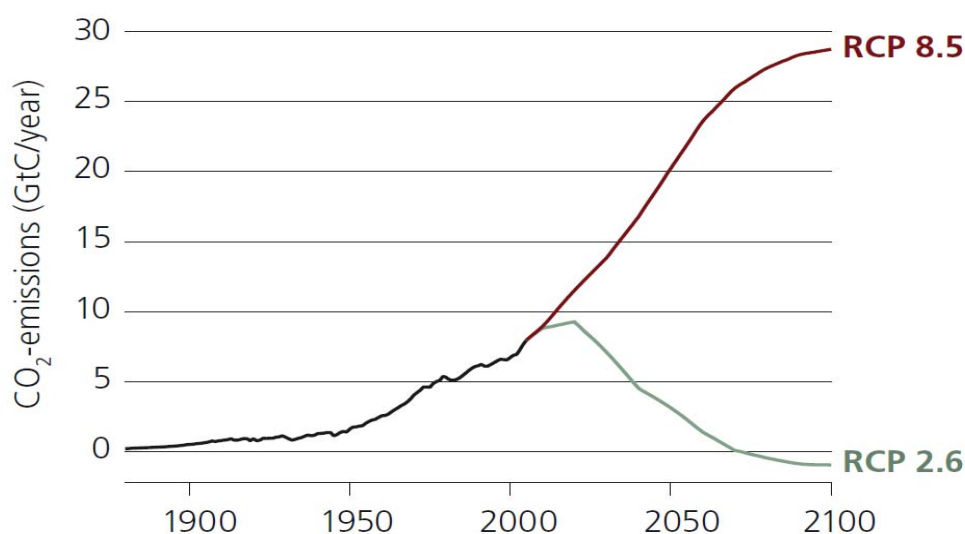


Fig. 2 - Emissioni globali di CO<sub>2</sub> secondo gli scenari RCP2.6 e RCP8.5.

Per ciascuno di questi scenari, vengono forniti 3 livelli di probabilità: "lower", che rappresenta il quinto percentile, "medium", corrispondente al cinquantesimo percentile, e "upper", che rappresenta il novantacinquesimo percentile, derivanti dall'analisi statistica dei risultati dei modelli climatici considerati.

Il modello GLM/AED2 richiede in ingresso i segnali climatici, ossia i valori giornalieri previsti per la temperatura dell'aria (e per le altre variabili meteorologiche) nel periodo di simulazione 2019-2085. L'ottenimento dei segnali climatici di temperature e degli andamenti delle altre variabili climatiche attraverso il generatore di condizioni climatiche VG (Schlabing et al., 2014) è stato illustrato in dettaglio nel report precedente.

Per ogni scenario climatico abbiamo prodotto più simulazioni con GLM/AED2, almeno 20, in modo da medianne i risultati e determinare l'influenza del tempo meteorologico sui risultati. Infatti, considerare una sola realizzazione per scenario avrebbe dato una visione parziale dell'evoluzione futura, a causa della casualità di accadimento degli eventi estremi.

Le simulazioni sono state effettuate con diversi scenari di apporti di fosforo a lago. Non essendo disponibile al momento una quantificazione dell'effettiva riduzione dei carichi che si riuscirà ad ottenere con gli interventi previsti sul reticolo fognario e sugli scolmatori, si è deciso di procedere con i seguenti scenari, che potranno essere successivamente modificati a fronte di nuove informazioni:

- Apporto costante di fosforo pari a 13.9 t a<sup>-1</sup>, corrispondente a una concentrazione di fosforo totale nelle acque immissarie di circa 80 µg L<sup>-1</sup>.
- Apporto che si riduce linearmente nel periodo 2020-2025, fino a raggiungere riduzioni del 20 e 30% rispettivamente rispetto al valore iniziale (Fig. 3).

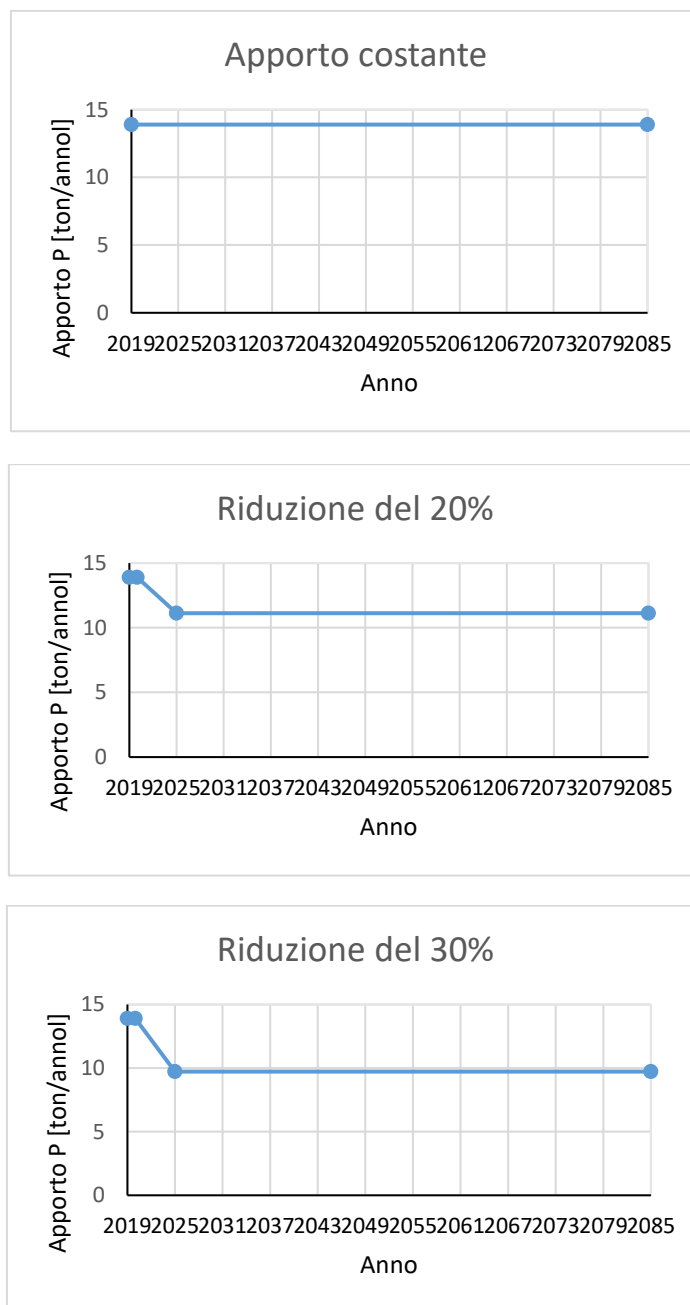


Fig. 3 - Scenari di apporti di fosforo dal bacino.

Nelle simulazioni si è anche tenuto conto dell'emunzione ipolimnica, ovvero del prelievo di acque dal fondo del lago, con una portata prelevata pari a massimo 1 m<sup>3</sup>/s nel periodo maggio-ottobre, tenendo conto del deflusso minimo vitale (DMV) del fiume Bardello pari a 0.3 m<sup>3</sup>/s (dato fornito da ARPA Lombardia).

Le simulazioni effettuate sono state quindi le seguenti:

- Simulazioni con tutti gli scenari climatici come forzante climatica e con diversi scenari di carico di fosforo in ingresso senza considerare l'emunzione ipolimnica.

- Simulazioni con tutti gli scenari climatici come forzante climatica, con scenari di carico di fosforo in ingresso ed emunzione ipolimnica.

Nel periodo luglio – dicembre 2020 sono state effettuate tutte le simulazioni di interesse con il modello GLM/AE2 e si sono analizzati i risultati con particolare riferimento all'ossigeno disciolto e al fosforo reattivo.

## Sintesi dei risultati

### *Chimica dei tributari*

La Tab. 1 riporta i risultati delle analisi chimiche eseguite sui tributari nel periodo gennaio-febbraio 2021 per le variabili chimiche principali. I dati fino a novembre 2020 erano stati inseriti nelle precedenti relazioni di avanzamento. Viene qui presentata una sintesi dei risultati ottenuti sui tributari durante tutto il periodo di indagine.

Il campionamento di febbraio 2021 ha confermato le concentrazioni elevate di fosforo che caratterizzano i torrenti Tinella e soprattutto Valleluna (rispettivamente circa 35 e 50  $\mu\text{g L}^{-1}$  come P totale): Elevate sono risultate anche le concentrazioni di azoto nitrico (circa 3 e 4  $\text{mg N L}^{-1}$ ). Per il Brabbia si conferma la differenza tra i bassi valori di P in uscita dal Lago di Comabbio (circa 4 e 20  $\mu\text{g L}^{-1}$  come P reattivo e totale) e quelli in ingresso al Lago di Varese, anche se questi ultimi sono risultati piuttosto bassi nei mesi di gennaio e febbraio 2021 rispetto ai valori registrati in precedenza.

Tab. 1 - Risultati delle analisi eseguite sui principali immissari del Lago di Varese da gennaio a marzo 2021.

