

# PANNELLO di CONTROLLO

Sullo stato e sull'evoluzione delle acque del Lago Maggiore



*Il documento è stato redatto a cura del Segretariato Tecnico della CIP AIS*

## ANNO 2023

Commissione internazionale per la protezione delle acque italo – svizzere

<b>Premessa</b>	<b>2</b>
<b>Il Territorio di interesse per la CIP AIS</b>	<b>3</b>
<b>Il Lago Maggiore</b>	<b>4</b>
<b>Indicatori del Pannello di controllo</b>	<b>5</b>
<b>Quadro Ambientale del 2023: aspetti limnologici</b>	<b>6</b>
<b>Quadro Ambientale del 2023: sostanze pericolose</b>	<b>7</b>
<b>Quadro Ambientale del 2023: ambienti litorali e temi emergenti</b>	<b>8</b>
<b>Comparto: Ambiente lacustre</b>	
<i>Tematica: Antropizzazione e uso del territorio e delle risorse naturali</i>	
<u>L1 1: Prelievo ad uso potabile</u>	<u>9</u>
<u>L1 2: Zone balneabili</u>	<u>10</u>
<u>L1 4: Pescato</u>	<u>11</u>
<u>L1 5: Potenziale di valorizzazione delle rive</u>	<u>12, 13</u>
<i>Tematica: Idrologia e clima</i>	
<u>L2 1: Livello lacustre</u>	<u>14</u>
<u>L2 2: Temperatura media delle acque nello strato 0-20 m e profondo</u>	<u>15</u>
<u>L2 3 Massima profondità di mescolamento</u>	<u>16</u>
<i>Tematica: Ecologia e biodiversità</i>	
<u>L3 1: Colonizzazione delle sponde da parte del canneto</u>	<u>17</u>
<u>L3 2: Abbondanza relativa delle principali macrofite</u>	<u>18, 19</u>
<u>L3 3: Morfologia delle rive lacustri</u>	<u>20, 21, 22</u>
<u>L3 4: Trasparenza</u>	<u>23</u>
<u>L3 5: Clorofilla <i>a</i></u>	<u>24</u>
<u>L3 6: Fitoplancton</u>	<u>25, 26</u>
<u>L3 7: Biomassa delle popolazioni zooplanctoniche</u>	<u>27</u>

<u>L3 8: Dieta e competizione delle specie ittiche per le risorse alimentari</u>	<u>28</u>
<u>L3 9: Antibiotico resistenza nei batteri lacustri</u>	<u>29</u>
<u>L3 10: Carbonio Organico Totale</u>	<u>30</u>
<u>L3 12: Concentrazione media di fosforo e azoto</u>	<u>31</u>
<u>L3 13: Concentrazione dell'ossigeno di fondo</u>	<u>32</u>
<u>L3 15: <i>Transparent Exopolymeric Particles</i> (TEP)</u>	<u>33</u>
<i>Tematica: Inquinamento delle acque</i>	
<u>L4 1: Carico di fosforo totale e azoto totale in ingresso a lago</u>	<u>34</u>
<u>L4 2: Microinquinanti nell'ecosistema lacustre:</u>	
<u>DDT, PCB, IPA, PBDE, Hg, sedimenti, fragranze</u>	<u>35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42</u>
<b>Comparto: Bacino idrografico</b>	
<i>Tematica: Antropizzazione e uso del territorio e delle risorse naturali</i>	
<u>B1 1: Uso del suolo</u>	<u>43</u>
<u>B1 2: Percorribilità fluviale da parte delle specie ittiche</u>	<u>44</u>
<i>Tematica: Ecologia e biodiversità</i>	
<u>B3 1: Elementi chimico – fisici</u>	<u>45</u>
<u>B3 2: Macroinvertebrati bentonici</u>	<u>46</u>
<i>Tematica: Inquinamento delle acque</i>	
<u>B4 2: Stato delle opere di risanamento</u>	<u>47</u>
<u>B4 3: Funzionamento degli impianti di depurazione</u>	<u>48</u>

## **Glossario**

Il **Pannello di controllo** attraverso una serie di indicatori, che in forma sintetica e facilmente fruibile forniscono preziose informazioni sullo stato e l'evoluzione della qualità dei Laghi Maggiore e di Lugano, **costituisce uno strumento di verifica dell'efficacia dei provvedimenti intrapresi per conseguire gli obiettivi di risanamento fissati dalla CIP AIS nell'ambito del Piano d'azione.**

Gli **indicatori ambientali** sono parametri sintetici che rappresentano in modo significativo un certo fenomeno ambientale e ne permettono la valutazione nel tempo. In letteratura esistono diversi modelli per la definizione di indicatori di sostenibilità ambientale, la più consolidata classificazione in uso nel campo della valutazione ambientale, che fornisce un quadro logico per approfondire ed analizzare i problemi socio-economico-ambientali e, successivamente esprimerne, attraverso gli indicatori il livello di qualità e le alternative progettuali di miglioramento, è quella del modello per la definizione di indicatori di sostenibilità ambientale "DPSIR" (Determinanti-Pressioni-Stato-Impatto-Risposta) messo a punto dall'Agenzia Europea dell'Ambiente.

Le **Determinanti** (o Fonti di pressione) descrivono le **attività antropiche** che hanno conseguenze ambientali: attività industriali, agricoltura, energia, ecc.

Le **Pressioni** costituiscono gli **effetti delle attività antropiche** sull'ambiente: le sostanze rilasciate nell'ambiente, il consumo di risorse, ecc.

Lo **Stato** rappresenta le **condizioni ambientali** e la qualità delle risorse in termini fisici, chimici, biologici.

Gli **Impatti** sono gli **effetti dei cambiamenti** sulla salute umana, sulla conservazione della natura.

Le **Risposte** sono le **misure adottate** da soggetti pubblici e privati per migliorare l'ambiente e per prevenire e mitigare gli impatti negativi.

Gli indicatori del Pannello di controllo sono così classificati secondo questo modello.

I **comparti** ambientali considerati nel Pannello di controllo sono:

- **ambiente lacustre;**
- **bacino idrografico.**

Per ogni comparto considerato vengono analizzate le variabili inerenti le seguenti tematiche:

- **Antropizzazione e uso del territorio e delle risorse naturali;**
- **Ecologia e biodiversità;**
- **Idrologia e clima;**
- **Inquinamento delle acque.**

Il **core set** di indicatori è composto da 31 elementi, necessari e sufficienti, per la rappresentazione dello stato di qualità delle acque dei Laghi di Lugano e Maggiore, bacini lacustri d'interesse per la Commissione, e delle pressioni agenti nei bacini imbriferi. Gli indicatori sono riportati nello schema a lato.

Alcuni indicatori (L3 11 e B4 1) non sono applicati nel Pannello di controllo del Verbano in quanto, al momento, non sono oggetto di ricerche o indagini avviate per il bacino lacustre.

Gli indicatori dei pannelli di controllo del lago Maggiore e di Lugano possono non risultare identici, poiché parzialmente diversi possono essere gli obiettivi di ricerca cui si riferiscono i parametri esaminati.

		TEMATICA			
		Antropizzazione e uso del territorio e delle risorse naturali	Idrologia e clima	Ecologia e Biodiversità	Inquinamento delle acque
		1	2	3	4
COMPARTO	Ambiente Lacustre L	L1 1: Prelievo ad uso potabile  L1 2: Zone balneabili  L1 3: Superficie di specchio d'acqua destinata all'ormeggio di imbarcazioni da diporto  L1 4: Pesca L1 5: Potenziale di valorizzazione delle rive	L2 1: Livello lacustre  L2 2: Temperatura media delle acque nello strato 0-20 m e profondo  L2 3 Massima profondità di mescolamento	L3 1: Colonizzazione delle sponde da parte del canneto  L3 2: Abbondanza relativa delle principali macrofite  L3 3: Morfologia delle rive lacustri  L3 4: Trasparenza  L3 5: Clorofilla a  L3 6: Fitoplancton L3 7: Biomassa delle popolazioni zooplanctoniche L3 8: Dieta e competizione delle specie ittiche per le risorse alimentari L3 9: Antibiotico resistenza nei batteri lacustri L3 10: Carbonio Organico Totale L3 11: Produzione primaria L3 12: Concentrazione media di fosforo e azoto L3 13: Concentrazione dell'ossigeno di fondo L3 15: TEP	L4 1: Carico di fosforo totale e azoto totale in ingresso a lago  L4 2: Microinquinanti nell'ecosistema lacustre
	Bacino idrografico B	B1 1: Uso del suolo  B1 2: Percorribilità fluviale da parte delle specie ittiche		B3 1: Elementi chimico - fisici  B3 2: Macroinvertebrati bentonici	B4 1: Stato di allacciamento ai sistemi di depurazione B4 2: Stato delle opere di risanamento B4 3: Funzionamento degli impianti di depurazione
		Gli indicatori evidenziati in grigio non sono applicati nel Pannello di Controllo del Lago Maggiore Gli indicatori evidenziati in verde saranno applicati nelle future edizioni del Pannello di Controllo			

La **Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo Svizzere** (CIP AIS) si occupa da più di 30 anni delle problematiche inerenti l'inquinamento delle acque italo-elvetiche, promuovendo attività di ricerca e di monitoraggio per determinarne l'origine, la natura e l'evoluzione, allo scopo di fornire agli enti preposti le giuste indicazioni per avviare le opportune azioni di risanamento e di tutela ambientale degli ecosistemi lacustri. Il territorio di interesse della CIP AIS corrisponde principalmente con i bacini idrografici del Lago Maggiore che a sua volta comprende quello del Lago di Lugano.

## Suddivisione amministrativa del bacino imbrifero

Stato	Italia, Svizzera
Unità territoriali	Regione Piemonte (Province di Novara e del Verbano Cusio Ossola)
	Regione Lombardia (Province di Varese e di Como)
	Cantoni Grigioni, Ticino e Vallese

## Caratteristiche morfometriche del bacino imbrifero

	Totale	Svizzera	Italia
Area (Km <sup>2</sup> )	6.599	3.369,5	3.229
Altitudine massima (m.s.l.m.)	4.633		
Altitudine media (m.s.l.m.)	1.270		



Il **Lago Maggiore o Verbano**, uno dei più grandi laghi dell'arco alpino e secondo bacino italiano per superficie e volume, si trova ad un'altitudine di 193,5 m sul livello del mare immediatamente ai piedi della catena alpina.



La sua origine, risalente a circa 100.000 anni fa, è stata determinata dall'opera di escavazione di due ghiacciai Wurmiani che si muovevano dalle Alpi attraverso le valli dei Fiumi Ticino e Toce, rimodellando preesistenti valli fluviali del periodo Messiniano.

Il bacino imbrifero del lago copre una superficie di 6.599 km<sup>2</sup>, il cui 50% si trova a quote superiori ai 1.283 m s.l.m.

Amministrativamente il bacino imbrifero ricade entro i confini dell'Italia (3.229 km<sup>2</sup>), con le Regioni del Piemonte e della Lombardia, e della Svizzera (3.370 km<sup>2</sup>), ma l'80% della superficie lacustre si trova in territorio italiano. Il bacino imbrifero del Verbano include quello del Lago di Lugano, le cui acque confluiscono nel Maggiore attraverso il Fiume Tresa a Luino.

La popolazione residente che gravita nel bacino imbrifero si compone di circa 670.000 abitanti. Poiché l'area presenta una notevole attrattiva turistica, a questi si devono aggiungere circa 12 milioni di presenze annue, pressoché interamente concentrate nell'area rivierasca.

Altri importanti usi del lago sono rappresentati dalla pesca sportiva e professionale e dalla nautica da diporto. Le acque in uscita sono di importanza fondamentale a fini irrigui delle colture di riso e granoturco della Pianura Padana.

Dal 1960 alla fine degli anni settanta l'incremento demografico nel bacino imbrifero e la progressiva industrializzazione del territorio hanno avuto come conseguenze un aumento del carico del fosforo e un rapido peggioramento della qualità delle acque del Lago Maggiore. All'inizio degli anni ottanta lo stato trofico del Lago Maggiore era compreso fra una condizione di avanzata mesotrofia e quella di eutrofia, con un buon accordo con i modelli OECD (1982) relativi alle relazioni fra carichi di fosforo dal bacino e concentrazioni di fosforo e di clorofilla *a* nelle acque lacustri. Dal 1987, sulla base del diminuito carico esterno di fosforo e delle relative concentrazioni nelle acque, il lago è stato definito come mesotrofo con tendenza all'oligotrofia; **il raggiungimento della condizione di piena oligotrofia è avvenuto negli ultimi dieci anni.**

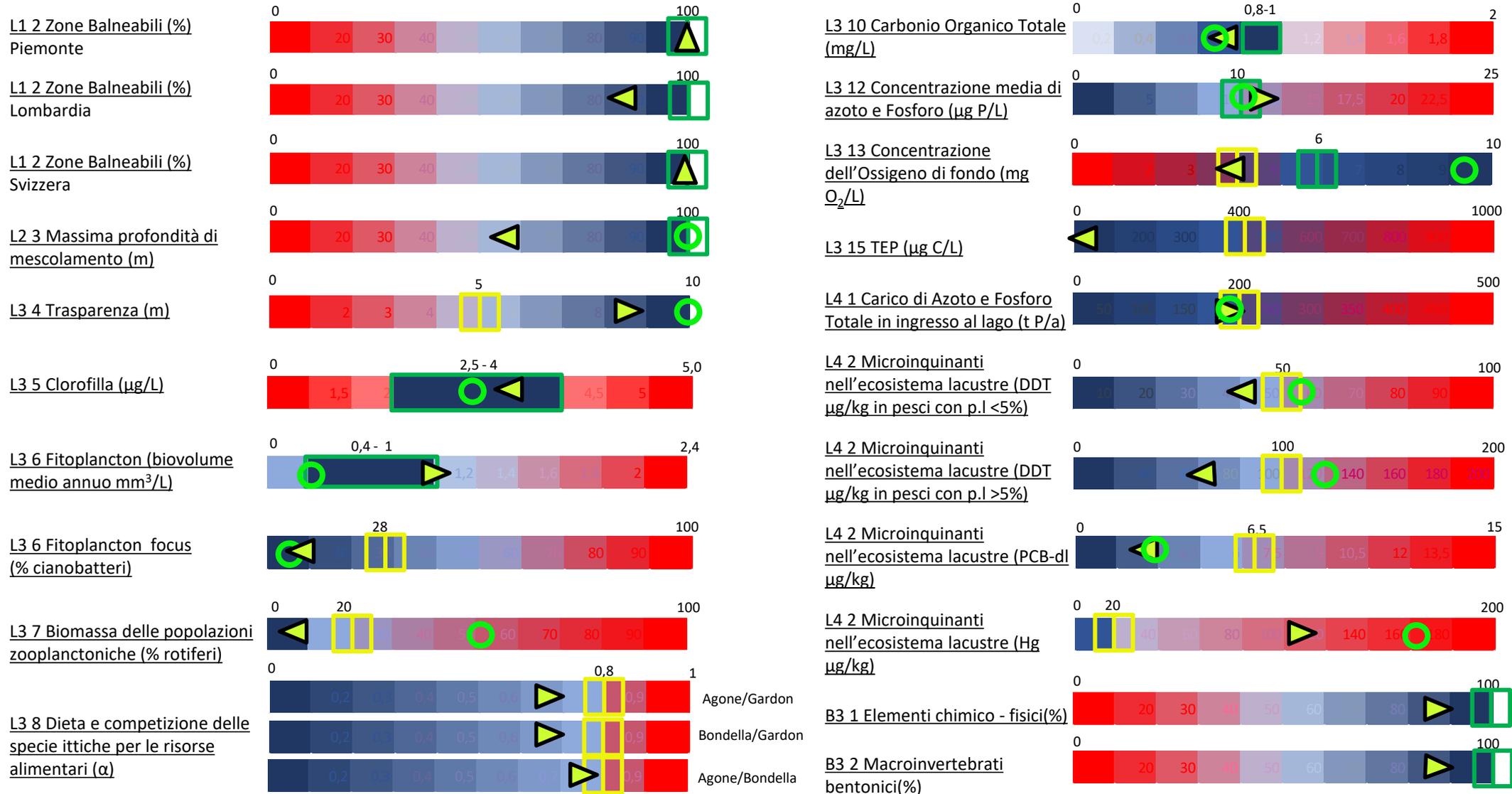
La Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere ha promosso, a partire dal 1978, dettagliate ricerche limnologiche finalizzate al pieno recupero del lago. Sulla base dei risultati conseguiti nel lungo periodo, il piano di protezione ambientale si è così posto l'obiettivo di ridurre il carico di fosforo dal bacino ad un livello al di sotto delle 200 t P/anno in modo da mantenere costantemente nel lago concentrazioni di fosforo inferiori ai 10 mg P/m<sup>3</sup>. Tale valore è stato raggiunto e oggi il lago presenta concentrazioni di fosforo di 7-8 mg/m<sup>3</sup>. Se da un lato gli obiettivi trofici sembrano oggi pienamente conseguiti, va però osservato che restano tuttora aperte almeno due problematiche: la prima riguarda l'ambiente idrico litorale che è influenzato in modo diretto ed immediato dagli apporti dai tributari e dagli scarichi a lago, la seconda problematica è legata agli apporti inquinanti di origine industriale, fatto ancora più grave del precedente perché penalizza pesantemente l'intero ecosistema lacustre.