	Data	Temp.	Torbidità	pH	c20°C	T.Alc.	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	RP	TP	Si	TOC	TN
		°C	FTU		$\mu\text{S cm}^{-1}$	$\text{meq L}^{-1}$	$\mu\text{g L}^{-1}$	$\mu\text{g L}^{-1}$	$\mu\text{g L}^{-1}$	$\mu\text{g L}^{-1}$	$\text{mg L}^{-1}$	$\text{mg L}^{-1}$	$\text{mg L}^{-1}$
Brabbia IN	11/01/2021	3.8	6	7.38	232	2.2	899	93	27	45	4.08	4.64	1.18
Brabbia IN	01/02/2021	4.8	5.3	7.45	234	2.25	599	60	11	39	3.54	4.19	1.05
Brabbia IN	16/02/2021	4.3	5.7	7.49	230	2.24	541	39	14	34	3.37	3.95	0.95
Brabbia OUT	16/02/2021	5.5	2.1	8.06	208	2.07	197	28	4	19	2.55	3.32	0.61
Valle Luna	16/02/2021	6.6	0.8	8.44	524	5.23	3921	23	39	49	4.78	0.88	4.16
Tinella	16/02/2021	8.3	0.9	8.37	317	3.28	2859	18	30	35	3.36	0.75	3.02

In Fig. 4 sono riportati gli andamenti di P reattivo e totale e di N totale nei Torrenti Tinella e Valleluna nel corso del periodo di studio. Nel Tinella le concentrazioni si sono mantenute piuttosto costanti, con il P reattivo attorno a 25-30  $\mu\text{g L}^{-1}$  e il P totale tra 30 e 40  $\mu\text{g L}^{-1}$ ; l'azoto totale ha presentato un massimo di oltre 4  $\text{mg N L}^{-1}$  nell'ottobre 2019 e valori attorno a 3  $\text{mg N L}^{-1}$  negli altri campionamenti. Dalle osservazioni fatte al momento del campionamento, non sembra esserci una relazione tra le concentrazioni misurate e le portate del corso d'acqua o le condizioni meteorologiche precedenti il campionamento. Nel Valleluna, caratterizzato nel complesso da concentrazioni più elevate di P e N, si è osservata una diminuzione dei livelli di P tra il 2019 (70-80  $\mu\text{g L}^{-1}$  e 90  $\mu\text{g L}^{-1}$  come P reattivo e totale) e il 2020 (rispettivamente circa 40 e 50  $\mu\text{g L}^{-1}$ ). La diminuzione si è mantenuta anche ad inizio 2021, ad indicare che non può trattarsi di un effetto transitorio dovuto ad esempio ad una diminuzione/cessazione di attività produttive nel periodo del lockdown. I tenori di azoto, inoltre, sono rimasti pressoché invariati (circa 4  $\text{mg N L}^{-1}$ ) (Fig. 4).

In Fig. 5 sono riportati gli andamenti delle concentrazioni dei composti di P e N e del carbonio organico totale (TOC) nel Torrente Brabbia, ottenuti da campionamenti mensili. Come si può osservare i livelli di P sono nettamente diminuiti, passando, per il P totale, da valori prossimi a 200  $\mu\text{g}$

L<sup>-1</sup> agli attuali 30-40 µg L<sup>-1</sup>. La diminuzione ha interessato anche il P reattivo, ad indicare una variazione nelle sorgenti di contaminazione presenti lungo il corso d'acqua. Una diminuzione, anche se meno marcata, si osserva anche per il P organico, che rappresenta dal 40 al 70% del totale. Le concentrazioni di N non mostrano invece una tendenza chiara, mentre il TOC sembra essere diminuito nei campionamenti più recenti (circa 4 mg C L<sup>-1</sup> nel 2021 rispetto a 7-8 C L<sup>-1</sup>) (Fig. 5). Nel complesso si osserva quindi una diminuzione della componente organica, originata soprattutto dal passaggio attraverso la Palude Brabbia. Sarà importante indagare le possibili motivazioni delle variazioni temporali osservate, quali interventi su scarichi e/o scolmatori che interessano i torrenti indagati e eventuali interventi sulla Palude Brabbia.

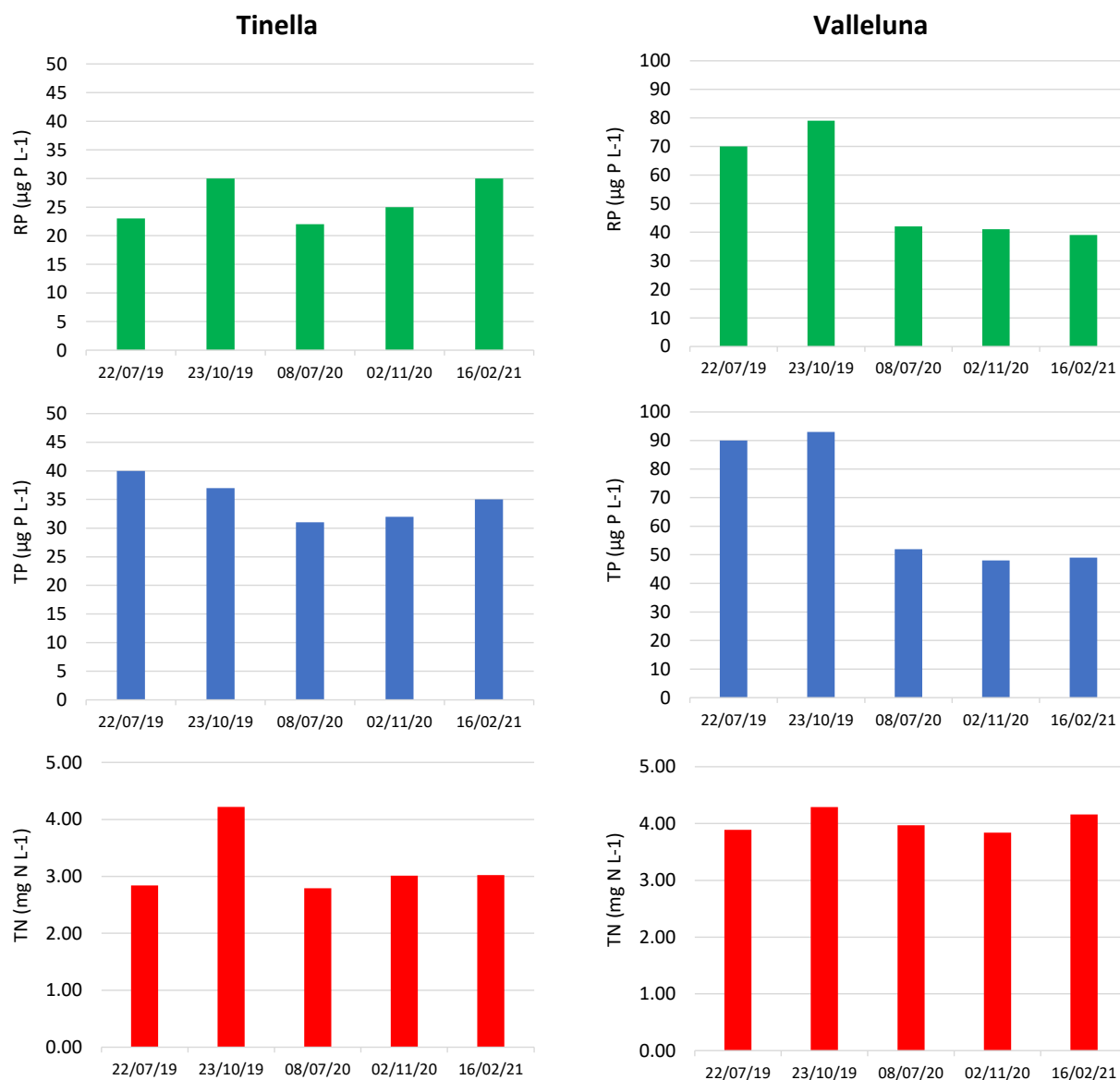


Fig. 4 – Concentrazioni di P reattivo e totale e N totale nelle acque dei Torrenti Tinella e Valleluna nel periodo di indagine (luglio 2019-febbraio 2021).

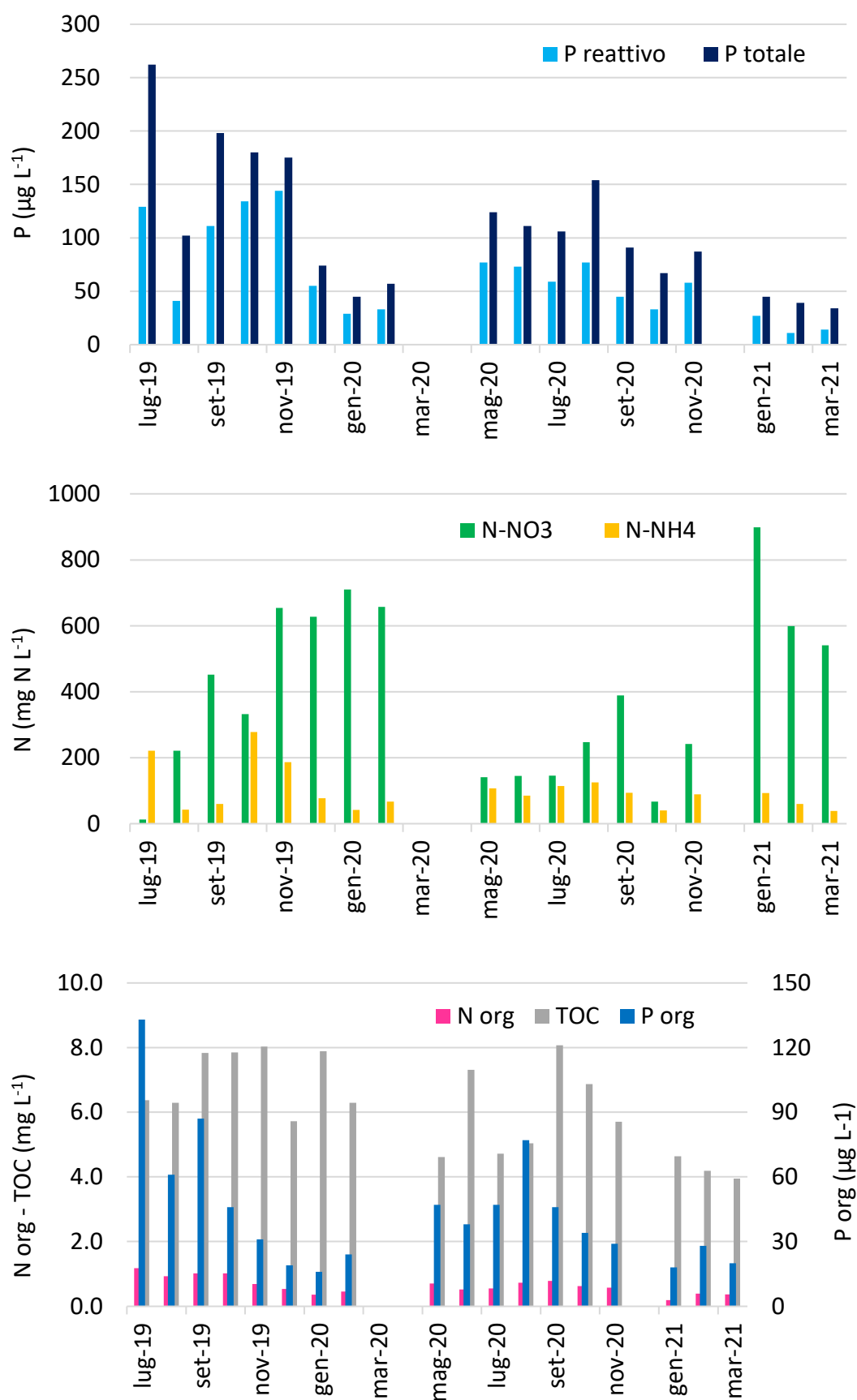


Fig. 5 – Concentrazioni dei composti di P e N e del carbonio organico totale (TOC) nelle acque del Torrente Brabbia nel periodo luglio 2019-marzo 2021.

Si riportano i risultati ottenuti per i 3 scenari più importanti, che mostrano le situazioni più rappresentative: RCP8.5\_upper a cui corrisponde il massimo aumento di temperatura dell'aria, RCP2.6\_lower, a cui corrisponde l'aumento minimo e RCP4.5\_medium, che rappresenta una situazione intermedia fra i due estremi e viene per questo considerato il più realistico. Si è scelto di rappresentare l'arco temporale 2021-2040, anche se gli scenari sono stati implementati fino al 2085. Per permettere una miglior visione d'insieme del confronto tra i diversi scenari, si è scelto di rappresentare i dati come medie quinquennali.

In Fig. 6 vengono riportati i valori medi sulla colonna d'acqua di fosforo reattivo alla circolazione (corrispondente al mese di febbraio), confrontando i diversi scenari climatici e in funzione degli scenari di riduzione dei carichi di fosforo dal bacino (20 e 30%) e della presenza o meno dell'emunzione ipolimnica.

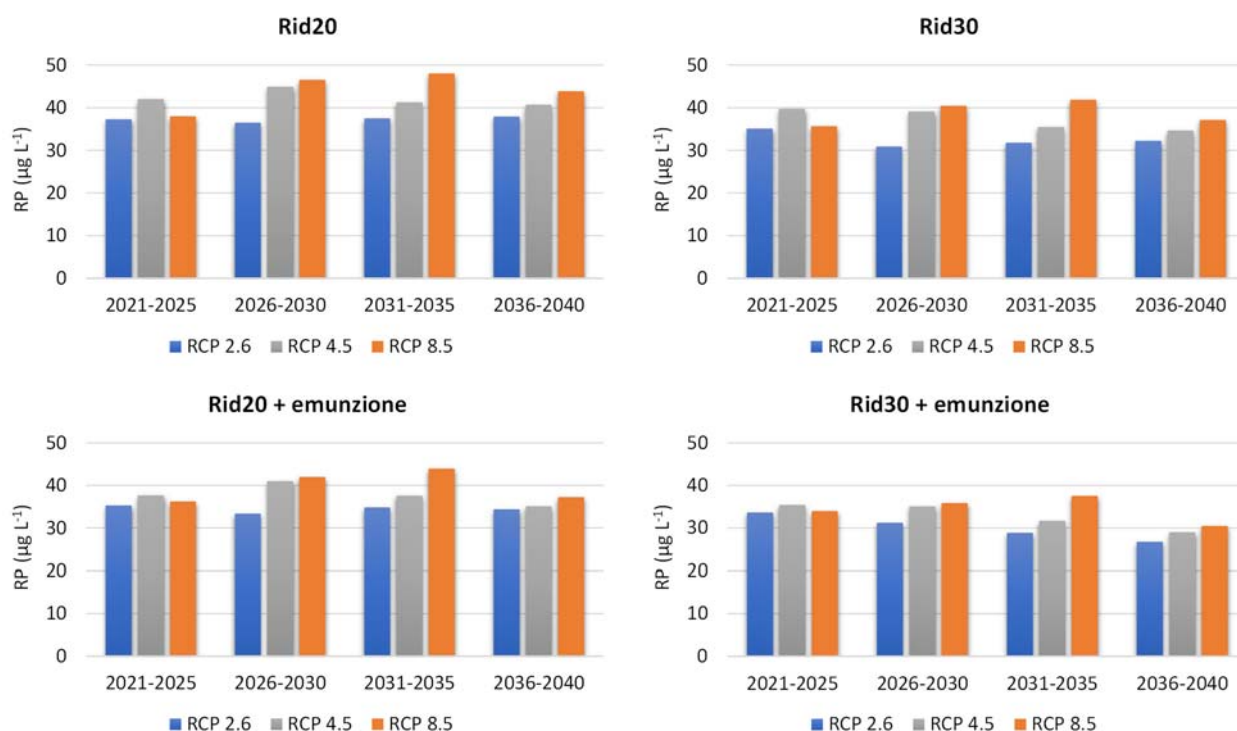


Fig. 6 – Valori di fosforo reattivo alla circolazione per i diversi scenari climatici e in funzione degli scenari di apporto di fosforo dal bacino e della presenza di emunzione ipolimnica.

Gli scenari climatici non evidenziano variazioni sostanziali nel tempo; questo perché si tratti di scenari a lungo termine e gli effetti più marcati sono da attendersi dopo il 2030-2040. Si può comunque osservare come lo scenario climatico peggiore porti ad un aumento delle concentrazioni di fosforo lungo la colonna d'acqua, che può essere conseguente a vari fattori tra cui modificazioni nell'idrodinamica lacustre nella direzione di una maggior stabilità della colonna d'acqua e di un maggior accumulo di P nelle acque ipolimniche, come osservato per altri laghi profondi (Rogora et al., 2018). Si può anche osservare come l'emunzione accoppiata alla riduzione del carico dal bacino porti a risultati soddisfacenti in termini di riduzione della concentrazione lungo di P nel lungo periodo, a causa dell'inerzia del sistema lago.

In Fig. 7 si riporta il valore medio di fosforo reattivo sulla colonna alla circolazione, facendo un confronto per i diversi scenari di riduzione di apporti di fosforo dal bacino e presenza dell'emunzione. I risultati vengono presentati solo per lo scenario climatico RCP4.5\_medium per rendere più agevole il confronto. Viene riportato per confronto anche il dato di fosforo reattivo misurato alla circolazione 2021 (51 µg L⁻¹).

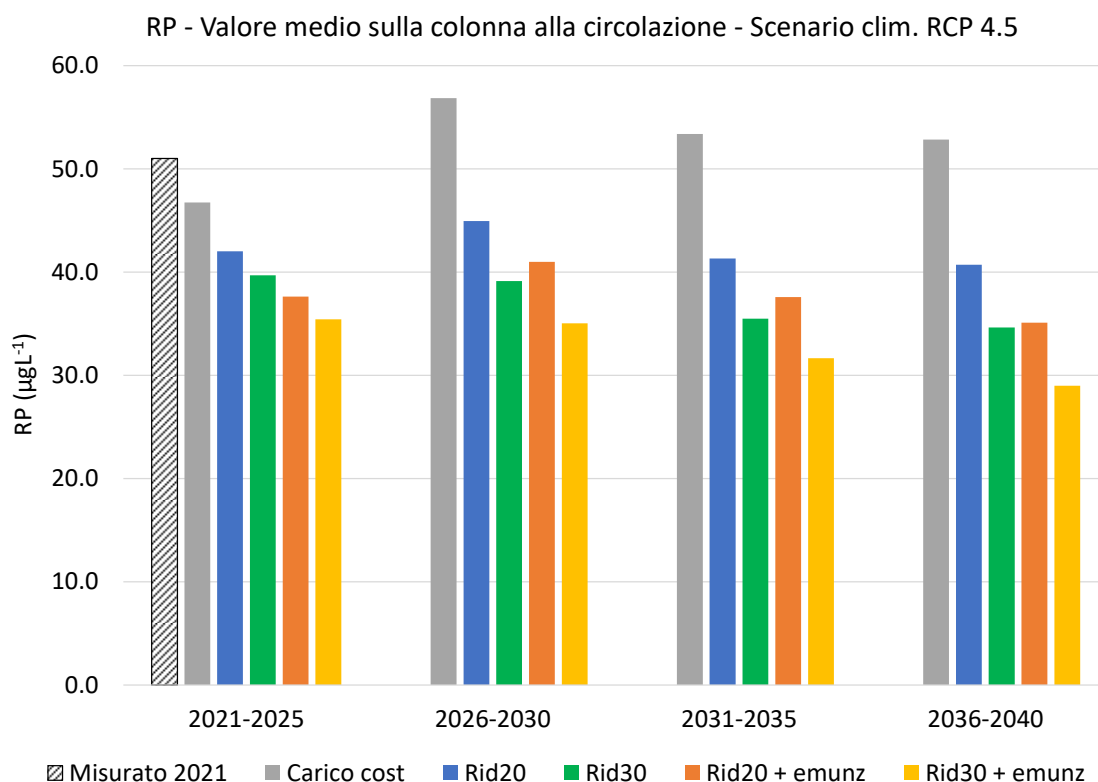


Fig. 7 – Valori medio sulla colonna d’acqua alla circolazione di fosforo reattivo per lo scenario climatico RCP4.5\_medium, in funzione dei diversi scenari di riduzione del carico in ingresso e di presenza o meno dell’emunzione ipolimnica.