Caratteristiche morfometriche del Lago Maggiore

	Totale	Svizzera	Italia
Area (Km <sup>2</sup> )	212,5	42,6	169,9
Volume (m <sup>3</sup> )	37,5	7,5	30
Profondità massima (m)	370	-	-
Profondità media (m)	176,5	-	-
Tempo teorico medio di ricambio	4		

# INDICATORI DEL PANNELLO DI CONTROLLO

La CIP AIS ha individuato, per ogni indicatore, specifici obiettivi da perseguire. Viene qui rappresentato, in una scala di riferimento costituita da 10 step di qualità, lo stato al 2010 (anno di pubblicazione del primo Pannello di controllo) e lo stato attuale con la tendenza rispetto al 2022 degli indicatori, raffrontati con l'obiettivo di riferimento.



	Obiettivo	<b>Stato attuale e tendenza rispetto al 2022</b>		Stato al 2010		Incremento
	Soglia critica			Stazionarietà		Decremento



Il **2023** è stato un anno caratterizzato dalla quasi continuazione del **periodo di siccità** e di caldo iniziato nel biennio precedente, e che ha visto anche il riaprirsi in modo completo delle attività umane dopo il periodo di pandemia da COVID.

La condizione climatica siccitosa e calda è stata rivelata dalle misurazioni, con un basso apporto di piogge per diversi mesi dell'anno, un **basso livello** del lago fino a settembre, una **bassa portata** degli immissari del lago e del Ticino emissario fino a settembre.

Le abbondanti piogge di agosto, settembre e ottobre hanno parzialmente ridotto il deficit idrico dell'anno. **L'omogeneizzazione della colonna d'acqua** si è fermata a 60 metri, rimanendo per il decimo anno consecutivo entro i 100 metri.

Le tendenze temporali dei principali parametri fisici e chimici (e.g. ossigeno disciolto, ioni principali e nutrienti algali) hanno confermato quanto osservato negli anni precedenti, rimanendo in linea con tendenze globali di cambiamento.

Per quanto riguarda **l'ossigeno in profondità**, i valori dell'estate 2023 hanno rappresentato i minimi assoluti nella serie storica dei dati, confermando la progressiva e costante diminuzione dell'ossigeno nelle acque di fondo del Lago Maggiore.

I dati relativi al **fosforo** indicano un'ulteriore tendenza all'accumulo nelle acque ipolimniche,

mentre in superficie si presentano condizioni di marcata oligotrofia, confermata anche dall'elevata trasparenza rilevata nei mesi estivi del 2023.

Per quanto riguarda le componenti biotiche, il **fitoplancton** segue in maniera rapida le condizioni climatiche, con cambi di abbondanza e composizione delle comunità legati ad eventi meteorologici.

Lo **zooplancton** segue a sua volta le dinamiche del fitoplancton: è interessante per il 2023 rilevare la mancanza del picco primaverile di abbondanza di Cladoceri, ma anche la presenza quasi esclusiva di *Diaphanosoma brachyurum* tra i crostacei Cladoceri a partire da luglio.

L'analisi del **carbonio organico** non ha rivelato scostamenti dagli anni precedenti mentre non è stato possibile analizzare **schiume**, dato che non ci si sono verificati eventi di formazione massiccia di schiume. Non sono state viste differenze nella sovrapposizione di **nicchia trofica** tra le specie di pesci rispetto alle tendenze stagionali rivelate negli anni precedenti.

Le fluttuazioni nelle abbondanze dei **geni di antibiotico resistenza** nelle comunità batteriche del lago continuano seguendo quanto individuato già negli anni precedenti, e i cambiamenti visibili sono soprattutto legati al mutato uso degli antibiotici dopo gli anni della pandemia da COVID.

In generale, il **2023** è stato un anno caratterizzato da livelli di contaminazione generalmente più elevati rispetto a quelli rilevati nel 2022, in tutte le matrici ambientali indagate, per effetto di un aumento della piovosità a partire dalla primavera 2023, dopo il periodo di estrema siccità registrato nel 2021-2022. I livelli restano comunque contenuti.

- **sedimenti lacustri**: le due carote prelevate nel **Bacino di Pallanza** mostrano che la sorgente principale di **DDT** e **Hg** è il Fiume **Toce**, da cui i contaminanti vengono veicolati alla chiusura del Bacino (carota 28). L'analisi dei trend temporali negli ultimi 20-30 anni, coperti dalle carote, mostra una generale **diminuzione dei livelli di Cu, Pb e DDT**, una più lenta riduzione di Hg, mentre sembrano sussistere **sorgenti di contaminazione di Cd, IPA e PBDE** nel bacino (carota 28). Le concentrazioni sono **sotto le soglie di rischio**, ma comunque sopra i valori considerati di background. I **PCB** mostrano concentrazioni molto basse e le **fraganze** sono quantificabili soprattutto in prossimità di scarichi di depurazione. **DBDPE** e **HBCD** sono sotto il limite di quantificazione (LOQ).

- **sedimenti dell'emissario**: le concentrazioni di **DDX, PCB e PBDE** nei sedimenti del Ticino Emissario sono risultate contenute e al di **sotto di soglie** di rischio per gli organismi acquatici calcolate come Q-PEC, mentre il **Hg supera la soglia** di attenzione (TEC). **Cu, Cd e Pb** mostrano valori inferiori rispetto a quelli rilevati nel 2020, per effetto del periodo siccitoso del 2021-2022. **DBDPE e HBCD** sono < LOQ.

- **molluschi**: le analisi su **Unio** hanno mostrato concentrazioni di **DDX** basse in tutte le stazioni, con percentuali del composto parentale inferiori al 10%, indice di una progressiva diminuzione di apporti; i valori di **PCB** e **Hg** sono più alti rispetto al 2022, ma in linea con i valori dell'ultimo triennio; i **PBDE** hanno mostrato una significativa riduzione rispetto al 2022, ma confermano il **superamento dello Standard di Qualità Ambientale** per la biota (SQA), una soglia tuttavia molto bassa; gli **IPA** mostrano invece un **aumento significativo** rispetto agli anni precedenti, con valori fino a 8647 ng/g lipidi e la prevalenza di composti con 2-3 anelli condensati, indice di possibile contaminazione da idrocarburi a lago. Le analisi su **Corbicula** indicano la presenza di **fraganze** sintetiche come probabile indicatore di scarichi acque di depurazione, soprattutto a Pallanza e Luino. Le concentrazioni di **PFAS** sui molluschi sono risultate < LOQ.

- **zooplancton**: lo zooplancton presenta concentrazioni contenute di **PCB, Hg e DDX totali**. Considerando la biomassa di zooplancton, limitata come nel 2022 rispetto a quella degli anni precedenti, si conferma che lo **stock** (repository) di contaminanti in questa componente è massimo nella frazione dimensionale **≥450 µm** in primavera, quando la predazione da parte dei pesci pelagici è maggiormente attiva. In questo periodo è massima anche la percentuale di **MeHg** sul Hg totale. Tra le **fraganze**, prevalgono il **Galaxolide** e il suo metabolita, con concentrazioni massime in autunno. La biomassa della frazione **≥850 µm** conferma il progressivo declino, a favore di taxa di taglia minore.

- **pesci campionati nel lago**: gli **agoni piccoli** e i **coregoni** mostrano alcuni superamenti dello **SQA per i DDX totali**. Non si evidenziano superamenti per i **PCB**, che mostrano valori bassi in tutte le specie (agoni, coregoni, gardon). Tutti i pesci superano ampiamente lo **SQA per i PBDE** e per il **Hg**

che, per gli agoni grandi, è rappresentato per il 94% da MeHg. **HBCD e DBDPE** sono < LOQ. Tra le **fraganze**, negli agoni grandi e piccoli prevale il **galaxolidone**, seguito dal **galaxolide**.

- **sedimenti dei tributari**: il **Toce** si caratterizza per la contaminazione da **DDX totali**, tra cui permane il composto parentale, da **Hg, Cd e Cu**, ma con valori al di sotto delle soglie di rischio (PEC e/o TEC). I **PCB, PBDE** (con il composto più tossico BDE-209 prevalente) e **IPA** mostrano le concentrazioni massime nel **Bardello**, seguite dal **Boesio**, anche se restano inferiori alle soglie di PEC. Il **Bardello**, in particolare nel campione di aprile, si caratterizza anche per concentrazioni significative di **Hg, Cd, Cu e Ni**, superiori alle soglie di TEC, e **Pb**, confermando il ruolo di questo fiume nell'apporto di contaminanti a lago.

- **pesci campionati nei tributari**: le concentrazioni per tutti gli analiti sono superiori nel **cavedano** rispetto a quelle nella **trota**. I **DDX** mostrano i valori più elevati nel Toce, sia per i cavedani, in cui prevale il DDD probabilmente rilasciato dai sedimenti, che per la trota, seguito dal **San Giovanni**. Quest'ultimo tributario mostra i valori più elevati anche per i **PCB** in entrambe le specie e per il **Hg** nella trota, confermando l'esistenza di sorgenti di contaminazione, da approfondire. Tutti i campioni superano lo **SQA per il Hg e per i PBDE**. Quest'ultima classe di composti mostra valori simili nei quattro tributari.

- **sedimenti e macroinvertebrati del Toce**: **DDX e Hg** hanno registrato un aumento nei sedimenti e negli organismi rispetto al 2022, probabilmente per effetto dell'aumento delle portate osservato nel 2023. Entrambi i contaminanti mostrano concentrazioni **più elevate nei siti a valle di Pieve Vergonte**, e presenza del **DDT parentale**, rispetto ai siti a monte. Nel **macrobenthos** a valle, inoltre, si registrano per i **DDX** valori di BSAF > 10 e per il **MeHg** picchi di concentrazione e di percentuale sul Hg totale (fino all'84%), dimostrando il permanere di una **significativa biodisponibilità** dei contaminanti accumulati nei sedimenti.

- **ciclo del mercurio a Bosco Tenso**: il **Hg totale** e **MeHg** nell'area hot-spot di Bosco Tenso sono stati analizzati nella catena alimentare acquatica, dal **fitobenthos** a diversi taxa di **macroinvertebrati** e in due specie di **pesci**, evidenziando il processo di **biomagnificazione**, che porta ad avere percentuali di MeHg nei pesci fino al 100% del Hg totale; il trasferimento avviene attraverso la **dieta**, come evidenziato dall'analisi del Hg nelle categorie trofico-funzionali del benthos. **Uccelli passeriformi** a dieta insettivora stanziali in quest'area (cinciallegra), mostrano la presenza di mercurio nei **tessuti di femmine adulte** e il trasferimento alle rispettive **uova**. Allo stesso modo, diverse matrici ambientali terrestri, tra cui **muschi, erba, cortecce, foglie, licheni**, che crescono sui suoli periodicamente alluvionati dal Toce, si sono rivelate contaminate. Il rilascio in **forma gassosa dai suoli** è risultato significativo, soprattutto in assenza di copertura erbosa. Campagne di misura del **Hg gassoso in atmosfera** hanno mostrato un **hot-spot** presso l'area industriale di **Pieve Vergonte**.



Le ricerche portate avanti **nel 2023** si sono focalizzate su due temi principali: **l'effetto delle microplastiche** nella rete trofica del lago e lo **studio degli organismi delle zone litorali**.

Lo studio delle **microplastiche** si è focalizzato sul monitoraggio della presenza e delle caratteristiche delle **plastiche galleggianti** sulla superficie lacustre per fornire indicazioni sul livello di inquinamento generale, sulle principali fonti di contaminazione insistenti sul bacino imbrifero e sulla presenza di eventuali influenze stagionali.

Il confronto con gli altri laghi subalpini italiani evidenzia chiaramente come la contaminazione da plastica rilevata **nel Verbano nel 2022** sia perfettamente in linea con quanto ottenuto nelle campagne di monitoraggio eseguite precedentemente in un transetto longitudinale eseguito nel Lago di Garda e quanto ottenuto nel Lago d'Orta.

Anche le stesse misurazioni eseguite precedentemente nel Lago Maggiore confermano i dati ottenuti nella campagna di monitoraggio 2022, passando da un minimo di 45.000±13.000 plastiche/km<sup>2</sup>, ottenuto in una campagna di monitoraggio eseguita nell'estate 2016 a 100.000±35.000 plastiche/km<sup>2</sup>, che rappresenta la densità massima misurata in una campagna di prelievo 2018. L'unico dato in controtendenza è quello ottenuto in un monitoraggio eseguito nella parte meridionale del Verbano nel febbraio 2021, in cui sono stati misurati livelli pari a 8,24 plastiche/m<sup>3</sup> (Nava et al., 2023), che sono quasi 30 volte superiori al nostro valore massimo e oltre 50 volte più alti rispetto al valore medio rilevato durante la campagna annuale 2022.

La possibile causa di questa evidente discrepanza non solo con i nostri dati, ma anche con i risultati delle precedenti campagne di monitoraggio effettuate nel Lago Maggiore, in particolare con quella del 2016, il cui transetto è stato eseguito nella stessa zona del prelievo 2021, è probabilmente da ricercarsi nella pesante **esondazione** di tre dei principali tributari del Verbano (F. Toce, F. Ticino, F. Maggia) avvenuta tra il 2 e il 3 ottobre 2020, 4 mesi prima del campionamento 2021, che in sole 37 h ha determinato un innalzamento del livello idrometrico del lago di ben 2,18 m. È, dunque, possibile che il prelievo eseguito nel febbraio 2021 abbia rilevato la coda di un presumibile forte rilascio di materiale plastico dal bacino, suggerendo una volta di più la necessità di ricorrere a più campionamenti per poter fornire agli organi competenti informazioni robuste per una corretta gestione ambientale.

Il monitoraggio della quantità e delle caratteristiche delle **plastiche flottanti nella colonna d'acqua e di quelle ingerite dai coregoni** hanno permesso di determinare il livello di esposizione degli organismi acquatici e di individuare i meccanismi che ne influenzano l'ingresso nella catena alimentare. L'andamento delle concentrazioni delle **plastiche nella colonna d'acqua** è risultato molto simile, per ordine di grandezza ed andamento, a quello delle plastiche galleggianti sulla superficie. Nella colonna d'acqua le plastiche più comuni sono fibre o frammenti irregolari, a

sottolineare l'importanza delle fonti secondarie (sgretolamento di frammenti più grandi) e degli scarichi domestici nell'inquinamento del Lago Maggiore. Le concentrazioni trovate però, molto simili a quelle riscontrate in superficie, sottolineano l'importanza della valutazione anche di questo comparto per avere una reale stima della presenza complessiva di plastiche nel bacino lacustre.

I risultati riguardo la **presenza di plastiche nei tratti gastrointestinali** dei coregoni analizzati evidenziano la presenza di plastiche nel 57% dei pesci, che hanno presentato da 1 ad un massimo di 3 plastiche ciascuno, risultando in un totale di 67 plastiche isolate complessivamente. Le medie calcolate considerando il totale dei pesci analizzati per ogni data di campionamento vanno da un minimo di 0,4 plastiche/ind. nel mese di marzo ad un massimo di 1,1 plastiche/ind. nel mese di agosto. Uno degli aspetti più preoccupanti dell'inquinamento da plastiche è la crescente evidenza scientifica della possibilità che queste possano, una volta entrate nel tratto gastrointestinale degli organismi, traslocare in altri tessuti. L'analisi su filetto e fegato, effettuata con i protocolli utilizzati per il tratto gastrointestinale, non ha però rilevato la presenza di plastiche.

Il progetto di **monitoraggio della fauna bentonica ed interstiziale litorale** ha permesso di indagare la **distribuzione di specie di specie non native**, in particolare tre specie di **gamberi invasivi** e una di **briozoo** di recente segnalazione. Per quanto riguarda *Pacifastacus leniusculus* e *Pectinatella magnifica*, qualora dovessero superare il confine svizzero, costituirebbero la prima segnalazione per l'Italia: finora, infatti, entrambe le specie non sono mai state riscontrate né in corsi d'acqua né in laghi o stagni del territorio nazionale.

In aggiunta, sono stati portati avanti esperimenti di microcosmo e sono stati sviluppati metodi riguardanti il monitoraggio di specie non-native tramite DNA ambientale.

Il progetto si è anche focalizzato sulla **fauna interstiziale**, completando nel 2023 l'identificazione delle specie ritrovate. Le conseguenze della gestione dei livelli del lago e dei periodi prolungati di siccità sulla fauna e sugli ecosistemi lacustri necessita un'attenta valutazione, che prenda in considerazione diverse componenti dalla macro alla microscala. L'abbassamento del livello comporta un aumento del moto ondoso e dell'azione di rimescolamento del substrato sabbioso operato dalle onde. In dettaglio, quattro taxa (copepodi, ostracodi, acari e chironomidi) hanno mostrato abbondanze più basse durante i periodi di basso livello idrico. Al contrario, oligocheti e nematodi sono risultati più abbondanti durante i periodi di medio e basso livello idrico.