Come si può vedere dalla Fig. 7, una riduzione di carico esterno del 30% accoppiata all’emunzione ipolimnica consentirebbe dal 2030 di raggiungere concentrazioni di P reattivo (come valori medi alla circolazione sulla colonna d’acqua) prossime a 30  $\mu\text{g PL-1}$ . Il mantenimento del carico esterno ai livelli attuali porterebbe ad un peggioramento nel tempo, con un aumento dei valori di concentrazione di fosforo rispetto a quelli attuali.

### Attività in corso

Attualmente si stanno analizzando i risultati delle simulazioni numeriche per quanto concerne altre variabili con particolare riferimento ai dati di fitoplancton e alle altre variabili chimiche. I risultati delle simulazioni verranno analizzati anche per quanto concerne l’ossigeno di fondo, in particolare nel periodo della stratificazione, che svolge un ruolo importante nelle dinamiche di rilascio del P dai sedimenti (carico interno).

Un ulteriore approfondimento che si prevede di realizzare è quello di utilizzare il modello per stimare il carico in ingresso che permetterebbe il raggiungimento di un determinato obiettivo di qualità in un arco temporale prefissato.

### Criticità riscontrate e proposte di risoluzione

La maggiore criticità riscontrata nello svolgimento dell’attività ha riguardato l’assenza di scenari di cambiamento climatico per il regime idrologico degli affluenti del lago di Varese. Di conseguenza, i valori di portata in ingresso sono stati mantenuti uguali a quelli attuali e ripetuti ciclicamente fino al 2085. Questo rappresenta un forte limite in quanto l’aumento di temperatura dell’aria certamente

porta a una variazione del regime idrologico dei corsi d'acqua. Pur ammettendo di utilizzare degli scenari di precipitazione, non è possibile conoscere come variazioni di precipitazione e temperatura dell'aria si traducano in variazioni di portata nei corsi d'acqua. L'ipotesi fatta è stata necessaria in quanto altre ipotesi davano come risultato variazioni di livello del lago simulate molto accentuate. Tale criticità non presenta al momento possibilità di soluzione, tuttavia per rendere gli output del modello più interessanti si prevede di effettuare un ciclo di simulazioni con scenari di apporto esterno di fosforo più realistici, una volta completati gli interventi in programma.

## **Bibliografia**

NCCS. CH2018 (2018). Climate Scenarios for Switzerland. Natl. Cent. Clim. Serv. Zurich 26.

Rogora, M., F. Buzzi, C Dresti, B. Leoni, M. Patelli, F. Lepori, R. Mosello, N. Salmaso. 2018. Climatic effects on vertical mixing and deep-water oxygen content in the subalpine lakes in Italy. *Hydrobiologia*, 824: 33-50.

Schlabing, D., Frassl, M. A., Eder, M. M., Rinke, K. & Bárdossy, A., 2014. Use of a weather generator for simulating climate change effects on ecosystems: A case study on Lake Constance. *Environ. Model. Softw.* 61, 326–338.



AZIONE B.4.	
VALUTAZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE PER IL RISANAMENTO DEL LAGO	
<b>Attività</b>	Attività B.4.1. Istruttoria e approfondimenti circa la possibilità di utilizzo di tecniche e tecnologie innovative per il risanamento del lago di Varese
<b>Risultati attesi</b>	Individuazione di ulteriori tecnologie utili per raggiungere gli obiettivi dell'accordo
<b>Risorse finanziarie complessive</b>	Risorse interne
<b>Soggetto coordinatore</b>	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	
<b>Descrizione Attività</b>	L'attività prevede 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.
<b>Soggetto Attuatore</b>	Regione Lombardia
<b>Cronoprogramma attività</b>	L'attività ha durata lungo l'intero percorso dell'accordo.

*Resoconto attività a cura di Daniele Magni – 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.

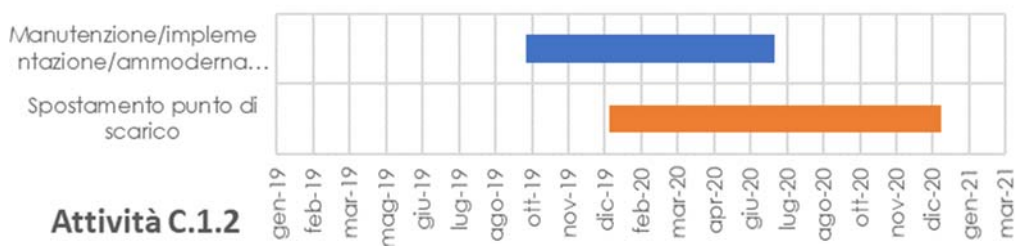
## Macroazione C. Riattivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico

AZIONE C.1.	
STUDI PROPEDEUTICI ALLA RIATTIVAZIONE DELL'IMPIANTO	
<b>Attività</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Attività C.1.0. Analisi sullo stato di consistenza dell'impianto.</li> <li>- Attività C.1.1. Valutazione in merito al prolungamento della tubazione di scarico dell'impianto di prelievo ipolimnico con predisposizione di sifonamento.</li> <li>- Attività C.1.2. Progettazione degli interventi</li> </ul>
<b>Risultati attesi</b>	<p>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. e al vigente regolamento sui livelli di progettuali DPR 207/2010.</p>
<b>Soggetto coordinatore</b>	Provincia di Varese

ATTIVITA' C.1.0	
Analisi sullo stato di consistenza dell'impianto	
<b>Descrizione Attività</b>	<p>Analisi della funzionalità dell'impianto di prelievo ipolimnico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.).</li> <li>- Identificazione degli interventi di adeguamento necessari con relativa stima dei costi ai fini della riattivazione dell'impianto.</li> <li>- Stima dei costi annuali di esercizio dell'impianto a seguito della sua riattivazione (elettricità, ossigeno, gestione, manutenzione, ecc.).</li> <li>- Stima dei costi di dismissione dell'impianto.</li> <li>- Predisposizione di un rapporto conclusivo riportante l'esito delle analisi svolte.</li> </ul>
<b>Soggetto Attuatore</b>	Provincia di Varese (affidamento incarico alla Società SIAI GROUP S.r.l. di Laveno Mombello)
<b>Cronoprogramma attività</b>	Attività conclusa nel dicembre 2017

ATTIVITA' C.1.1	
Valutazione in merito al prolungamento della tubazione di scarico dell'impianto di prelievo ipolimnico con predisposizione di sifonamento	
<b>Descrizione Attività</b>	<p>L'attività prevede uno studio delle quote altimetriche per valutare la fattibilità tecnica di quanto segue:</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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;</li> <li>- realizzazione di un sifone per il funzionamento dell'impianto a gravità, con conseguente abbattimento dei costi di energia elettrica.</li> </ul> <p>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.</p>
<b>Soggetto Attuatore</b> Provincia di Varese
<b>Cronoprogramma attività</b> Attività terminata ad aprile 2019

ATTIVITA' C.1.2
Progettazione Interventi
<b>Descrizione Attività</b> Progettazione degli interventi necessari alla riattivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico: <ul style="list-style-type: none"> <li>- manutenzione/implementazione/ammodernamento (automazione, sostituzione quadro elettrico, sistemazione manufatto di scarico, valvola di prelievo acque superficiali, ecc.);</li> <li>- spostamento dello scarico di circa 1 km più a valle lungo il fiume Bardello;</li> <li>- funzionamento ibrido alternato: pompaggio forzato (elevate portate) o sifonamento (esigue portate);</li> </ul>
<b>Soggetto Attuatore</b> Provincia di Varese
<b>Soggetti Coinvolti</b> Regione Lombardia, Provincia di Varese
<b>Cronoprogramma attività</b>  <p>The Gantt chart for 'Attività C.1.2' displays two tasks over a timeline from January 2019 to March 2021. The first task, 'Manutenzione/implementazione/ammodernamento' (blue bar), starts in October 2019 and ends in July 2020. The second task, 'Spostamento punto di scarico' (orange bar), starts in December 2019 and ends in December 2020.</p>

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

### Sintesi delle attività svolte

La riattivazione sperimentale dell'impianto 2020 ha permesso di acquisire importanti informazioni in merito al suo funzionamento che hanno portato alle seguenti nuove proposte di implementazione approvate nella seduta del Comitato di Coordinamento del 04.12.2021:

- installazione di eiettori venturi per insufflaggio di aria presso la stazione di sollevamento.

- creazione di due nuovi punti di scarico presso l'incile del lago e presso la vasca di rallentamento cinetico per aumentare la diluizione degli impatti delle acque prelevate sul Bardello (vedasi immagini sottostante).



I progetti dei succitati interventi sono già stati consegnati e sono attualmente in fase di affinamento in vista della loro realizzazione e impiego nella stagione di esercizio 2021.

Si tratta di modifiche all'impianto che hanno l'obiettivo aumentarne l'efficienza con particolare riferimento alla gestione dei cattivi odori presso le zone di scarico e nel contempo migliorare la qualità delle acque immesse nel Fiume Bardello a favore dell'ecosistema fluviale.

Considerati gli interventi già apportati all'impianto (quadro elettrico e valvola di miscelazione) che ne hanno permesso una buona gestione nella stagione sperimentale 2020, ci si aspetta che le ulteriori implementazioni previste permetteranno di affinare il sistema con un notevole risparmio economico rispetto allo spostamento dello scarico di 1 km più valle.

Si proseguirà inoltre nella stagione 2021 con le valutazioni relative all'istallazione di un apparato di automazione, controllo e monitoraggio in remoto dei principali parametri di esercizio dell'impianto, previa installazione di adeguata sensoristica utile alla costruzione di un quadro conoscitivo completo a supporto della gestione dell'impianto.

Da segnalare che il Comitato di Coordinamento sempre nella seduta del 04.12.2021, oltre all'approvazione dei nuovi interventi di implementazione, ha sospeso la progettazione delle modifiche in precedenza programmate (spostamento dello scarico di 1 km più valle, ecc.) in attesa della verifica dell'efficacia dei nuovi interventi.

## AZIONE C.2: ESECUZIONE DEI LAVORI

### Attività

- 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 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.

### 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

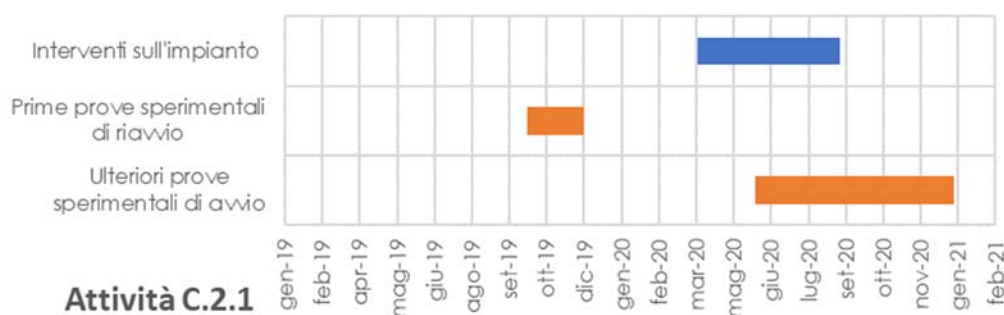
Attuazione di una serie di interventi sull'impianto costituiti da opere di aggiornamento tecnologico/manutenzione ordinaria, e adeguamenti finalizzati a ridurre la propagazione di cattivi odori in corrispondenza del punto di immissione delle acque emunte nel fiume Bardello.

Contestualmente si prevede la realizzazione di alcune prove sperimentali di riavvio per la verifica degli interventi eseguiti.

#### Soggetto Attuatore

Provincia di Varese

#### Cronoprogramma attività



Il cronoprogramma verrà nel caso aggiornato rispetto a ulteriori attività discusse all'interno del Comitato di Coordinamento

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

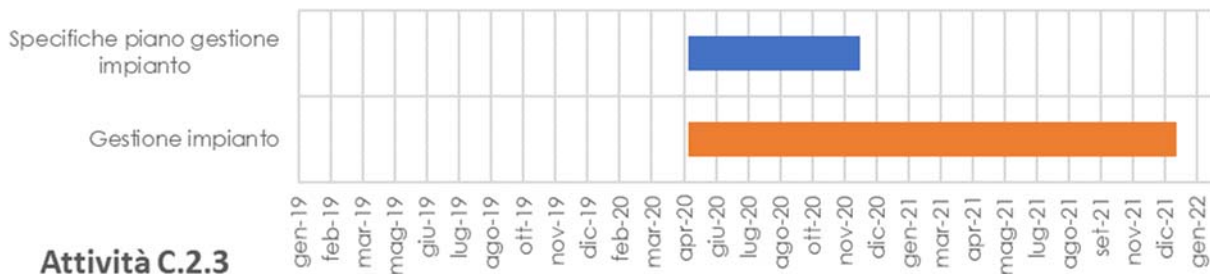
### Sintesi delle attività svolte

La riattivazione sperimentale dell'impianto 2020 ha permesso di acquisire importanti informazioni in merito al suo funzionamento che hanno portato alle seguenti nuove proposte di implementazione approvate nella seduta del Comitato di Coordinamento del 04.12.2021:

- installazione di eiettori venturi per insufflaggio di aria presso la stazione di sollevamento.
- creazione di due nuovi punti di scarico presso l'incile del lago e presso la vasca di rallentamento cinetico per aumentare la diluizione degli impatti delle acque prelevate sul Bardello (vedasi immagini sottostante).

Si prevede di realizzare le opere entro settembre 2021.

ATTIVITA' C.2.2	
Sistemazione dello scarico dell'impianto di prelievo	
<b>Descrizione Attività</b>	L'attività prevede l'esecuzione delle opere di adeguamento dello scarico dell'impianto di prelievo ipolimnico, con funzionamento ibrido alternato: pompaggio forzato o sifonamento per gravità sulla base del progetto previsto dall'attività C.1.2
<b>Soggetto Attuatore</b>	Provincia di Varese
<b>Cronoprogramma attività</b>	<p>L'attività è sospesa in attesa della verifica di efficacia degli interventi di implementazione previsti nell'attività C.2.1</p> <p>L'attività sarà eventualmente attivata sulla base dei risultati del monitoraggio di funzionamento dell'impianto di prelievo ipolimnico.</p>

ATTIVITA' C.2.3	
Predisposizione del piano (delle specifiche) per il funzionamento dell'impianto, gestione e monitoraggio	
<b>Descrizione Attività</b>	L'attività prevede la redazione di un apposito piano che specifichi per le diverse condizioni ambientali (livelli delle acque, concentrazioni di nutrienti, temperature dell'acqua, ect...) 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.
<b>Soggetto Attuatore</b>	Provincia di Varese
<b>Cronoprogramma attività</b>	 <p>The Gantt chart for Activity C.2.3 shows two tasks: 'Specifiche piano gestione impianto' (blue bar) and 'Gestione impianto' (orange bar). The timeline spans from January 2019 to January 2022. 'Specifiche piano gestione impianto' starts in April 2020 and ends in November 2020. 'Gestione impianto' starts in April 2020 and ends in December 2021.</p>

*Resoconto attività a cura di Alessandro Canziani (Provincia di Varese) e Daniele Magni (Regione Lombardia)*

**Sintesi delle attività svolte**

La Segreteria tecnica ha redatto una prima bozza di documento interno, contenente delle specifiche per il funzionamento dell'impianto, che verrà aggiornato in relazione alle risultanze dell'anno di funzionamento 2021, il cui termine è previsto indicativamente entro dicembre.

E in corso di predisposizione la gara per la gestione dell'impianto 2021 che include:

- La regolazione parametri di funzionamento e il coordinamento di attività varie con:
- il laboratorio analisi chimiche per monitoraggio acque (in capo ad ALFA, laboratorio depuratore "Varese Lago")
- il consorzio F. Bardello per regolazione sbarramento
- la segreteria Tecnica AQST (ARPA, CNR, ALFA)
- la cittadinanza (anche tramite servizio di reperibilità 24/24 h)
- La guardiania strutture impianto.
- La manutenzione ordinaria impianto.
- La partecipazione a riunioni.
- Il supporto alla progettazione della cartellonistica informativa relativa all'impianto.
- La stesura di rapporti tecnici.
- L'eventuale installazione campionario in continuo sul fiume Bardello

In allegato 4 possibile trovare una relazione rispetto agli esiti del monitoraggio del funzionamento dell'impianto per la stagione sperimentale 2020. Si prevede entro giugno 2021 la stesura da parte del "Gruppo di lavoro impianto", della ST, di una relazione con la descrizione di dettaglio delle risultanze relative all'anno di esercizio sperimentale 2020.

ATTIVITA' C.2.4
Installazione impianto fotovoltaico
<b>Descrizione Attività</b> Al fine di ridurre i costi energetici legati al pompaggio forzato si prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico da circa 100 kW presso la tettoia a doppia falda del cimitero di Biandronno (circa 700 m <sup>2</sup> di superficie utile).
<b>Soggetto Attuatore</b> Provincia di Varese
<b>Cronoprogramma attività</b> Inizio: settembre 2019 Termine: entro la fine del 2021

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

#### **Sintesi delle attività svolte**

Tale attività è stata approvata durante la riunione del Comitato di Coordinamento di ottobre 2020. La Provincia di Varese ha eseguito il progetto di fattibilità dell'opera (aprile 2020).

Da segnalare che il Comune di Biandronno ha recentemente deliberato l'ampliamento della struttura cimiteriale sulla quale si prevede l'installazione dei pannelli solari. Essendo detto ampliamento ancora in fase di progettazione, si renderà necessaria una stretta collaborazione tra Provincia e Comune per coerenzare le scelte, al fine di garantire la massima efficienza, economicità e sostenibilità dell'opera finale.

L'incarico di progettazione dell'impianto fotovoltaico è attualmente in corso di affidamento, l'inizio dei lavori è previsto entro il termine del 2021.



## 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"	
<b>Attività</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Attività D.1.1. Disciplina e vigilanza della navigazione sul lago.</li> <li>- Attività D.1.2. Valutazioni di proposte di revisione della normativa sulla navigazione.</li> <li>- Attività D.1.3. Analisi di fattibilità per lo sviluppo di una navigazione elettrica sul lago.</li> <li>- Attività D.1.4. Valutazione dei livelli del lago adeguati alla protezione ambientale e all'utilizzo plurimo delle acque.</li> <li>- 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.</li> <li>- Attività D.1.6. Rilievo morfo-batimetrico del lago di Varese</li> </ul>
<b>Risultati attesi</b>	<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>
<b>Soggetto coordinatore</b>	Provincia di Varese

ATTIVITA' D.1.1.
Disciplina e vigilanza della navigazione sul lago
<b>Descrizione Attività</b> <p>L'attività prevede 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>La definizione delle norme e limitazioni presenti ha la finalità di raccogliere e unificare sotto un'unica direttiva più semplificata le innumerevoli ordinanze e regolamenti in vigore, con intento di divulgare e mettere a disposizione di tutti il quadro normativo il più possibile semplice e comprensibile.</p> <p>Al fine di porre in essere l'attività di controllo e vigilanza della navigazione, nonché delle iniziative svolte sul lago di Varese, è indispensabile poter disporre di un adeguato mezzo di navigazione che consenta attraverso l'attivazione di una convenzione con le competenti forze dell'ordine di svolgere servizio di pattugliamento sul bacino e sulle coste.</p>
<b>Soggetto Attuatore</b> <p>Autorità di bacino lacuale</p>
<b>Soggetti Coinvolti</b>



Guardia di Finanza - Sezione Operativa Navale Lago di Lugano - Porto Ceresio
<b>Cronoprogramma attività</b>
L'attività è per lo più conclusa dal punto di vista istruttorio ed istituzionale.