I dati delle ricerche sono consultabili nella sezione rapporti del Lago Maggiore.



## L1 1 PRELIEVO AD USO POTABILE

Quantità d'acqua prelevata dai corpi idrici per la produzione di acqua potabile

### DESCRITTORI

Volumi prelevati  
Tipologia di trattamento

### STATO E TENDENZA

Il prelievo ad uso potabile nel Lago Maggiore è effettuato in 3 località: nel comune di Ghiffa in Piemonte, nel Comune di Leggiuno in Lombardia e nel Comune di Brissago in Canton Ticino.

L'impianto di potabilizzazione di Ghiffa nel 2023 ha aumentato i volumi prelevati rispetto al 2022 del 3% circa, mentre l'impianto di Leggiuno ha ridotto il prelievo del 6%. A Brissago l'aumento del volume captato è stato inferiore all'1%. Complessivamente nel 2023 i volumi di captazione nel Lago Maggiore sono diminuiti di circa il 4% rispetto all'anno precedente, con un volume totale pari a 1.179.630 m<sup>3</sup>.

La tipologia di trattamento negli impianti di potabilizzazione è importante per assicurare la buona qualità delle acque che vengono immesse direttamente negli acquedotti comunali. Infatti l'acqua dei laghi non è mai pura. Essa contiene in soluzione gas e composti chimici provenienti dall'atmosfera, sostanze disciolte e particelle sospese convogliate dagli affluenti che alimentano il lago. Altri composti vengono liberati dalle reazioni che hanno luogo nell'acqua, nei sedimenti delle rive e del fondo. La composizione chimica delle acque dei laghi è influenzata anche dagli organismi viventi che le popolano e dipende dalle origini e dalla storia del lago. Le sue caratteristiche sono principalmente il basso contenuto di sali, con i costituenti in equilibrio, tra i quali predominano le specie bicarbonato e calcio. Negli impianti di potabilizzazione di Villa Volpi a Ghiffa e di Leggiuno, il trattamento delle acque avviene prima con una preclorazione che consente di eliminare la formazione di microrganismi sui letti filtranti, poi mediante filtrazione con due filtri in serie (sabbia e carboni attivi); la disinfezione viene assicurata tramite l'uso di una soluzione di NaClO. Ciò consente di ridurre anche il rischio di contaminazione delle acque dai cianobatteri.

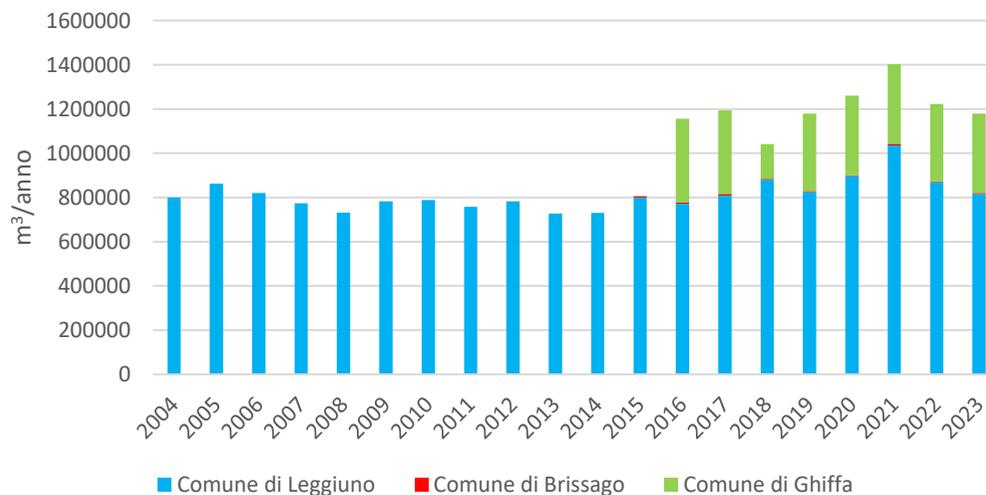
Portata di prelievo autorizzata nel 2023 e tipologia di trattamento effettuato negli impianti di potabilizzazione

Punto Prelievo	Portata in concessione (L/s)	Volumi prelevati (m <sup>3</sup> /a)	Tipologia trattamento
Leggiuno (VA)	30	815.511	Pre-clorazione, filtri a sabbia, post-clorazione
Ghiffa – Villa Volpi (VB)	12	360.000	Pre-disinfezione e post-disinfezione con clorazione (Ipoclorito di Sodico), filtrazione su filtri in serie (letto a sabbia; letto misto con carboni attivi)
Brissago (TI)	10	4.119	Ozonizzazione, ultrafiltrazione, irraggiamento UV

Ubicazione dei punti di captazione per il prelievo ad uso potabile nel 2023 (a destra); dati relativi agli impianti di potabilizzazione e volume d'acqua annuo prelevato a lago, con riferimento alle acque destinate alla distribuzione in acquedotti pubblici (sotto)



Volumi prelevati



# L1 2 ZONE BALNEABILI

Tratti costieri considerati balneabili in riferimento alla qualità batteriologica delle acque

## DESCRITTORI

Classe di qualità delle acque di balneazione  
Percentuale di spiagge balneabili

## OBIETTIVO

L'obiettivo per questo indicatore consiste nel raggiungimento dell'idoneità alla balneazione nel 100% delle spiagge. La Direttiva 2006/7/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione prevede la valutazione qualitativa delle acque secondo 4 classi di qualità (eccellente, buona, sufficiente e scarsa). Un'acqua è balneabile se risulta almeno di classe sufficiente. Ai sensi di detta normativa vengono eseguiti controlli di tipo microbiologici, analisi di parametri chimico-fisici e l'attuazione di uno specifico piano di monitoraggio algale per rilevare la presenza di cianobatteri, dannosi per la salute pubblica.

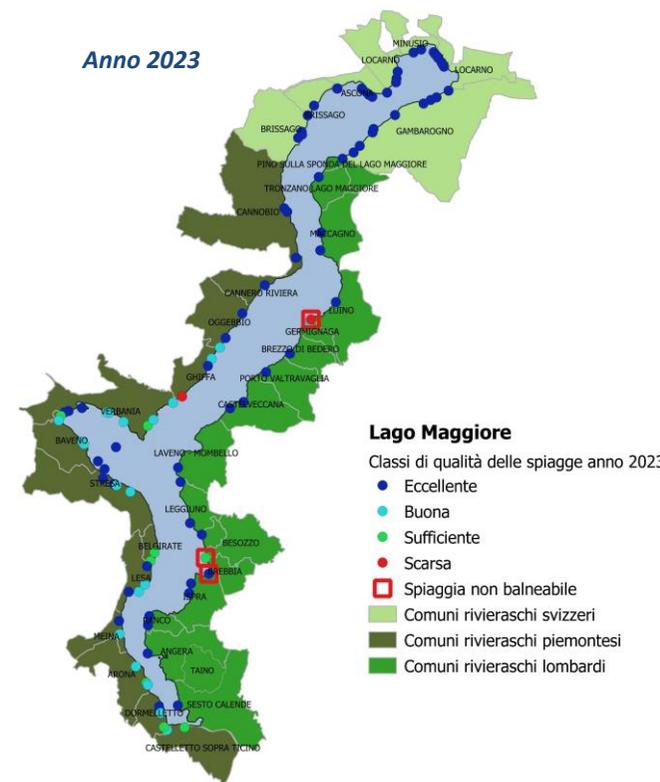
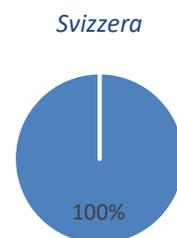
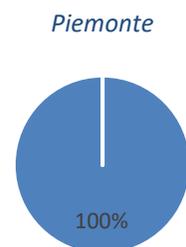
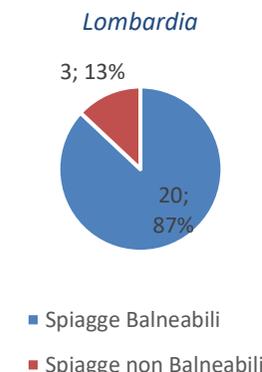
## STATO E TENDENZA

Nel 2023 sono risultate balneabili tutte le spiagge monitorate del Lago Maggiore ad eccezione delle spiagge di Germignaga, Brebbia Sabbie d'oro e International camping Ispra, quest'ultima classificata dal 2023. Dei 104 punti monitorati per la balneazione presenti sul Lago Maggiore, nel 2023 risultano 74 spiagge in classe di qualità «eccellente», 20 sono in classe «buona», 8 in «sufficiente», 2 con qualità «scarsa» nei comuni di Ghiffa e Germignaga. Il D.Lgs 116/08 prevede (art.8, c. 4) che le acque scarse siano dichiarate non balneabili e tuttavia, a fronte di "adeguate misure di gestione", le spiagge sono state ugualmente ammesse alla fruizione balneare (D.D. 671 del 22/04/2022) tranne Germignaga.

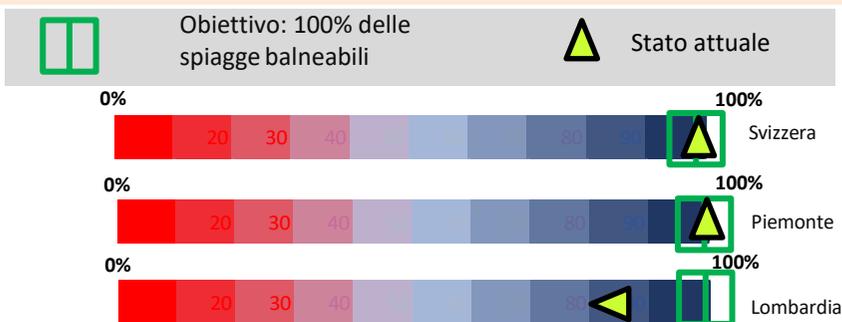
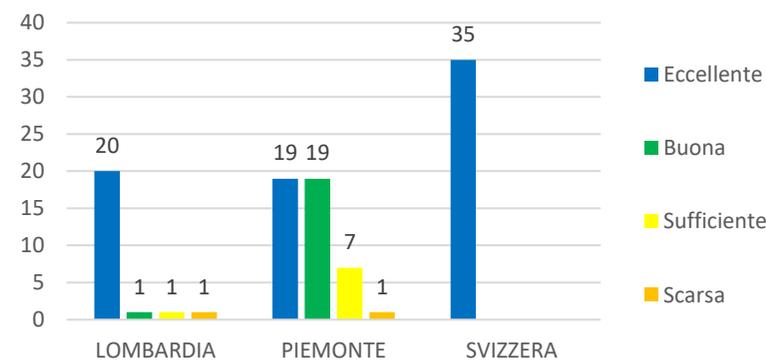
Per affrontare questa criticità, presentatasi per la prima volta sul Lago Maggiore in territorio piemontese, è stato previsto un tavolo tecnico con i soggetti coinvolti (Comuni, EgATO e gestore del SII) per gestire in maniera efficace la situazione, individuando e sottoponendo a controllo le possibili fonti di impatto che potrebbero determinare scadimento della qualità delle acque di balneazione. Questo ha dato luogo a delle misure di gestione che tutelano la salute dei bagnanti e permettono la fruizione in sicurezza (ad es. per le zone scarse, anche i gestori effettuano campionamenti nel corso della stagione balneare per cercare ulteriormente di circoscrivere ed eliminare i possibili impatti sulle acque di balneazione).

Le informazioni di dettaglio sulla qualità delle acque di balneazione sono informazioni consultabili nei siti dell' [Agenzia Ambientale Europea](#) del [Portale Acque del Ministero della Salute Italiano](#).

Ubicazione e ripartizione in classi di qualità delle acque di balneazione per le spiagge del Lago Maggiore e non idoneità alla balneazione nell'anno 2023



Distribuzione delle classi di qualità delle acque di balneazione nel 2023 nel Lago Maggiore





# L1 4 PESCATO

## Caratterizzazione del pescato professionale

### DESCRITTORI

Pescato professionale

### OBIETTIVO

L'obiettivo principale ai fini della conservazione del patrimonio ittico consiste nella tutela delle specie autoctone e degli ambienti acquatici; in particolare, la CIP AIS si propone l'obiettivo di conseguire una condizione dell'ecosistema prossima a quella naturale in cui le attività di pesca non compromettano la conservazione o il ripristino delle popolazioni ittiche delle specie autoctone e, secondariamente, anche di quelle di maggiore interesse commerciale quali Salmonidi, pesce persico, lucioperca e coregone.

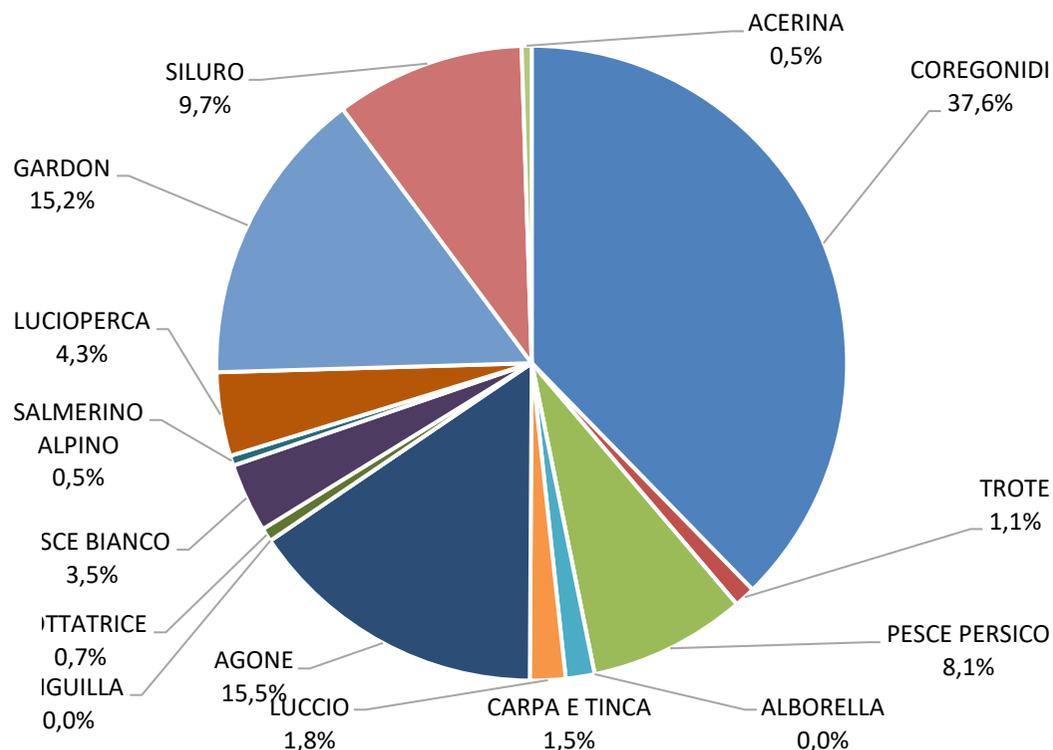
### STATO E TENDENZA

Nel 2023 il pescato professionale è stato pari a 88 tonnellate. Sei specie costituiscono la frazione maggiore del pescato: i coregonidi con 33,13 tonnellate (37,4%), l'agone con 13,6 tonnellate (15,45%), il gardon con 13,4 tonnellate (15,23%), il siluro con 8,55 tonnellate (9,72%), il pesce persico con 7,1 tonnellate (8,07%) e il lucioperca con 3,75 tonnellate (4,26%). Luccio (1,6 t, 1,82%), trota (0,95 t, 1,08%), salmerino alpino (0,45 t, 0,51%), bottatrice (0,61 t, 0,62%), carpa e tinca (1,30 t, 1,48 %) e acerina (0,45 t, 0,51%) contribuiscono in misura decisamente minore (complessivamente il 3,9%). Infine il pesce bianco (cavedano, scardola, pigo) contribuisce con circa 3,1 tonnellate (3,52%).