Per velocizzare le tempistiche legate ad un eventuale acquisto di idoneo mezzo, si è deciso di operare con mezzi della Guardia di Finanza, che dispone di un gommone, per i controlli diretti sul lago, per poi proseguire le indagini da terra per le occupazioni abusive e situazioni di verifica demaniale.

Attualmente sono stati individuati molti natanti abbandonati che saranno rimossi con l'ausilio delle forze dell'ordine e di ditte specializzate; saranno oggetto di verifica anche delle occupazioni demaniali di dubbia realizzazione e manufatti abbandonati nel lago, che a seguito di verifica degli ultimi due anni risultano in disuso e privi di concessione.

Sono inoltre state riscontrate difformità nelle concessioni in essere, oltre alle occupazioni di strutture adibite a gare di canottaggio e piattaforme, già sanzionate e verbalizzate, sono presenti strutture di enti non più utilizzate e natanti da diporto oltre i limiti consentiti dalle attuali normative.

Un ulteriore approfondimento sarà invece realizzato in merito alla presenza di capanni di caccia oltre i periodi consentiti.


Attraverso le convenzioni firmate tra Autorità di Bacino e Guardia di Finanza, all'interno del più ampio progetto di Sicurezza dei Laghi, è stato possibile stanziare dei fondi che ogni anno saranno utilizzati per il supporto e la collaborazione per la vigilanza, controllo e verifica in loco dei bacini minori. Lo stanziamento proseguirà ogni anno come previsto dall'Autorità di Bacino oltre ai termini e indipendentemente dalle attività dell'Accordo Quadro del Lago di Varese.

Le attività di controllo e sanzionatorie per la prima parte dell'anno si concluderanno nel mese di maggio 2021 per poi procedere con una rimozione di strutture più ingombranti e abusive nei mesi da agosto a novembre; si procederà ogni anno nella stessa modalità in attuazione ai controlli e segnalazioni effettuate.

ATTIVITA' D.1.2.
Valutazioni di proposte di revisione della normativa sulla navigazione
<b>Descrizione Attività</b> Tale attività è propedeutica alla predisposizione del Piano di Gestione. All'interno di questa attività verrà valutato se e in che modo può essere previsto un servizio di navigazione pubblica sul lago di Varese e quale debba essere la disciplina della navigazione corretta per la tutela dell'area protetta per la sicurezza della navigazione, per l'accesso da parte della popolazione e per la sostenibilità economico finanziaria del servizio
<b>Soggetto Attuatore</b> Provincia di Varese
<b>Cronoprogramma attività</b> L'attività si è conclusa a dicembre 2019

### 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	
<b>Descrizione Attività</b>	<p>Sulla base dei risultati dell'azione precedente verrà svolto uno studio di fattibilità per lo sviluppo della navigazione elettrica sul lago di Varese, individuando l'impatto che può generare tale progetto su:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- territorio, da un punto di vista turistico e ambientale;</li><li>- filiera e possibili imprese coinvolte</li><li>- trend e prospettive di crescita del mercato</li></ul>
<b>Soggetto Attuatore</b>	Comune di Varese
<b>Cronoprogramma attività</b>	 <p><b>Attività D.1.3</b></p> <p>Analisi fattibilità navigazione elettrica</p> <p>gen-19 feb-19 mar-19 mag-19 giu-19 lug-19 ago-19 ott-19 nov-19 dic-19 feb-20 mar-20 apr-20 giu-20 lug-20 ago-20</p>

*Resoconto attività a cura di Dino de Simone (Comune di Varese)*

### Sintesi delle attività svolte

Il sottogruppo della Segreteria tecnica, denominato GdL Navigazione si è riunito l'8 agosto 2020 con alcuni operatori per verificare la disponibilità di questi soggetti ad approntare un servizio di navigazione elettrica a partire dalla prossima stagione primaverile ed estiva.

I soggetti auditi sono stati: Società Navigazione Lago, Associazione Sarisc, Repower.

Durante la riunione è emersa la grande attenzione di questi privati, ferma restando la necessità di chiarire meglio alcuni aspetti relativi alla normativa in essere sulla navigazione lacuale.

Nello specifico tutti i soggetti hanno segnalato la necessità di infrastrutturazione di alcuni approdi con colonnine elettriche. Sarisc si è resa disponibile ad autofinanziare l'installazione di una colonnina presso l'Isolino Virginia. Vista la delicatezza del sito bene Unesco è in corso una valutazione approfondita da parte di tutti i soggetti istituzionali competenti, tra cui particolare rilievo ha la Soprintendenza ai beni culturali e ambientali. Il Comune di Varese è in contatto con l'Autorità di Bacino al fine di procedere con il coinvolgimento dei soggetti interessati.

Altra tematica di interesse ha riguardato la tematica legata all'emergenza sanitaria: anche per la prossima stagione estiva 2021 permane forte incertezza relativamente alle possibili restrizioni imposte e all'obbligo di distanziamento sociale, che limitano la volontà di eventuali operatori di assumersi l'onere di organizzare un servizio turistico. Si stanno, comunque, valutando le opportune modalità al fine di attivare per l'estate 2021 un servizio sperimentale di navigazione turistica.

Gli sviluppi futuri dell'attività saranno coordinati con l'attività F.1.1 al fine di rendere questa linea di attività coerente con quelle che verranno definite all'interno del documento progettuale, sullo sviluppo delle sponde lacuali, in corso di redazione.

<b>ATTIVITA' D.1.4.</b>	
<b>Valutazione dei livelli del lago adeguati alla protezione ambientale e all'utilizzo plurimo delle acque</b>	
<b>Descrizione Attività</b>	<p>Il principale obbiettivo consiste nella revisione delle modalità di regolazione del livello idrico del lago in relazione alla riattivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico, tenendo come riferimento i riferimenti idrologici ufficiali (asta idrometrica di Biandronno).</p> <p>Si prevede quindi, al fine di avere misurazioni precise e in continuo in merito alle portate in uscita dal lago (da relazionare con le portate emunte dall'impianto di prelievo ipolimnico), l'istallazione di un misuratore di portate all'uscita del fiume Bardello, di misuratori di livello a monte e a valle dello sbarramento e di misuratori di apertura delle paratoie, in abbinamento a un sistema di monitoraggio e trasmissione dati in remoto. Si valuterà, sentito il Consorzio delle acque utenti fiume Bardello, anche l'opportunità di procedere con la meccanizzazione e automazione delle paratoie sempre in abbinamento a sistemi di monitoraggio e controllo in remoto.</p>
<b>Soggetto Attuatore</b>	Provincia di Varese
<b>Cronoprogramma attività</b>	Termine previsto per l'attuazione dell'obiettivo principale dell'azione fine del 2020. Per quanto riguarda l'obiettivo secondario al momento non è definibile un'indicazione di tempi.

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

#### **Sintesi delle attività svolte**

A luglio 2020 si sono conclusi i lavori di installazione della stazione di misura delle portate in uscita dallo sbarramento di regolazione del lago di Varese in abbinamento ad un sistema di monitoraggio e trasmissione dati in remoto. Sulla base dei dati forniti dalla nuova stazione è stata attivata una proficua collaborazione con il "Consorzio utenti delle acque fiume Bardello" che ha permesso di regolare il livello del lago integrando le esigenze di funzionamento dell'impianto di prelievo ipolimnico e degli interessi economici dei consorziati. Il metodo elaborato potrà essere riproposto anche nei prossimi anni con ulteriori affinamenti che ne miglioreranno l'efficacia.

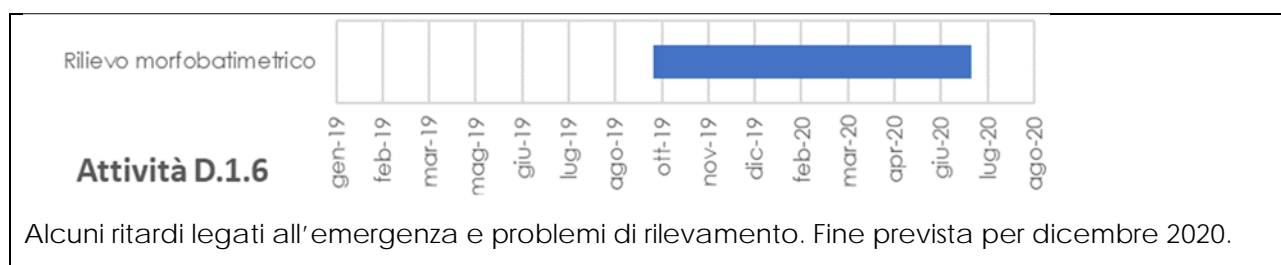
Nel prossimo periodo, a supporto della gestione dell'impianto di prelievo ipolimnico, si porteranno avanti valutazioni sulla eventuale meccanizzazione e automazione delle paratoie, sempre in abbinamento a sistemi di monitoraggio e controllo in remoto. Un sistema di questo tipo permetterebbe di rispondere in maniera più celere e puntuale alle richieste di regolazione, presentate dalla Provincia al Consorzio, per il funzionamento dell'impianto, ferma restando la piena discrezionalità di azione in capo al Consorzio in qualità concessionario regolatore dello sbarramento.

Per quanto riguarda più in generale l'individuazione di livelli di gestione adeguati alla protezione ambientale, agli usi delle acque del lago e alla sicurezza (rischio idraulico), si ritiene che stante il fenomeno di cambiamento climatico in corso che porta all'alternarsi di lunghi periodi siccitosi a eventi meteorici brevi ma intensi, non ci sia ad oggi un quadro informativo sufficiente per poter elaborare un criterio gestionale differente rispetto all'attuale, che vede la regolazione del livello

nell'intervallo compreso tra +20 cm e -50 cm rispetto allo zero idrometrico. Appare quindi necessario attendere le risultanze di un periodo di osservazione congruo che permetta di acquisire dati sufficienti al supporto delle scelte tecniche e politiche. Da considerare, a sottolineatura della complessità del tema, che la regolazione del lago influenza anche gli ecosistemi d'area umida della palude Brabbia e del lago di Biandronno, entrambi aree naturali protette, e ovviamente anche il fiume Bardello, trattandosi di corpi idrici connessi dal punto di vista idrogeologico e idraulico.

<b>ATTIVITA' D.1.5.</b>	
<b>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.</b>	
<b>Descrizione Attività</b>	<p>Sulla base degli approfondimenti condotti nelle attività precedenti e di ulteriori approfondimenti relativi a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- quadro conoscitivo</li> <li>- programmazione degli interventi</li> <li>- normativa</li> </ul> <p>L'attività è incentrata sulla redazione, aggiornamento ed approvazione del piano di gestione della ZSC/ZPS (adottato con DGP dell'ente gestore Provincia di Varese).</p>
<b>Soggetto Attuatore</b>	Provincia di Varese
<b>Cronoprogramma attività</b>	<p>Attività non avviata nel IV semestre di monitoraggio.</p> <p>Nel prossimo futuro si procederà ad una valutazione circa l'avvio di questa attività, tenendo in considerazione il percorso di attuazione della L.R. 28/2016 che prevede il passaggio di gestione della ZPS "Lago di Varese" e della ZSC "Alnete del Lago di Varese" dalla Provincia al Parco Campo dei Fiori.</p>

<b>ATTIVITA' D.1.6.</b>	
<b>Rilievo morfo-batimetrico del lago di Varese</b>	
<b>Descrizione Attività</b>	<p>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 esondazione alle quote superiori allo zero idrometrico.</p>
<b>Soggetto Attuatore</b>	Provincia di Varese
<b>Cronoprogramma attività</b>	



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

### Sintesi delle attività svolte

Per migliorare il livello di conoscenza circa i volumi contenuti nel lago e quelli ottenibili dalla regolazione del lago, è stato approvato all'interno della riunione del Comitato di coordinamento del 12 luglio 2019 di attivare questa nuova attività.

Il rilievo morfo-batimetrico del lago è stato effettuato con un dettaglio elevato in corrispondenza delle sponde, al fine di avere indicazioni precise sui volumi di invaso alle diverse quote idrometriche. Il rilievo è stato esteso anche alle fasce spondali emerse per ottenere informazioni sulle aree oggetto di esondazione alle quote superiori allo zero idrometrico. L'incarico è stato assegnato a fine 2019, e è sarà ultimato a dicembre 2020, a causa di ritardi legati sia all'emergenza sanitaria che ad alcuni problemi tecnici nel rilevamento delle caratteristiche del lago (proliferazione *Elodea Nuttallii*).

In allegato 5 è possibile trovare la relazione relativa al lavoro svolto.

AZIONE D.2	
Predisposizione di un piano triennale di riequilibrio della fauna ittica presente nel lago da attuare attraverso azioni parallele di pesca di sfoltimento e gestione del pescato e delle immissioni.	
Attività:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- D.2.1. Adeguamento delle attrezzature di pesca e delle infrastrutture per il conferimento del pescato.</li> <li>- D.2.2. Sfaltimento sostanziale delle specie alloctone (in particolare siluro, carassi, gardon, gambero della luisiana).</li> <li>- D.2.3. Potenziamento delle azioni volte al ripopolamento e tutela delle specie pregiate autoctone (anguilla, alborella, triotto, persico, gambero di fiume)</li> </ul>
Risultati attesi	<p>Tale azione risponde all'obiettivo di miglioramento delle attività legate agli usi delle acque.</p> <p>Obiettivo dell'azione è la creazione delle condizioni necessarie per innescare un processo naturale di riequilibrio delle specie ittiche presenti nel lago.</p> <p>La attività prevedono un piano di intervento triennale che, parallelamente agli effetti delle azioni 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	Cooperativa Pescatori Lago di Varese

### Sintesi delle attività svolte

La nuova Azione è stata inserita dopo la riunione del CC del 18 ottobre, 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	
<b>Attività</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Attività E.1.1. Predisposizione di un sito web relativo all'AQST</li> <li>- Attività E.1.2. Organizzazione di incontri tematici sul territorio</li> </ul>
<b>Risultati attesi</b>	L'azione ha l'obiettivo primario di portare a conoscenza degli interessati gli obiettivi, le azioni e i risultati conseguiti delle attività dell'AQST.
<b>Risorse finanziarie complessive</b>	Risorse interne
<b>Soggetto coordinatore</b>	Regione Lombardia

ATTIVITA' E.1.1.	
Predisposizione di un sito web relativo all'AQST	
<b>Descrizione Attività</b>	Sarà predisposto da Regione Lombardia 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.
<b>Soggetto Attuatore</b>	Regione Lombardia
<b>Cronoprogramma attività</b>	L'attività prosegue per tutta la durata dell'Accordo

*Resoconto attività a cura di Daniele Magni (Regione Lombardia)*

### 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](http://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](mailto:tutela_lagovarese@regione.lombardia.it)

Il sito è continuamente aggiornato.

ATTIVITA' E.1.2.
Organizzazione di incontri tematici sul territorio
<b>Descrizione Attività</b> L'attività riguarda l'organizzazione di incontri tematici sul territorio per illustrare agli interessati le attività e i risultati conseguiti dalle attività previste dall'AQST. Saranno organizzati due incontri ogni anno, a valle della riunione del Tavolo di Coordinamento, per illustrare l'avanzamento delle attività.
<b>Soggetto Attuatore</b> Regione Lombardia
<b>Cronoprogramma attività</b> Attività continuativa

*Resoconto attività a cura di Daniele Magni (Regione Lombardia)*

#### **Sintesi delle attività svolte**

La riunione aperta al pubblico, prevista inizialmente ad aprile, come deciso dal CC del 18 ottobre 2019, è stata rimandata, a causa della emergenza sanitaria, e si è tenuta il giorno 11 luglio 2020 presso il comune di Gavirate. L'incontro, organizzato con le dovute attenzioni e precauzioni legate all'emergenza sanitaria, è stato l'occasione per presentare le attività effettuate durante il primo anno dall'attivazione dell'AQST.

AZIONE E.2	
Sensibilizzazione dei cittadini, degli addetti ai lavori e delle imprese, e attività di citizen science	
<b>Attività</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Attività E.2.1. Divulgazione e didattica ambientale per scuole e cittadini</li> <li>- Attività E.2.2. Concorsi a premi per le scuole primarie</li> <li>- Attività E.2.2. Coinvolgimento degli istituti scolastici</li> <li>- Attività E.2.3. Cartellonistica informativa e stampa di materiale divulgativo</li> <li>- Attività E.2.4. Sviluppo di forme di partecipazione economica da parte dei cittadini e delle Amministrazioni locali alle spese di risanamento del lago</li> <li>- Attività E.2.5. Giornata regionale del "Verde Pulito" dedicata al lago</li> <li>- Attività E.2.6. Realizzazione di percorsi formativi e di incontri tematici per varie tipologie di soggetti</li> </ul>
<b>Risultati attesi</b>	<p>L'azione ha come obiettivi principali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- creare/rafforzare una rete collaborativa tra tutti i soggetti che con ruoli diversi agiscono sulla qualità del lago (pianificazione, controllo, fruizione, ...)</li> <li>- 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</li> <li>- 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.</li> <li>- 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</li> </ul>
<b>Soggetto coordinatore</b>	Provincia di Varese

ATTIVITA' E.2.1.	
Divulgazione e didattica ambientale per scuole e cittadini	
<b>Descrizione Attività</b>	<p>Realizzazione di iniziative finalizzate alla diffusione dei temi del lago rivolte alle scuole di tutti i livelli e ai cittadini, anche mediante l'attivazione di un servizio di guida turistica/tecnica a bordo delle imbarcazioni del servizio di navigazione che si intende avviare (Vedasi Attività D.1.3).</p> <p>Il lago di Varese offre infatti numerosi elementi di approfondimento (scienza, cultura, storia, tradizione, ecc.) di potenziale interesse per una eterogenea fascia di utenza.</p>
<b>Soggetto Attuatore</b>	Provincia di Varese, Camera di Commercio
<b>Cronoprogramma attività</b>	Attività non avviata nel IV semestre di monitoraggio

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



## Attività svolte

Sul tema della divulgazione, la Provincia di Varese ha avviato un percorso finalizzato alla promozione presso il Padiglione Italia 2021 - Comunità resilienti (Mostra di Architettura - Biennale di Venezia), dell'esperienza virtuosa condotta nell'ambito dell'AQST.

L'AQST ha come primo obiettivo il miglioramento della qualità delle acque del lago da perseguire mediante l'attuazione di mirati interventi tecnici, nonché attraverso una serie di azioni rivolte ai cittadini e in particolare alle nuove generazioni, finalizzate alla diffusione di una sensibilità e di una coscienza ambientale sulle tematiche salienti del lago. Quest'ultimo aspetto di promozione culturale risulta imprescindibile per garantire che i risultati, una volta raggiunti, possano essere mantenuti e implementati a lungo nel tempo, sulla base di un modello di sviluppo sostenibile in grado di rispettare le esigenze dell'uomo e dell'ambiente. L'evento sarà sicuramente occasione di arricchimento per il Programma di Azione AQST, e al contempo offrirà spunti di riflessione per altri contesti con problematiche simili a quelle del nostro lago.