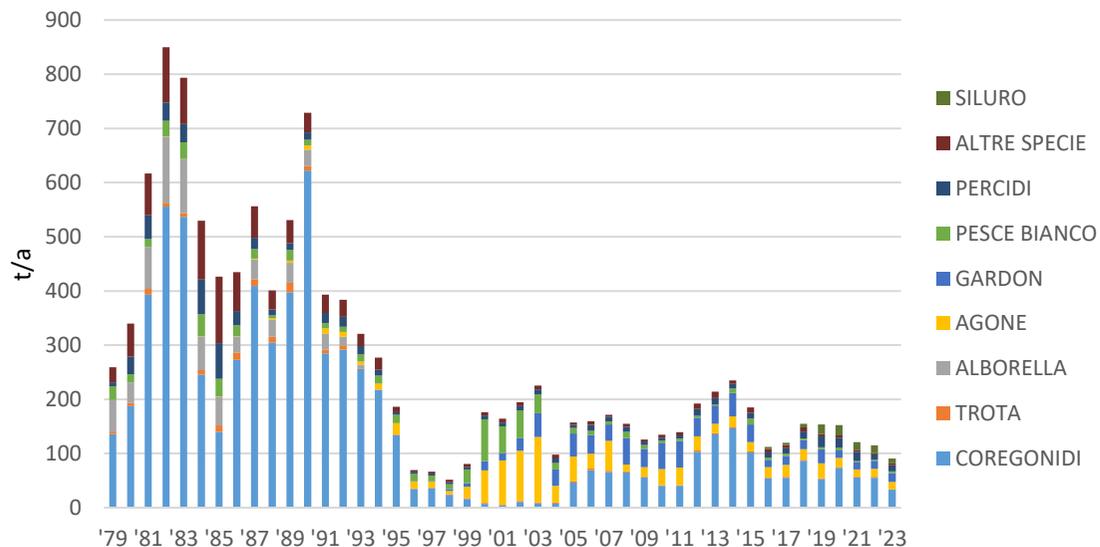
I dati del pescato sono forniti dalla Commissione Italo-Svizzera per la Pesca (CISPP).

Composizione specifica e contributo ponderale percentuale (% in peso) delle diverse specie ittiche al pescato professionale nel Lago Maggiore nel 2023

### PESCATO PROFESSIONALE DEL LAGO MAGGIORE NEL 2023



### Evoluzione del pescato dal 1979 al 2023 nel Lago Maggiore



# L1 5 POTENZIALE DI VALORIZZAZIONE DELLE RIVE

Ultimo aggiornamento nel 2018

Individuazione dei tratti rivieraschi meritevoli di intervento di ripristino e rinaturalizzazione della fascia litorale

## DESCRITTORI

Stato della naturalità delle rive, Indice di Funzionalità Perilacuale (IFP)  
Fattibilità tecnica di interventi di riqualificazione (morfologia ed occupazione della riva)

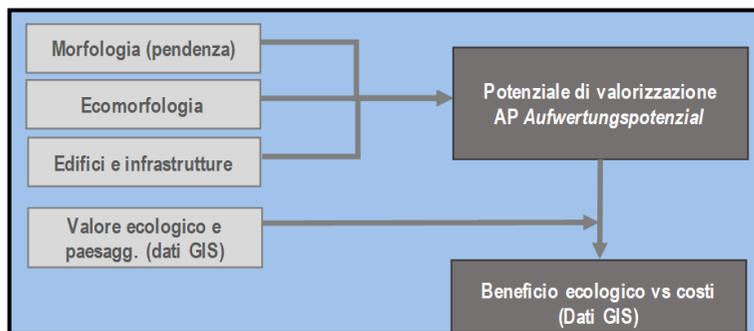
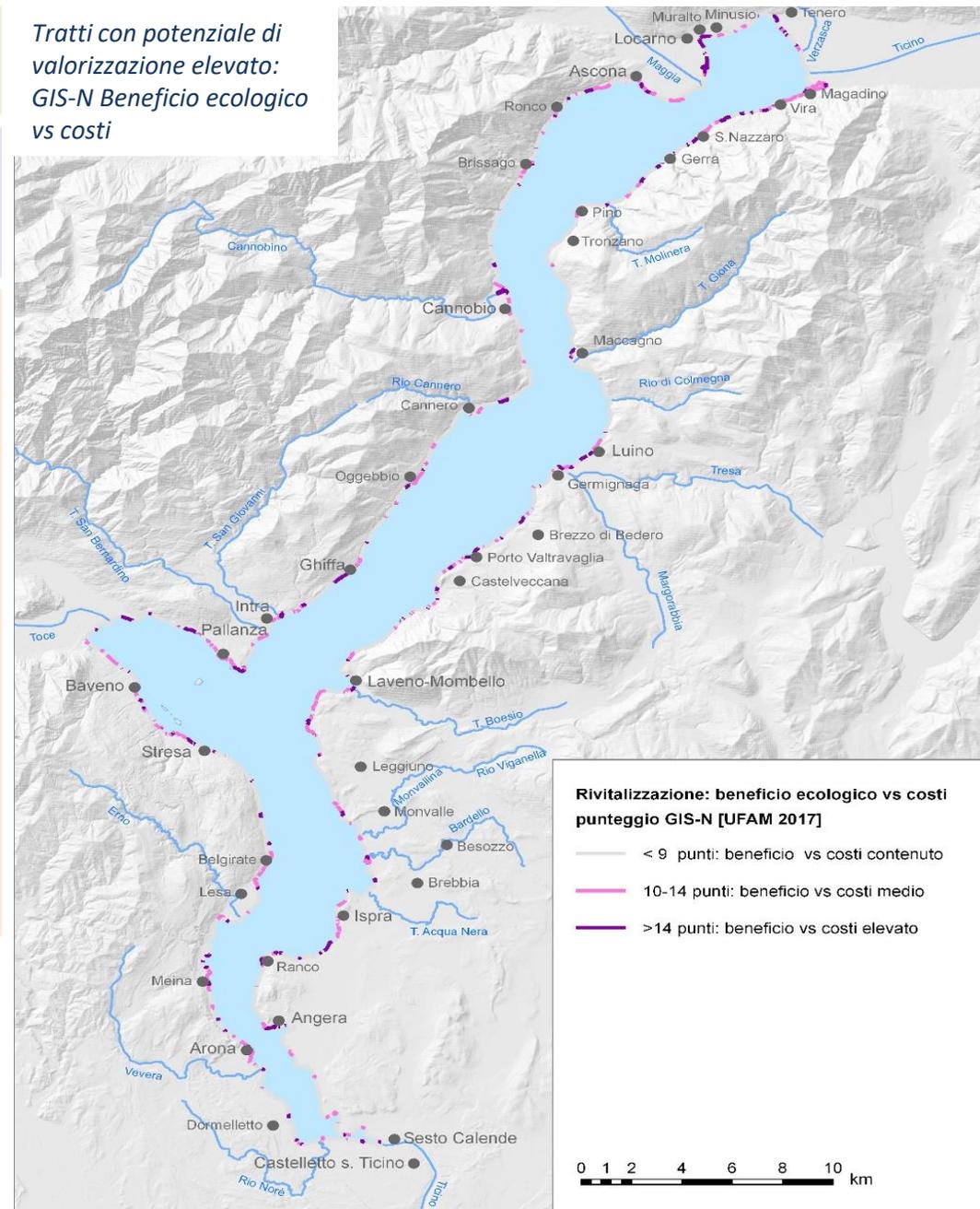
## OBIETTIVO

Ripristinare e rinaturalizzare i tratti rivieraschi compromessi, ovvero i tratti che attualmente presentano dei deficit ecomorfologici, è un obiettivo esplicito del Piano d'azione CIP AIS del Lago Maggiore e del Lago Ceresio. Lo studio del potenziale di valorizzazione naturalistica delle rive lacustri ha lo scopo di individuare i tratti rivieraschi meritevoli di intervento.

## STATO E TENDENZA

Il potenziale di valorizzazione naturalistica è calcolato a partire dal valore degli indicatori relativi ai deficit ecomorfologici della riva (stato rive, IFP, vedi indicatore L3 3). Per il Lago Maggiore, il potenziale di valorizzazione naturalistico è stato valutato grazie ad un metodo ispirato alla procedura per la pianificazione strategica della rivitalizzazione delle rive lacustri dell'Ufficio federale svizzero dell'ambiente (UFAM). Detto metodo si basa su un'analisi di dati territoriali GIS: si combinano da un lato i deficit ecomorfologici (stato rive, IFP), dall'altra la fattibilità tecnica di interventi di riqualificazione della riva (inclinazione del fondale nella fascia litorale, presenza di infrastrutture e edifici nella fascia riparia). In un'ottica di bilancio dei costi e dei benefici, viene conferito il potenziale di valorizzazione più elevato ai tratti con gravi disfunzioni ecomorfologiche (es: argini in calcestruzzo o muri), e al contempo caratterizzati da condizioni di intervento tecnicamente favorevoli (fascia riparia libera da edifici o infrastrutture oppure pendenza non elevata). Al contrario, ai tratti di riva ecologicamente compromessi, con fondale scosceso o presenza importante di infrastrutture, è conferito un potenziale di valorizzazione inferiore, poiché i costi di rivitalizzazione risultano onerosi. Il potenziale di valorizzazione è considerato nullo per i tratti di riva lacustre che attualmente sono caratterizzati da deficit ecologici nulli o contenuti. Infatti, gli interventi di rivitalizzazione non dovrebbero interessare settori che attualmente non hanno disfunzioni comprovate, o che addirittura costituiscono degli hotspot di biodiversità. Infine si esegue una valutazione del beneficio ecologico vs costi con adeguamenti del potenziale sulla base della vocazione ecologico-naturalistica o dell'antropizzazione del tratto di studio (vedi immagine a destra).

Tratti con potenziale di valorizzazione elevato:  
GIS-N Beneficio ecologico vs costi





# L1 5 POTENZIALE DI VALORIZZAZIONE DELLE RIVE

Ultimo aggiornamento nel 2018

## Focus POTENZIALE DI VALORIZZAZIONE FRUITIVA

### DESCRITTORI

Accessibilità e fruibilità della riva (IFP)

Presenza di zone balneabili

### OBIETTIVO

Promuovere la fruibilità pubblica delle sponde nel rispetto delle componenti naturali è un obiettivo esplicito del Piano d'azione CIPAIS del Lago Maggiore e del Lago Ceresio. Lo studio del potenziale di valorizzazione fruitiva delle rive lacustri permette di individuare i tratti rivieraschi meritevoli di intervento.

### STATO E TENDENZA

Lo stato del potenziale di valorizzazione fruitiva della riva è dato dal monitoraggio degli indicatori relativi ai deficit di fruibilità in termini di accessibilità e percorribilità (vedi indicatore L3 3), nonché dalla presenza e vicinanza di aree di svago a lago e zone balneabili (indicatore L1 2). Per il Lago Maggiore, il potenziale di valorizzazione fruitiva delle rive è stato valutato sia per quanto riguarda la realizzazione ed il completamento di percorsi a lago (sentieri escursionistici, passeggiate e piste ciclopedonali, ecc.), sia per quanto riguarda la disponibilità di aree di svago e balneazione. Per definire il potenziale di valorizzazione tramite percorsi a lago è stata svolta un'analisi, a partire inizialmente dagli indicatori preesistenti, ed in seguito con un approfondimento tramite sopralluoghi ed analisi GIS. Il perimetro dell'analisi dello stato attuale è stato allargato per considerare una nozione di fascia litorale più estesa e sono state dettagliate maggiormente le tipologie di percorribilità attuali. In questo modo è stato possibile allargare il punto di vista, integrando nell'analisi anche i percorsi esistenti (pedonali e veicolari) all'esterno della fascia perilacuale, ma ancora con una forte relazione con il lago. Scopo di questa fase era di individuare da subito i percorsi alternativi esistenti o potenziali in assenza di una percorribilità diretta a lago.

Per quanto riguarda le aree di svago e balneazione, l'elenco dei siti ufficialmente monitorati (qualità delle acque balneabili) è stato integrato con un censimento degli ulteriori siti frequentati tramite indagini sul terreno, analisi dei dati digitali e interviste ad attori locali.

Grazie alle informazioni raccolte si è proceduto all'allestimento di due carte rappresentative della situazione attuale: una cartografia della percorribilità e un'altra riguardante le aree di fruizione.

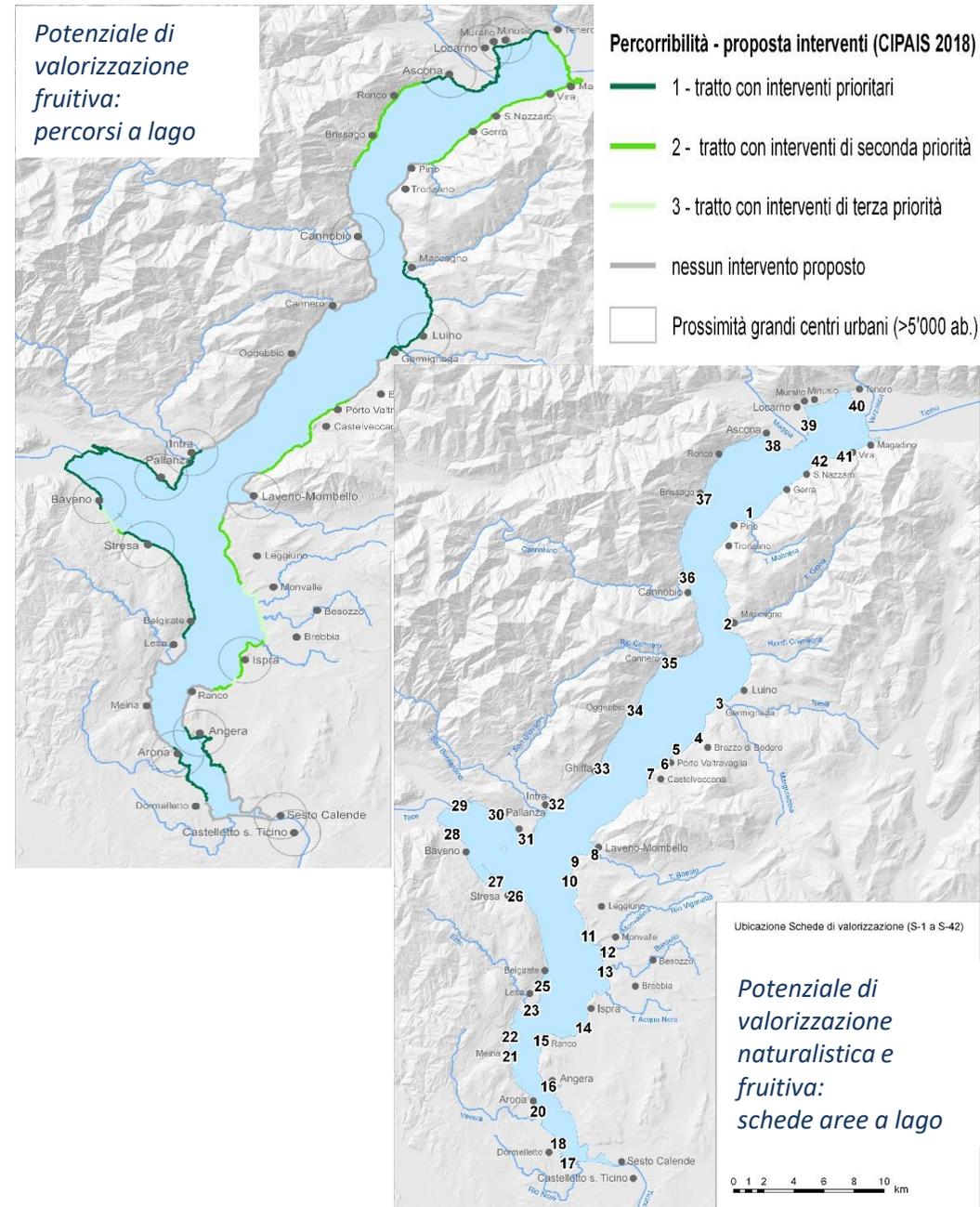
Sulla base di queste cartografie è stato possibile verificare la presenza di deficit di percorribilità e fruizione, e valutarne il potenziale di miglioramento con un'analisi tratto per tratto. Nella definizione del potenziale è stata conferita priorità ai percorsi che collegano i centri urbani a zone naturali, o a poli fruitivi con lidi e campeggi, così come a quei collegamenti che coinvolgono aree d'interesse turistico. Allo stesso modo sono stati messi in evidenza quei tratti di percorso a completamento e ricicatura di tratti già esistenti.

Per quanto riguarda le aree di svago e balneazione, sono stati individuati numerosi siti potenzialmente interessanti per la nuova realizzazione e riqualifica di aree di svago, con un particolare focus su quei siti dove vi è una possibilità di sinergia con i percorsi a lago o per quei siti dove il potenziale di rivalizzazione ecomorfologico permette la realizzazione di interventi integrati.



[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Potenziale di valorizzazione fruitiva:  
percorsi a lago



## L2 1 LIVELLO LACUSTRE

Andamento del livello delle acque lacustri

### DESCRIPTORI

*Livello medio lacustre*  
*Livello minimo lacustre*  
*Livello massimo lacustre*

### OBIETTIVO

All'indicatore non è associato un obiettivo di qualità, anche se le sue variazioni possono influire sulla qualità dell'ecosistema lacustre. L'entità delle variazioni, e/o la persistenza non naturale su livelli medio-alti possono essere causa di impatti per l'ecosistema.

### STATO E TENDENZA

Il Lago Maggiore, pur essendo un corpo idrico naturale è regolato al suo incile dalla diga della Miorina, in località Golasecca a Sesto Calende. La presenza della diga, e quindi di una regolazione attiva dei livelli del lago pone una difficoltà sulle modalità di analisi dei dati di livello registrati e sulla loro interpretazione; questo perché l'andamento dei livelli è legato alla regolazione e non ad una effettiva risposta naturale agli eventi meteorologici, se non a quelli estremi che possono dare origine a fenomeni di esondazione. Tenuto conto di quanto detto in precedenza, in figura 1 si riportano i dati di livello mensile del lago per l'anno 2023, unitamente a quelli medi mensili del periodo di riferimento 1952-2022.

Come si evince dalla figura 1 per i primi mesi dell'anno il livello del lago si è mantenuto al di sotto di quello del periodo di riferimento. Le piogge di maggio hanno portato il livello a superare il valore medio di riferimento nei mesi di maggio e giugno ma le scarse piogge dei mesi successivi lo hanno portato a raggiungere il minimo annuale nel mese di agosto (192,66 m s.l.m.). Le abbondanti piogge dei mesi di agosto, settembre e ottobre hanno fatto innalzare il livello del lago sopra i valori medi del periodo di riferimento facendogli raggiungere il massimo annuale a settembre (195,02 m s.l.m.).

Guardando i dati giornalieri si può dire che il livello del lago è stato regolato intorno al valore del nuovo limite di regolazione (194,35 m s.l.m.) dal 22 maggio fino a fine mese e nei giorni centrali di giugno.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

### Andamento medio mensile dei livelli del lago

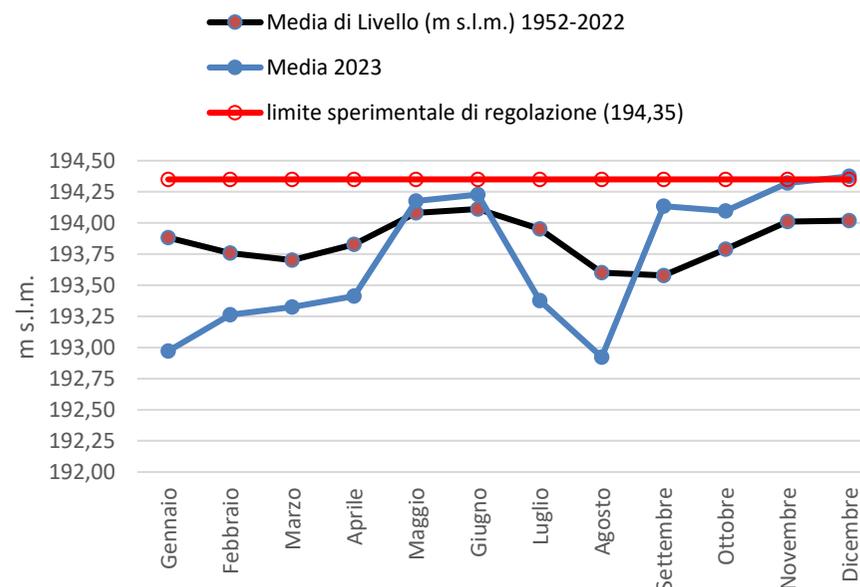


Figura 1 – Andamento medio mensile dei livelli del Lago Maggiore per l'anno 2023 (linea blu) e per il periodo di riferimento 1952-2022 (linea nera). Nuovo limite sperimentale di regolazione richiesto per il periodo 15 marzo - 15 settembre, pari a 194,35 m s.l.m. (linea rossa).

## L2 2 TEMPERATURA MEDIA DELLE ACQUE NEGLI STRATI 0-20 m E PROFONDO

Temperatura media delle acque nello strato 0-20 m e nello strato profondo

### DESCRITTORI

Temperatura media dell'acqua nello strato superficiale  
Temperatura media dell'acqua nello strato profondo (< 200 m)

### OBIETTIVO

All'indicatore non è associato un obiettivo di qualità; la sua osservazione è però utile per la comprensione dei fenomeni biologici ed ecologici caratterizzanti il bacino lacustre e per valutare la risposta del lago ai cambiamenti climatici globali in atto.

### STATO E TENDENZA

Nel Lago Maggiore i risultati delle indagini pluridecennali (CIP AIS a partire dal 1979) hanno mostrato un incremento termico significativo dell'epilimnio e dell'ipolimnio con conseguenze ecologiche in gran parte ancora da valutare.

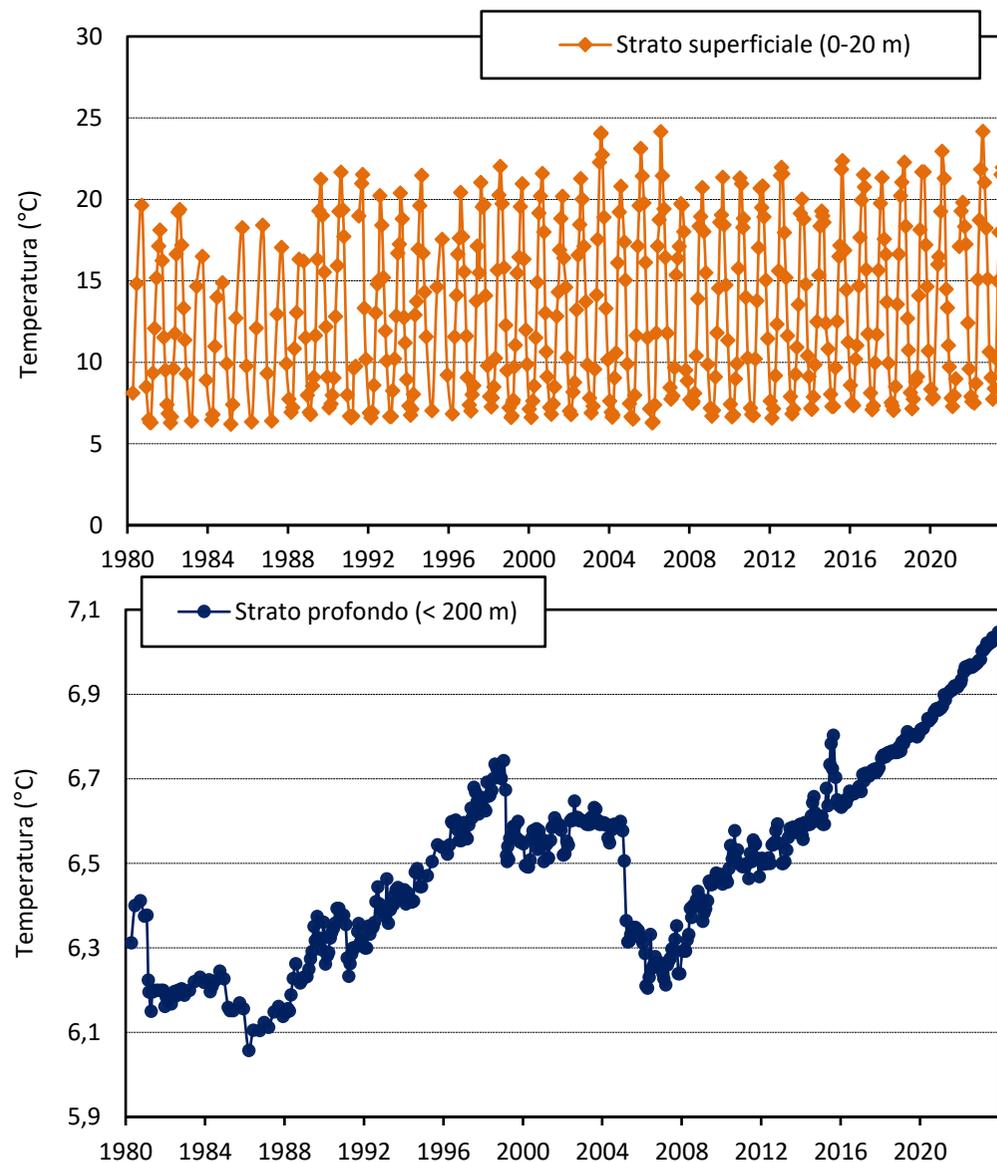
I grafici inerenti l'andamento storico delle temperature, qui a lato, mettono in evidenza un innalzamento graduale delle temperature medie sia nello strato superficiale sia in quello profondo. Il riscaldamento di epilimnio e ipolimnio sta avvenendo in maniera differenziale, con l'epilimnio che si riscalda più velocemente dell'ipolimnio, e questo provoca anche un aumento della stabilità lacustre e una maggiore resistenza al mescolamento tardo-invernale. In particolare, nello strato superficiale, negli ultimi decenni è stato osservato un aumento delle temperature di circa 0,31 °C/decade, con temperature estive che hanno raggiunto valori superiori ai 24 °C nelle estati 2003, 2006 e 2022. Nel 2023 si è raggiunto un valore massimo di 21,97 °C nel mese di agosto, inferiore al massimo assoluto di tutta la serie storica, registrato nel 2022 (24,17 °C).

Le temperature dello strato profondo mostrano il tipico andamento a "dente di sega", con dei periodi che presentano un chiaro trend in aumento, seguiti da diminuzioni improvvise di temperatura, che si hanno in corrispondenza di eventi di mescolamento.

È interessante notare che, a partire dall'anno 2006, anno in cui si è avuta l'ultima omogeneizzazione tardo-invernale completa, la temperatura media dello strato profondo sta continuando ad aumentare. In tutto il 2023 le temperature in profondità sono state sempre superiori a 7,0 °C, stabilendo un record per le temperature dello strato più profondo.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Andamento della temperatura media delle acque dal 1980 al 2023 con riferimento allo strato superficiale e allo strato profondo (in basso)





## L2 3 MASSIMA PROFONDITÀ DI MESCOLAMENTO

Profondità di rimescolamento delle acque lacustri

### DESCRITTORI

Profondità di mescolamento  
Spessore ipolimnio

### OBIETTIVO

Valori di massima profondità di mescolamento inferiori a 100 m sono indice di una condizione potenzialmente critica; una condizione ottimale si ha dunque quando l'omogeneizzazione delle acque riguarda uno strato più profondo.

### STATO E TENDENZA

I programmi di ricerca attuati sul Lago Maggiore comprendono, fin dagli anni '50 del secolo scorso, il monitoraggio di questo parametro. È quindi possibile ricostruire l'andamento della massima profondità di mescolamento per moti convettivi sulla base della serie storica disponibile. Dal suo esame emerge come in passato l'omogeneizzazione delle acque lacustri sia risultata completa (per moti convettivi), cioè abbia raggiunto la massima profondità del lago (370 m), solamente in tre occasioni, sempre alla fine di inverni freddi e ventosi.

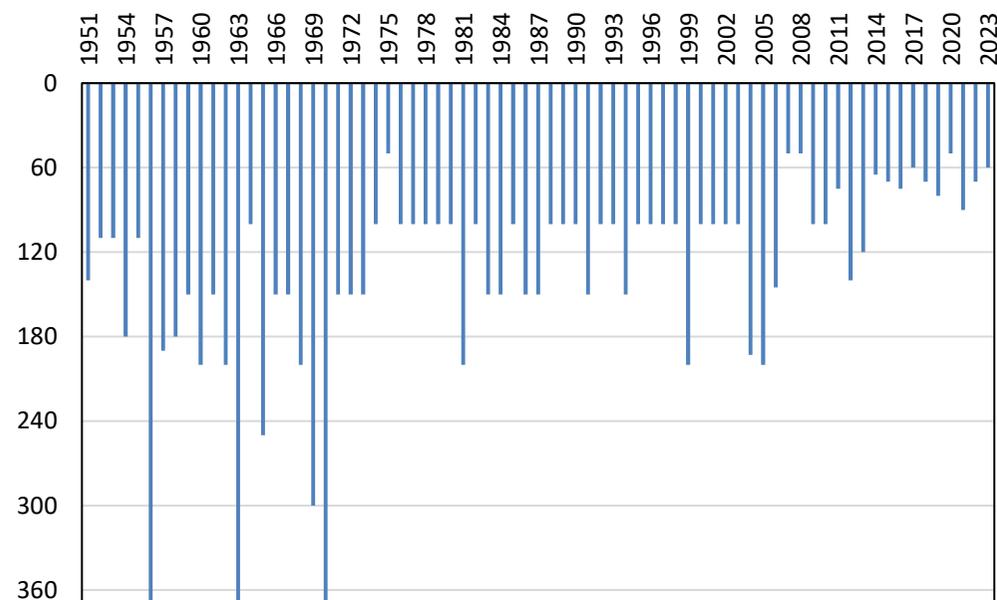
I valori di profondità di mescolamento per moti convettivi sono stati ricavati dall'analisi di parametri misurati in campo, in particolare temperatura delle acque lacustri, concentrazione di ossigeno disciolto e conducibilità, oltre che Lake Number e Numero di Wedderburn, che sono in grado di considerare l'influenza anche della velocità del vento. Le indagini svolte testimoniano come negli ultimi decenni il lago abbia risentito dell'evoluzione climatica globale tendente al riscaldamento, mostrando periodi di stratificazione più lunghi rispetto al passato e una profondità di mescolamento per moti convettivi a fine inverno sempre più ridotta.

Sono ormai 10 anni consecutivi che la profondità di mescolamento non raggiunge i 100 m e nel 2023, in particolare, essa ha raggiunto al massimo i 60 m nel mese di febbraio.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Profondità di mescolamento per moti convettivi valutata a partire dal 1951

Profondità di mescolamento (m)



Valore di riferimento: massima profondità di mescolamento maggiore di 100 m



Stato attuale



Stato al 2010

0 m



100 m

## L3 1 COLONIZZAZIONE DELLE SPONDE DA PARTE DEL CANNETO

Ultimo aggiornamento nel 2012

*Evoluzione della colonizzazione spondale da parte del canneto*

### DESCRITTORI

*Colonizzazione delle sponde  
Canneto*

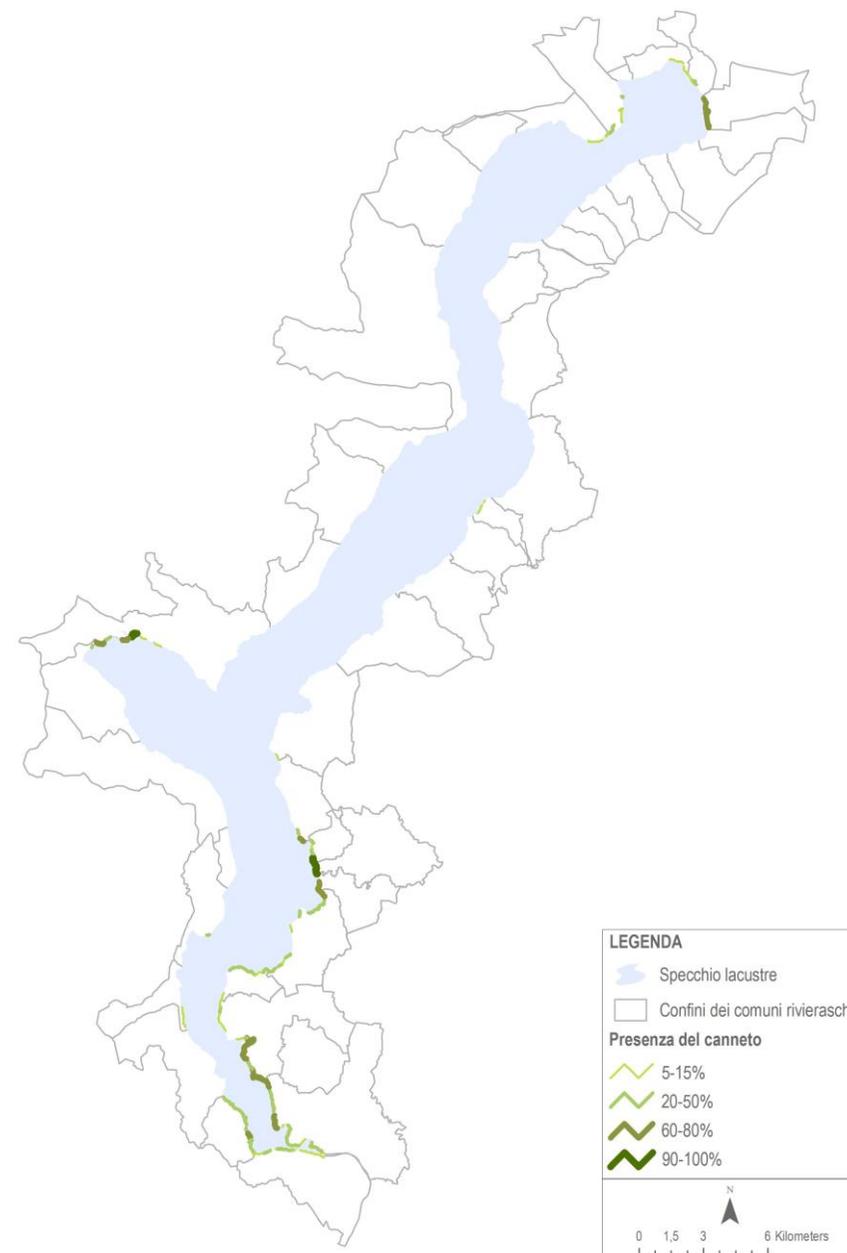
### OBIETTIVO

L'evoluzione di questo indicatore, pur non essendo attualmente oggetto di determinati obiettivi nell'ambito della pianificazione del territorio, rappresenta un importante parametro di riferimento, in quanto lo stato ecologico influenza il mantenimento o il ripristino delle comunità vegetali, in particolare del canneto. L'obiettivo generale che la CIP AIS si propone consiste nel mantenimento dell'attuale stato di conservazione del canneto e, possibilmente, nell'incentivazione di interventi di riqualificazione e ampliamento delle fasce di canneto.