La partecipazione alla mostra prevede la progettazione e realizzazione di un video rappresentativo dell'attività AQST sui temi "acqua e natura". L'attività, ancora in corso di svolgimento, ad opera di un professionista incaricato, ha visto la consegna del video a dicembre 2020 e prevede ora l'esecuzione di tutti gli adempimenti necessari per la partecipazione alla mostra.

ATTIVITA' E.2.2.
Coinvolgimento degli istituti scolastici
<b>Descrizione Attività</b>  Promozione di progetti di educazione ambientale sui temi del lago anche con elementi di premialità rivolti agli istituti scolastici della provincia di Varese, favorendo, dove possibile, agganci al programma Green School che conferisce, alla scuola concretamente impegnata sui temi della sostenibilità ambientale, una formale certificazione.  Il coinvolgimento delle scuole primarie e secondarie dovrà consentire la comprensione dell'ecosistema lago nel suo complesso in relazione al tema della biodiversità  Saranno avviate attività didattiche e di alternanza scuola lavoro inerenti: <ul style="list-style-type: none"><li>- realizzazione di prodotti concreti da utilizzare nell'ambito delle attività dell'AQST, come ad esempio, la creazione di un logo da abbinare all'AQST</li><li>- possibilità di assistere e monitorare in prima persona le fasi principali della creazione e gestione delle nursery, della posa e schiusa delle uova dei pesci incubati, nonché della gestione stessa delle visite didattiche all'incubatoio stesso.</li></ul>
<b>Soggetto Attuatore</b>  Provincia di Varese
<b>Cronoprogramma attività</b>  Attività di predisposizione del logo: ottobre – gennaio 2020  Altre attività da definire

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

## Sintesi delle attività svolte

Nel corso dell'inverno 2019 è stata sottoscritta una convenzione tra la Provincia e il liceo artistico Frattini di Varese finalizzata alla creazione di un logo per l'AQST. Nel mese di novembre sono stati

organizzati, presso il liceo, due momenti formativi, ai quali hanno partecipato alcuni rappresentanti della ST, che hanno presentato agli studenti le attività presenti nel Programma d'Azione dell'AQST e le criticità del lago.

I 14 studenti coinvolti hanno lavorato alla predisposizione del logo. Durante il mese di febbraio i loghi sono stati analizzati e valutati all'interno del percorso scuola/lavoro e approvati dalla ST. Il Comitato di Coordinamento ha scelto il logo rappresentativo dell'AQST durante la riunione del 7 maggio 2020 e il logo è stato presentato in occasione dell'incontro aperto al pubblico del 12 luglio 2020.

<b>ATTIVITA' E.2.3.</b>	
<b>Cartellonistica informativa e stampa materiale divulgativo</b>	
<b>Descrizione Attività</b>	<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 attivate, 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>
<b>Soggetto Attuatore</b>	Provincia di Varese, Camera di Commercio
<b>Cronoprogramma attività</b>	L'attività è in corso.

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

#### **Attività svolte**

È in corso la realizzazione di cartellonistica informativa da posizionare presso le strutture dell'impianto di prelievo ipolimnico a Biandronno e Gavirate (termine dicembre 2021).

<b>ATTIVITA' E.2.4.</b>	
<b>Sviluppo di forme di partecipazione economica da parte dei cittadini, delle Amministrazioni locali e delle imprese alle spese di risanamento del lago</b>	
<b>Descrizione Attività</b>	<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>
<b>Soggetto Attuatore</b>	Provincia di Varese
<b>Cronoprogramma attività</b>	Attività non avviata in questo semestre di monitoraggio

ATTIVITA' E.2.5.
Giornata regionale del "Verde Pulito" dedicata al lago
<b>Descrizione Attività</b> <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>
<b>Soggetto Attuatore</b> <p>Associazione dei Comuni rivieraschi</p>
<b>Cronoprogramma attività</b> <p>Attività non avviata in questo semestre di monitoraggio</p>

ATTIVITA' E.2.6.
Realizzazione di percorsi formativi e di incontri tematici per varie tipologie di soggetti
<b>Descrizione Attività</b> <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"> <li>- fondamenti di ecologia: la biodiversità, habitat e specie protette aree collinari, forestali, aree umide lacuali e di sponda, le funzioni ecosistemiche</li> <li>- la valutazione dello stato di un habitat (monitoraggi, ...)</li> <li>- le specie aliene invasive (vie di ingresso, metodi di prevenzione, metodi di gestione)</li> <li>- 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, ...)</li> <li>- 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</li> <li>- la gestione delle risorse naturali (acqua, suolo, ...)</li> <li>- la normativa (Direttive "Natura", VINCA, VAS, VIA chi fa cosa, quali competenze occorrono), il sistema dei controlli, della sorveglianza e delle sanzioni</li> <li>- esempi di buone pratiche (gestione e fruizione del territorio, agricoltura, attività ludiche, ...)</li> <li>- la pianificazione territoriale (reti ecologiche, Rete Natura 2000)</li> <li>- la governance</li> <li>- il coinvolgimento di portatori di interesse per rete sociale, per networking per partecipare a bandi di finanziamento, per mantenere i risultati ambientali</li> <li>- la gestione del volontariato nei temi ambientali</li> </ul>

- la comunicazione dei temi ambientali
- contributi del pubblico alle Valutazioni Ambientali (VAS, VIA, VINCA)
- i monitoraggi ambientali con il contributo della con 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](http://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 Cristina Bollini (Regione Lombardia)*

#### **Sintesi delle attività svolte**

È stata aggiudicata in data 11/11/2020 la gara per l'affidamento d'incarico per la realizzazione dei corsi di formazione per amministratori pubblici e volontari. La formazione prevista, riguardante i temi della biodiversità, sarà realizzata mediante le piattaforme digitali. Saranno pubblicati, appena possibile, i video che potranno essere seguiti in autonomia. I video sono realizzati attraverso presentazioni, interviste e visite in situ su casi studio. Per l'autunno 2021 si prevede la realizzazione di incontri e tavole rotonde. La pubblicazione dei video e gli incontri continueranno periodicamente fino a giugno 2023. Entrambe le attività sono condizionate dalle norme per l'emergenza Covid che comportano limitazioni negli spostamenti.

Nel mese di maggio dovrebbe arrivare a conclusione l'iter per la convenzione con FORMEZ PA per la realizzazione di corsi di formazione sui temi della biodiversità per i dipendenti degli Enti Pubblici. Appena concluso il passaggio in Giunta sarà possibile pubblicare un calendario e procedere con gli inviti. Il periodo di formazione sarà tra l'estate e maggio 2022.

## 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:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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</li> <li>- F.1.2. Effettuazione interventi e lavori individuati nella fase progettuale</li> </ul>
<b>Risultati attesi</b>	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
<b>Soggetto coordinatore</b>	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	
<b>Descrizione Attività</b>	<p>L'attività prevede la redazione di uno studio che descriva lo stato di fatto lungo le rive del lago, identifichi le peculiarità e le caratteristiche di ogni comune e individui una serie di possibili interventi, proponendo un progetto d'insieme che guidi lo sviluppo delle azioni puntuali mantenendo una visione unitaria dal punto di vista territoriale e paesaggistico. Tematiche di interesse principale riguardano lo sviluppo di forme di fruizione sostenibile legata alla pista ciclabile, l'elettrificazione della stessa, lo sviluppo di una offerta turistica di navigazione elettrica in raccordo con l'Attività D.1.3, nonché la valorizzazione dei servizi di recettività e ricreazione presenti.</p> <p>Il progetto deve essere corredato di una indicazione dettagliata dei possibili interventi da effettuare, con eventuale stima di costi.</p> <p>Il progetto dovrà essere sviluppato con il coinvolgimento degli stakeholder locali.</p>
<b>Soggetto Attuatore</b>	Associazione Comuni rivieraschi, Camera di Commercio, Regione Lombardia
<b>Cronoprogramma attività</b>	Fine attività dicembre 2020

*Resoconto attività a cura di Daniele Magni (Regione Lombardia)*

### Sintesi delle attività svolte

Nel corso degli ultimi mesi è stato definito un accordo di collaborazione tra Regione Lombardia, Camera di Commercio di Varese e Politecnico di Milano per le attività di sviluppo e valorizzazione

territoriale delle sponde e della pista ciclabile, sottoscritto a novembre 2020. Camera di Commercio interviene all'interno dell'accordo anche per conto dei comuni di Azzate, Bardello, Biandronno, Bodio Lomnago, Buguggiate, Cazzago Brabbia, Comerio, Daverio, Galliate Lombardo, Gavirate, Inarzo e Varese. I rapporti tra Camera di Commercio e i comuni sono regolati da apposita convenzione.

Le attività previste dall'accordo avranno durata di 18 mesi fino ad aprile 2022.

<b>ATTIVITA' F.1.2.</b>	
<b>Effettuazione interventi e lavori individuati nella fase progettuale</b>	
<b>Descrizione Attività</b>	L'attività prevede la realizzazione degli interventi individuati nell'azione precedente previa esecuzione delle necessarie analisi di compatibilità e degli eventuali adempimenti connessi rispetto agli strumenti di pianificazione vigente.
<b>Soggetto Attuatore</b>	Associazione Comuni rivieraschi, Camera di Commercio
<b>Cronoprogramma attività</b>	Attività non ancora iniziata in attesa dei risultati dell'Attività F.1.1