### STATO E TENDENZA

Sulla base delle informazioni ricavate nell'ambito del programma di ricerche quinquennale 2008-2012 "Ecomorfologia rive delle acque comuni" della CIP AIS, inerenti la fascia perilacuale del Lago Maggiore e l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Perilacuale - IFP, si evidenzia la presenza lungo le sponde di **zone a canneto di pregio naturalistico e ambientale** che hanno valso l'inclusione nella rete ecologica europea Natura 2000, costituita da Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS). I tratti di maggiore estensione sono distribuiti alle foci dei principali affluenti del bacino, Toce, Ticino immissario e Maggia, e alla sezione di chiusura del lago nei pressi dell'uscita del Ticino tra Sesto Calende e Castelletto Ticino. In particolare, tali tratti riguardano: nella sponda piemontese, la fascia di Dormelletto (NO) dove è presente il SIC-ZPS "Canneti di Dormelletto" (IT1150004), e la zona di Fondotoce (VCO) caratterizzata dalla presenza del SIC-ZPS "Fondotoce" (IT1140001) che costituisce anche la Riserva Naturale omonima; nella sponda lombarda, le fasce tra Angera e Sesto Calende, ricadenti nella ZPS "Boschi del Ticino" (IT2080301) coincidente con i confini del Parco Lombardo della Valle del Ticino e nel SIC "Palude Bruschera" (IT2010015), e i tratti tra Monvalle e Ispra (VA) in parte ricadenti all'interno della ZPS "Canneti del Lago Maggiore" (IT2010502); nella porzione svizzera, la zona della confluenza del Ticino immissario che rappresenta la Riserva Naturale delle Bolle di Magadino, zona umida di importanza internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar, e la zona della foce del Maggia, che costituisce una Riserva Naturale.

Si evidenzia come le porzioni caratterizzate dalla maggiore estensione del canneto costituiscano anche i tratti di riva lacustre che presentano un giudizio di funzionalità (secondo l'applicazione dell'indice IFP che esprime il grado di integrità e conservazione complessivo delle rive lacustri) "elevato". Dai dati ricavati dall'applicazione dell'IFP risulta un'estensione complessiva delle fasce di canneto di circa 13 km, corrispondenti al 7% dell'intero perimetro lacustre.



## L3 2 ABBONDANZA RELATIVA DELLE PRINCIPALI MACROFITE

Ultimo aggiornamento nel 2012

### DESCRITTORI

Macrofite

### OBIETTIVO

Migliorare o mantenere la qualità ecologica delle acque lacustri comuni in modo da favorire la biodiversità delle specie autoctone vegetali (obiettivo CIP AIS).

### STATO E TENDENZA

Nell'ambito del programma CIP AIS "Ecomorfologia delle acque comuni" sul Lago Maggiore sono state condotte specifiche indagini inerenti il popolamento di macrofite e macroinvertebrati bentonici. Le **macrofite acquatiche** nei contesti lacustri sono rappresentate da muschi, epatiche, pteridofite, angiosperme erbacee ed alghe macroscopiche appartenenti al gruppo delle Characee. Esse sono considerate ottimi indicatori di qualità ambientale, in quanto rispondono in maniera specie-specifica alle condizioni ambientali, quali la presenza di inquinanti organici e inorganici, la trasparenza delle acque, la struttura macroscopica del fondale.

La metodologia d'indagine applicata è basata su quanto descritto in "Protocolli di campionamento - Metodi biologici per le acque - Parte I" (APAT, 2007 e successive revisioni). I rilievi in campo sono stati condotti lungo tutto il perimetro del lago, comprese le isole, e hanno evidenziato un buon sviluppo della copertura macrofitica con **87 aree prive di vegetazione** corrispondenti a 55 km di estensione e **199 transetti vegetati** pari a 120 km.

Le rive con vegetazione presentano coperture differenti: circa la metà della linea di costa vegetata è caratterizzata da una buona copertura macrofitica, mentre il 29,2% dei tratti di sponda, corrispondenti a circa 35 km totali, presentano coperture assai ridotte.

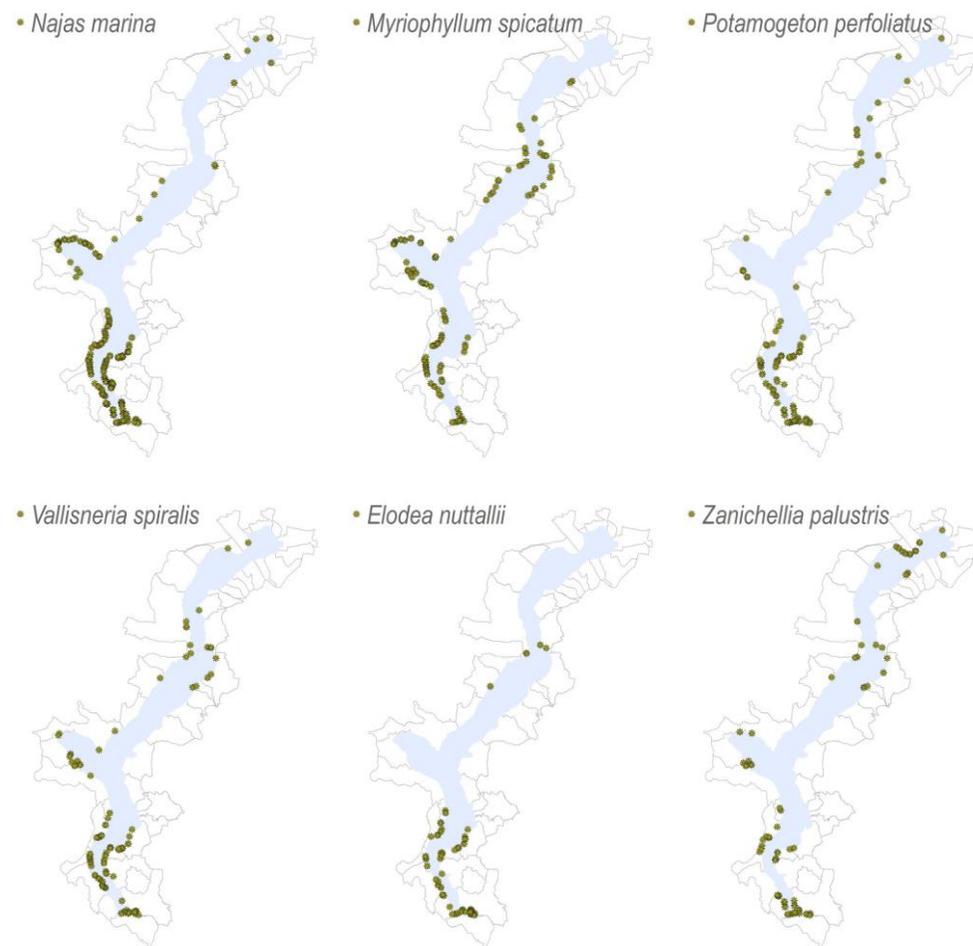
Le specie macrofite osservate nel bacino del Maggiore sono complessivamente 20, 17 fanerogame e 3 caroficee. Le più comuni sono rappresentate da ***Najas marina*** L., ***Myriophyllum spicatum*** L., ***Potamogeton perfoliatus*** L., ***Vallisneria spiralis*** L., ***Elodea nuttallii*** (Planch.) H. St. John, ***Zanichellia palustris*** L.

Specie presenti con popolazioni relativamente ampie sebbene localizzate sono *Lagarosiphon major* (Planch.) H. St. John, *Ceratophyllum demersum* L., *Chara globularis*, *Potamogeton pusillus* L., *Potamogeton pectinatus* L., *Litorella uniflora* L., *Najas minor* All. e *Potamogeton trichoides* Cham et Sch. Infine, le specie che costituiscono rare e piccole popolazioni sono *Potamogeton crispus* L., *Elatine hydropiper* L., *Potamogeton lucens* L., *Trapa natans* L. e 3 Characeae.

Le macrofite si distribuiscono generalmente seguendo il gradiente batimetrico con un andamento di tipo gaussiano, la copertura del primo metro di profondità non è elevata ma aumenta intorno ai 2, 3 e 4 metri per poi iniziare a decrescere con la diminuzione dell'irraggiamento solare.

Ricchezza in specie delle comunità vegetali in rapporto ai tratti costieri lacustri

### Distribuzione delle sei specie macrofite più comuni



## L3 2 ABBONDANZA RELATIVA DELLE PRINCIPALI MACROFITE

Ultimo aggiornamento nel 2018

### DESCRITTORI

Macrofite

### OBIETTIVO

Migliorare o mantenere la qualità ecologica delle acque lacustri comuni in modo da favorire la biodiversità delle specie autoctone vegetali (obiettivo CIP AIS).

### STATO E TENDENZA

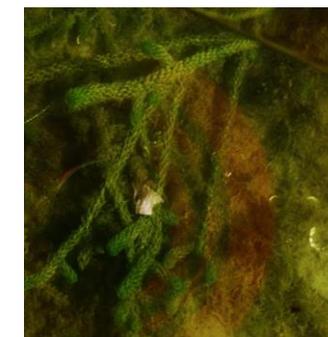
Nell'ambito del programma delle ricerche CIP AIS per il triennio 2016-2018 è stato condotto uno studio sulle Specie Invasive Alloctone del bacino del Lago Maggiore (Progetto SPAM) inerente il popolamento di macrofite, bivalvi e macrocrostacei. Lo studio sulle **macrofite acquatiche** costituisce un approfondimento delle conoscenze sulle specie alloctone invasive e sulla loro distribuzione nel Lago Maggiore, valutando in particolare le variazioni degli areali rispetto ai dati storici conosciuti con riferimento soprattutto ai dati raccolti nel biennio 2011-2012 dal precedente progetto ECORIVE. Sono state censite, infatti, 44 specie (39 piante superiori e 5 macroalghe), su una potenzialità stimata, in base ai censimenti storici reperiti in bibliografia, dal 1878 ad oggi, di 103 specie (94 piante vascolari e 9 piante inferiori). Tuttavia, considerando solo le macrofite più strettamente acquatiche rinvenute nella fascia litoranea, il Lago Maggiore risulta il primo lago in Lombardia e tra i primi d'Italia per numero di specie presenti. Nonostante ciò, sono solo 7 le specie che si rinvencono con più frequenza e abbondanza nel lago (esempio: *Potamogeton perfoliatus*, *Najas major*, *Potamogeton pusillus* e *Vallisneria spiralis*), mentre le altre sono poco comuni o rare, localizzate perlopiù in stazioni puntiformi e/o isolate e a rischio di estinzione. Ciò è dovuto soprattutto alla presenza delle **specie esotiche invasive**, che pur rappresentando solo il 10% delle specie presenti nel lago, sono capaci in breve tempo di ricoprire estese superfici sostituendosi alle specie native meno efficienti e rapide nell'acquisizione delle risorse (luce e nutrienti), nella crescita, nella riproduzione e nella colonizzazione di nuove aree. Nella loro strategia competitiva, inoltre, le specie esotiche modificano l'ambiente colonizzato a loro vantaggio, rendendolo inospitale ad eventuali altri competitori. Il Lago Maggiore, tuttavia, racchiude ancora notevoli valenze naturalistico-ambientali meritevoli di conservazione e salvaguardia, come la presenza di 28 specie di pregio (specie protette o inserite nelle liste rosse delle specie a rischi di estinzione), quali ad esempio *Ceratophyllum demersum*, *Eleocharis acicularis*, *Gratiola officinalis*, *Hippuris vulgaris*, *Limniris pseudacorus*, *Littorella uniflora*, *Potamogeton nodosus*, *Ranunculus reptans*, *Ranunculus trichophyllus*, *Trapa natans* e *Zannichellia palustris*, e di 3 Habitat di interesse comunitario. Nel lago sono state rinvenute **4 specie esotiche**: *Elodea canadensis*, *E. nuttallii*, *Lagarosiphon major*, ed *Egeria densa*, di cui solo le prime tre sono considerate **invasive**, come confermato dal confronto dei dati e delle carte di distribuzione attuali delle esotiche con quelli riferiti al progetto ECORIVE, dove si è osservato come queste specie si siano diffuse lungo la linea di costa, più del doppio della distribuzione che avevano nel 2012. Negli ultimi 5 anni, si è passati da 34 km a 87,4 km di linea di costa occupati da queste specie su un totale di 120 Km di costa. *E. densa* ha subito una forte regressione dell'areale, essendo stata ritrovata in una sola stazione.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Ricchezza in specie delle comunità vegetali in rapporto ai tratti costieri lacustri

Distribuzione delle specie esotiche invasive di macrofite: a sinistra nel biennio 2011-2012 (ECORIVE), a destra nel 2017 (SPAM)

Distribuzione di  
*Lagarosiphon major*



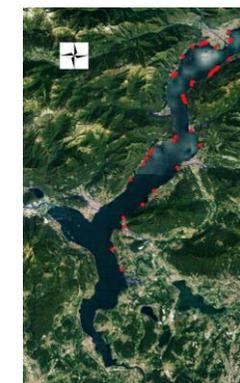
*Lagarosiphon major*

Distribuzione di  
*Elodea nuttallii*



*Elodea nuttallii*

Distribuzione di  
*Elodea canadensis*



*Elodea canadensis*

## L3 3 MORFOLOGIA DELLE RIVE LACUSTRI

Ultimo aggiornamento nel 2012

Tipologia di riva sulla base dei caratteri morfologici della fascia perilacuale

### DESCRITTORI

Stato della Naturalità delle rive  
Indice di Funzionalità Perilacuale  
Indice Lake Habitat Survey  
Accessibilità e Fruibilità della Riva

### OBIETTIVO

L'osservazione dei caratteri morfologici attuali delle rive permette di effettuare scelte strategiche e pianificatorie che dovrebbero mirare da un lato all'incremento della fruibilità delle sponde e dall'altro alla tutela delle aree di pregio naturalistico, al ripristino e alla rinaturalizzazione dei tratti di sponda lacustre artificiali. I cambiamenti riscontrati nel tempo forniscono le informazioni circa la buona riuscita delle azioni implementate.

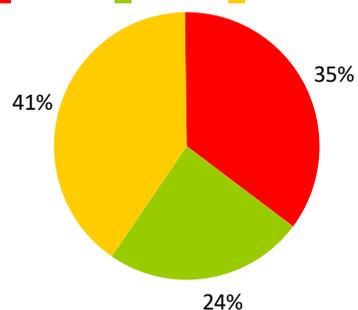
### STATO E TENDENZA

Nell'ambito del programma 2008-2012 CIP AIS, sono stati condotti per il Lago Maggiore studi inerenti la funzionalità della fascia perilacuale e la fruibilità delle rive.

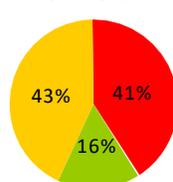
Sulla base delle indagini condotte è possibile rappresentare il diverso grado di naturalità delle rive: emerge che le sponde a carattere pienamente naturale risultano pari al 24% dell'intero perimetro lacustre, per un'estensione complessiva di circa 42 chilometri, mentre le sponde che risultano totalmente artificializzate costituiscono il 35% del perimetro lacustre pari a circa 63 chilometri.

Con riferimento alle tre unità territoriali, emerge come la Lombardia sia caratterizzata dalla percentuale maggiore di sponde a carattere naturale (36% corrispondente ad una lunghezza complessiva di 24,5 chilometri).

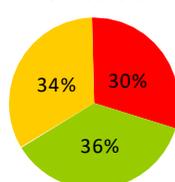
**Stato di naturalità delle rive**  
■ Artificiale ■ Naturale ■ Semi-naturale



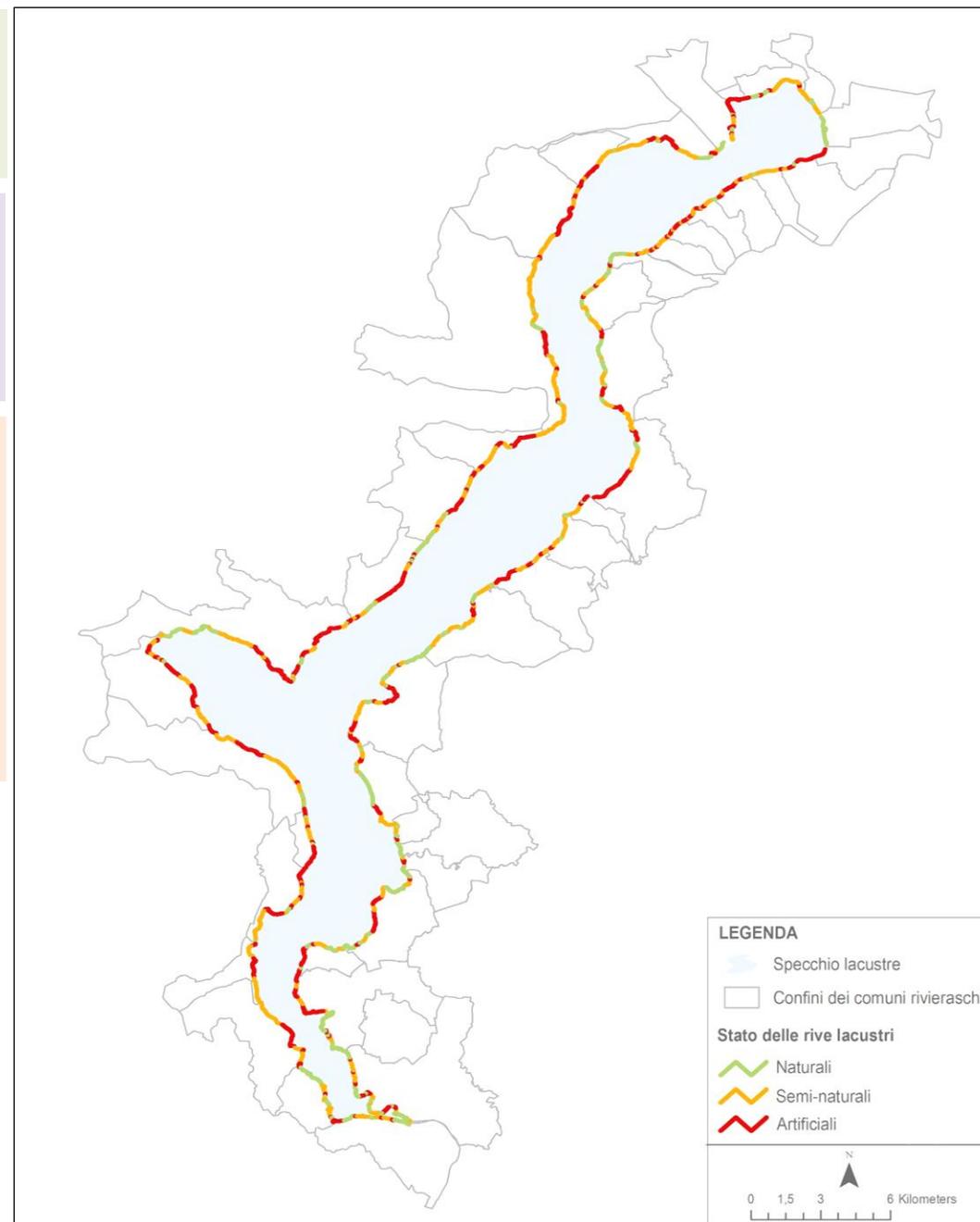
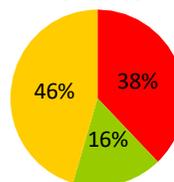
**Svizzera**



**Lombardia**



**Piemonte**



## L3 3 MORFOLOGIA DELLE RIVE LACUSTRI

Ultimo aggiornamento nel 2012

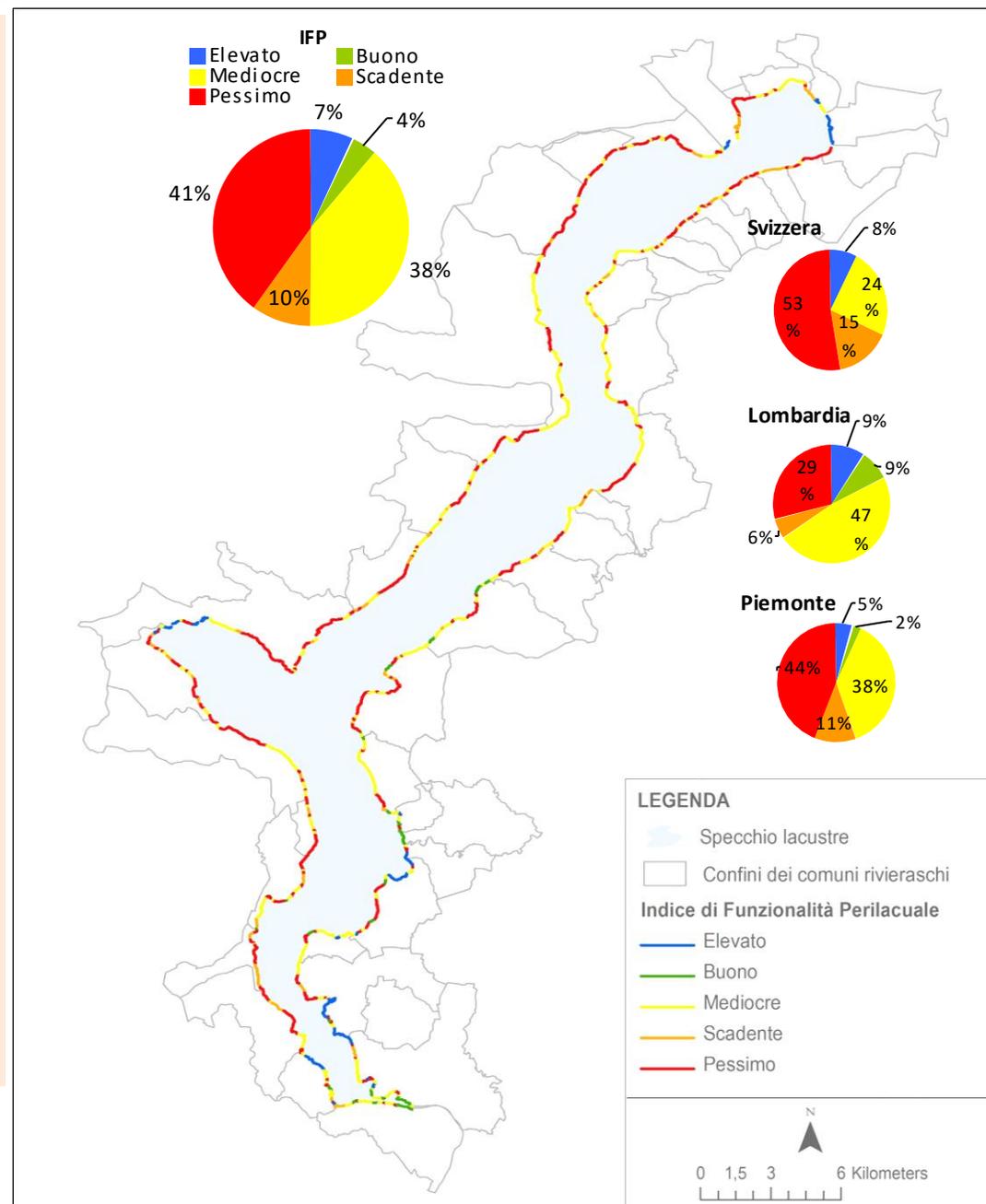
La valutazione della funzionalità ha previsto l'applicazione dell'**Indice di Funzionalità Perilacuale**, sviluppato da un gruppo di lavoro istituito da APAT (Siligardi M. *et al.*, 2009), e del *Lake Habitat Survey* (Scotland et Northern Ireland Forum For Environmental Research). L'applicazione dell'IFP ha restituito un'immagine del bacino mediamente scadente a livello ecologico-funzionale, più del 50% della sponda del Maggiore presenta un giudizio tra lo scadente e il pessimo, solo all'11% della riva è attribuito un giudizio buono o elevato. Le sezioni valutate positivamente si trovano nelle aree che presentano morfologia della sponda pianeggiante e sabbiosa, ossia all'uscita del Ticino a sud, nel golfo di Ispra e Besozzo, alla foce del Toce, del Ticino e del Maggia, aree queste che presentano una tipologia di riva completamente naturale e intatta.

L'applicazione del *Lake Habitat Survey* - LHS porta alla definizione di due indici il *Lake Habitat Modification Score* - LHMS e il *Lake Habitat Quality Assessment* - LHQA che rappresentano rispettivamente un'indicazione di alterazione morfologica e un indice di qualità idromorfologica dell'ambiente indagato, attraverso i quali è possibile effettuare la classificazione morfologica.

Il valore del LHMS può variare tra 0, indice di una condizione inalterata, e 42, per un lago completamente antropizzato. Per il Verbano il LHMS è risultato pari a 32, testimoniando uno **scostamento significativo dalla condizione originaria**; l'uso intensivo della zona di riva e le attività antropiche strettamente legate all'ambiente acquatico e su di esso direttamente impattanti sono le principali criticità che portano a una situazione di forte disturbo delle caratteristiche ecologico-morfologiche naturali del lago. Il valore del LHMS ottenuto è molto al di sotto del limite normativo previsto per la classe "buono" (compreso tra 2 e 4), indicato per la valutazione delle condizioni morfologiche di un corpo idrico lacustre.

Il valore del LHQA è risultato pari a 80 su un punteggio massimo di 104, valori alti dell'indice si riferiscono ad una qualità idromorfologica elevata e più nello specifico una buona qualità degli habitat naturali lacustri presenti in maniera ampia e diversificata nelle tre zone studiate dal metodo: ripariale, di sponda e litorale. Complessivamente **la valutazione sulla naturalità, diversità e complessità del sistema lacustre risulta essere piuttosto elevata**, ciò in relazione alla presenza di una componente litorale che si mantiene in buone condizioni, probabilmente per il fatto che un ambiente vasto come il Verbano ha la capacità di assorbire e mitigare gli impatti derivanti dalle pressioni esistenti solo all'interno della cuvetta lacustre, risentendone invece in maniera più critica nelle fasce costiera e ripariale.

Tipologia di riva sulla base dei caratteri morfologici della fascia perilacuale



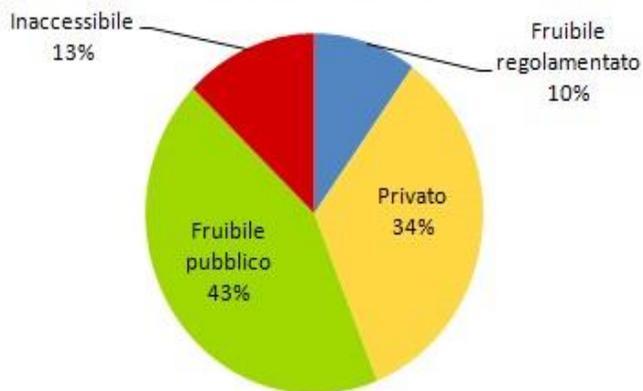
### L3 3 MORFOLOGIA DELLE RIVE LACUSTRI

Ultimo aggiornamento nel 2012

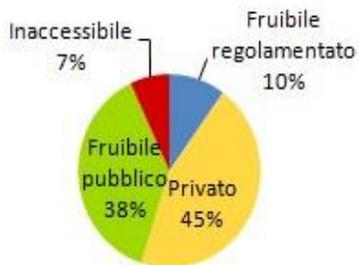
Tipologia di riva sulla base dei caratteri morfologici della fascia perilacuale

Per quanto riguarda l'accessibilità e la fruibilità delle sponde, l'accessibilità pubblica è garantita per il 43% delle rive (per un'estensione complessiva di circa 77 chilometri), a cui si può sommare un 10% di sponde che, pur essendo private, risultano comunque fruibili da parte del pubblico (circa 17 chilometri), mentre il 4% delle sponde lacustri, corrispondente ad un'estensione di circa 7 chilometri, risulta inaccessibile in quanto ricadente all'interno di aree protette.

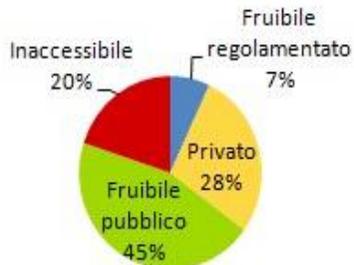
**Accessibilità e fruibilità della riva**



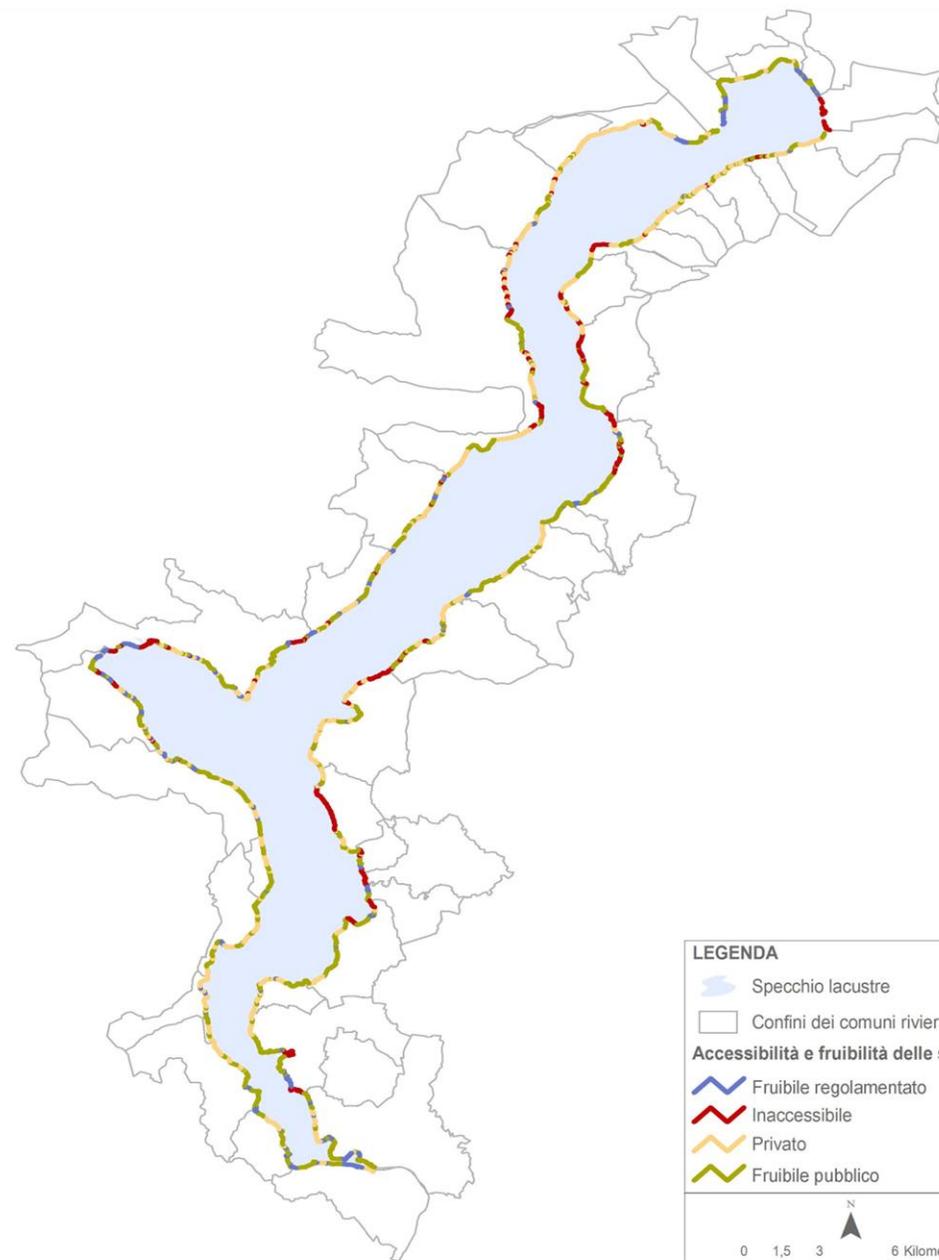
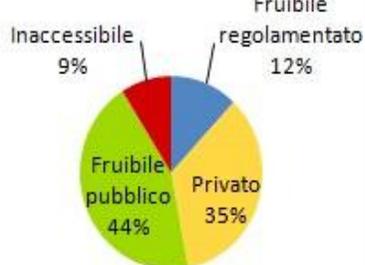
**Svizzera**



**Lombardia**



**Piemonte**





## L3 4 TRASPARENZA

La trasparenza è indice della quantità di microalghe presenti nello strato illuminato

### DESCRIPTORI

Trasparenza delle acque

### OBIETTIVO

Valori medi annui di trasparenza inferiori a 5 m (obiettivo definito dalla CIP AIS) sono da ritenersi indice di un peggioramento dello stato trofico in conseguenza di una maggiore produttività algale.

### STATO E TENDENZA

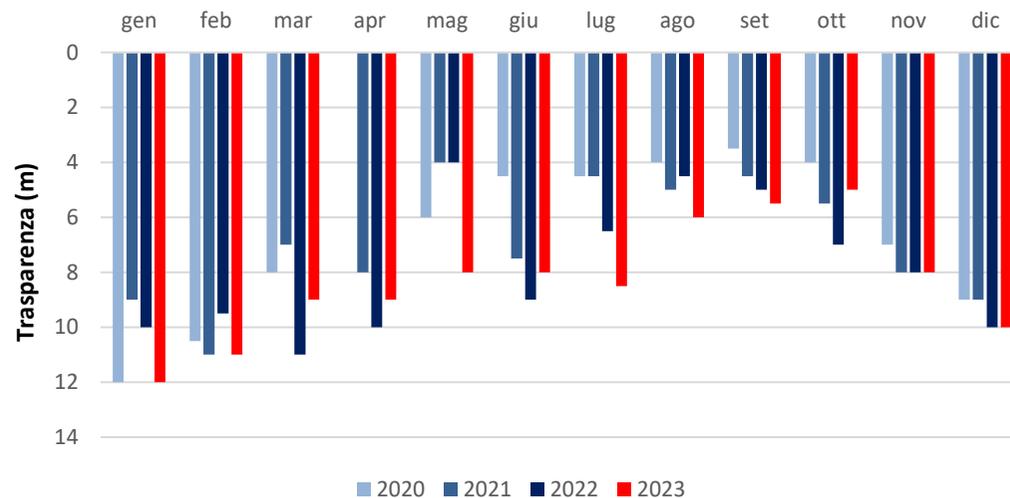
L'andamento annuale della trasparenza delle acque del Lago Maggiore è valutato tramite misura della profondità di scomparsa del disco di Secchi, eseguita con cadenza mensile.

Le variazioni stagionali nel 2023 si sono in parte discostate dal tipico andamento annuale, che vede i valori massimi nella stagione invernale e primaverile e i minimi nel periodo estivo, in relazione alla produzione algale. I valori minimi nel 2023 (4,5 m) sono stati rilevati a settembre-ottobre; i massimi, particolarmente elevati (12 e 11 m) rispettivamente a gennaio e dicembre. Valori abbastanza elevati hanno caratterizzato anche il periodo primaverile ed estivo (es. 8-8,5 m tra maggio e luglio). La trasparenza media annua nel 2023, ottenuta dai dati mensili, è risultata pari a 8,3 m, valore tra i più alti della serie storica e dovuto prevalentemente all'elevata trasparenza delle acque nei mesi invernali.

La serie storica dei dati (1981-2022) ed i valori medi annui (in rosso), ottenuti dai 12 valori mensili, non mostrano comunque tendenze particolari e risultano compresi tra 6 e 8 m.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

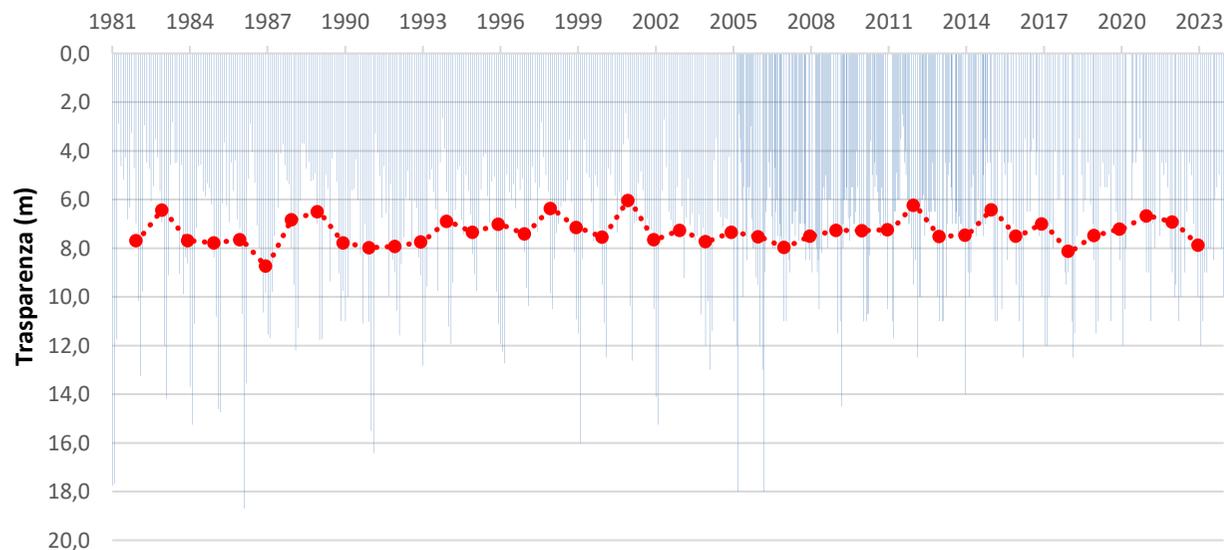
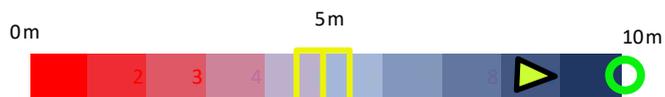
Trasparenza delle acque, misurata mediante il Disco di Secchi: valore medio mensile nell'anno 2023 raffrontato al valore medio mensile riferito alla serie storica (in alto) e andamento delle medie mensili dal 1981 al 2023 (in basso)



Obiettivo: valore medio annuo di trasparenza maggiore di 5 m

Stato attuale

Stato al 2010





## L3 5 CLOROFILLA *a*

Concentrazione di clorofilla *a* nelle acque lacustri

### DESCRITTORI

Concentrazione di Clorofilla *a*

### OBIETTIVO

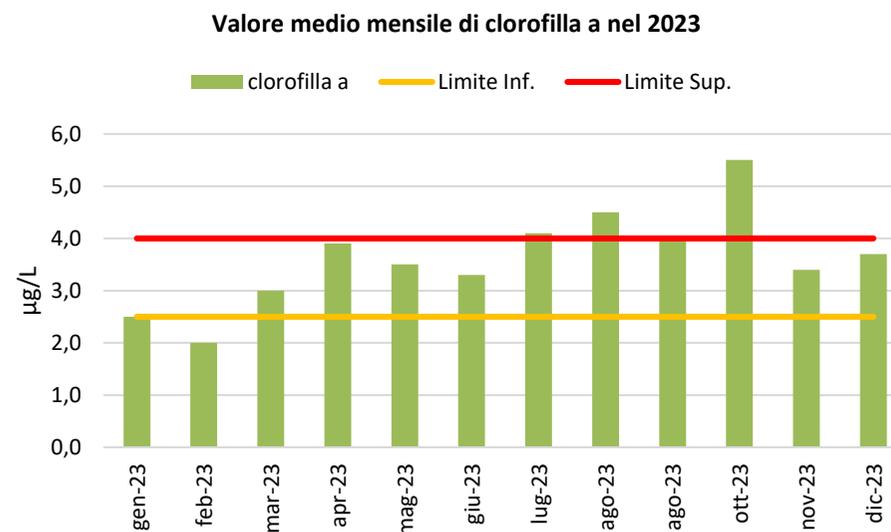
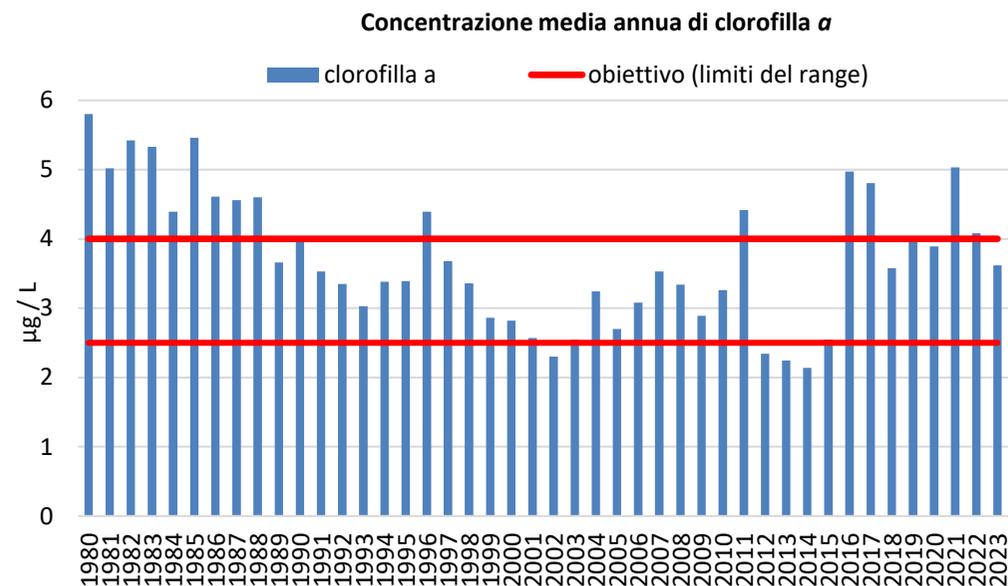
La CIP AIS ha definito quale obiettivo da perseguire il mantenimento di una concentrazione media annua di clorofilla *a* entro un intervallo di valori compresi tra 2,5 e 4 µg/L, considerato ottimale per il Lago Maggiore.

### STATO E TENDENZA

Nel 2023, la concentrazione media di clorofilla *a* è stata pari a 3,6 µg/L in diminuzione rispetto agli anni precedenti (4,1 µg/L nel 2022 e 5,0 µg/L nel 2021). Le medie mensili della concentrazione della clorofilla *a*, descrittore sintetico dell'evoluzione stagionale del fitoplancton, mostrano nel 2023 un massimo primaverile ridotto di 3,9 µg/L ad aprile. Si è trattato di un anno con valori pressoché omogenei di clorofilla. Non ci sono stati i picchi di concentrazioni della clorofilla *a* come osservato nel periodo primaverile (maggio) degli anni precedenti. Le concentrazioni della clorofilla *a* nella zona eufotica sono comprese da un minimo di 2,0 µg/L (febbraio) a un massimo di 5,5 µg/L (ottobre). Valori inferiori a 1 µg/L non sono mai stati registrati durante l'anno in corso. Si sottolinea come le fluttuazioni interannuali di questo parametro, osservate nel periodo più recente dell'evoluzione del Lago Maggiore, siano da mettere in relazione soprattutto alla variabilità meteo-climatica. Nel complesso gli andamenti delle medie annue di biovolume e clorofilla *a* sono in media rispetto alla serie storica recente del lago e allo stesso tempo evidenziano come la dinamica del fitoplancton nel Lago Maggiore sia strettamente dipendente dalle vicende meteo-climatiche.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Concentrazione di clorofilla *a*: serie storica del valore medio annuo (in alto) e valori medio mensili per l'anno 2023 (in basso)



Obiettivo: range di valori compresi tra 2,5 e 4 µg/L

Stato attuale  
 Stato al 2010





## L3 6 FITOPLANCTON

Specie fitoplanctoniche censite durante l'anno

### DESCRITTORI

Biovolume totale fitoplanctonico

Determinazione e conteggio del fitoplancton

### OBIETTIVO

Per il D.M. 8 novembre 2010, n. 260 ad un range di concentrazione 0,4-1,0 mm<sup>3</sup>/L del valore di biovolume medio annuo corrisponde l'intervallo di classe dello Stato Buono.

### STATO E TENDENZA

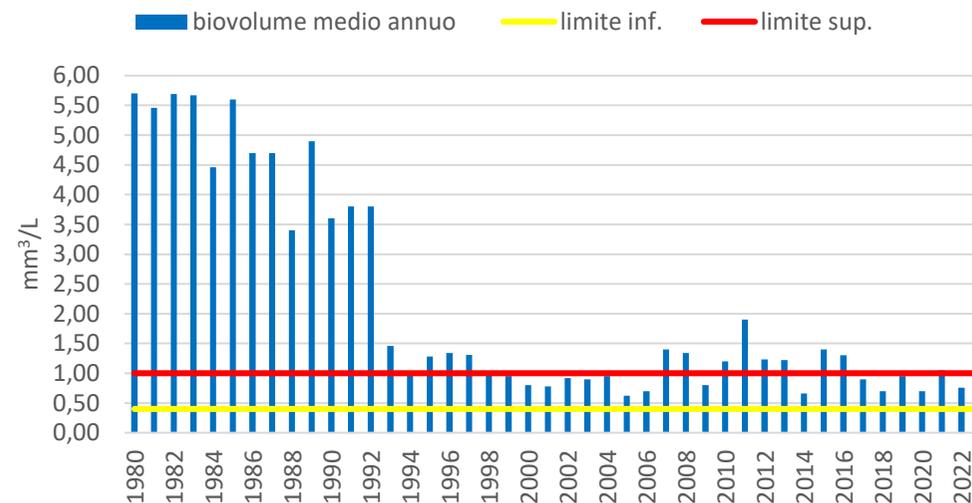
Il biovolume totale del fitoplancton rappresenta uno dei parametri previsti dalla Direttiva Europea 2000/60 per la valutazione di qualità ecologica dei corpi idrici. È una stima diretta della biomassa di fitoplancton presente e, come tale, correlabile alla disponibilità di nutrienti e quindi allo stato trofico. Non è un parametro ridondante rispetto alla clorofilla *a*, poiché, a differenza di questa, non è influenzato da variazioni dell'attività metabolica cellulare. I due parametri sono complementari, perché, se associati, possono fornire anche un'indicazione sullo stato di salute delle popolazioni fitoplanctoniche.

Nel 2023, la tendenza a lungo termine del biovolume ricalca in larga parte quella della clorofilla *a*. La diatomea centrica *Urosolenia eriensis* contribuisce tutto l'anno come specie significativa. I valori massimi si sono registrati a ottobre (2,0 mm<sup>3</sup>/L) mentre il minimo è a febbraio (0,2 mm<sup>3</sup>/L). Rispetto all'anno precedente, il biovolume medio annuo pari a 0,93 mm<sup>3</sup>/L è aumentato rispetto all'anno precedente (0,75 mm<sup>3</sup>/L), ma in linea con i valori degli ultimi anni. Come per gli ultimi anni, anche nel 2023 non si assiste alla predominanza costante di *Fragilaria crotonensis* per l'intero anno ed è da rilevare l'assenza del genere *Aulacoseira*. Le dinoficee sono tra le specie significative nel mese di luglio, rappresentate da *Ceratium hirundinella* unitamente ai generi *Gymnodinium* e *Peridinium*, in grado di accumulare i nutrienti, che ormai scarseggiano nella zona eufotica. Le criptoficee danno il loro contributo soprattutto con *Plagioselmis nannoplanctica* e *Katablepharis ovalis*, con una biomassa media annua di 159,6 mm<sup>3</sup>/L e 33,2 mm<sup>3</sup>/L, mentre per l'intera classe con un contributo medio annuo di circa 200 mm<sup>3</sup>/L, valore aumentato rispetto ai 70,54 mm<sup>3</sup>/L dell'anno precedente. Per quanto riguarda l'importanza delle cloroficee, la loro presenza risulta modesta, nonostante la biodiversità elevata: tutte le specie rinvenute sono presenti con biovolumi trascurabili per un totale di un biovolume medio annuo di 13,1 mm<sup>3</sup>/L (16,8 mm<sup>3</sup>/L nel 2022): in pratica, tra le 38 specie rinvenute solo il genere *Koliella* è risultato significativo. Tra le crisoficee nel 2023, risultano diverse specie come significative tra cui il genere *Chrysochromulina*, *Synura*, *Uroglena*.

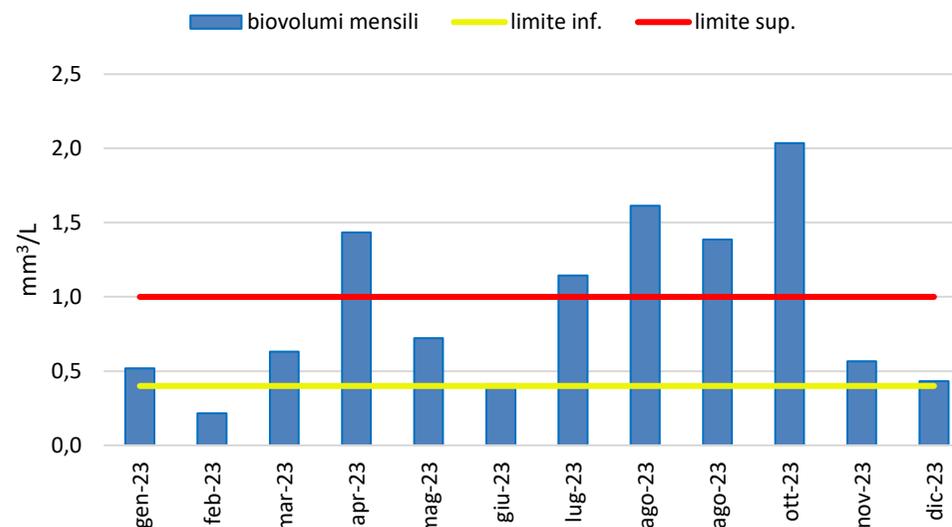
[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Serie storica del valore medio annuo (in alto) del biovolume e valori medio mensili per l'anno 2023 (in basso)

### Biovolume medio annuo



### Biovolume medio mensile nel 2023



Obiettivo: Biovolume Medio annuo nel range di concentrazione 0,4-1,0 mm<sup>3</sup>/L per lo Stato Buono.

Stato attuale

Stato al 2010

0,25 mm<sup>3</sup>/L      0,4-1 mm<sup>3</sup>/L      2,4 mm<sup>3</sup>/L

# L3 6 FITOPLANCTON

## Focus PERCENTUALE DI CIANOBATTERI

### DESCRITTORI

Determinazione e conteggio del fitoplancton (cianobatteri)

### OBIETTIVO

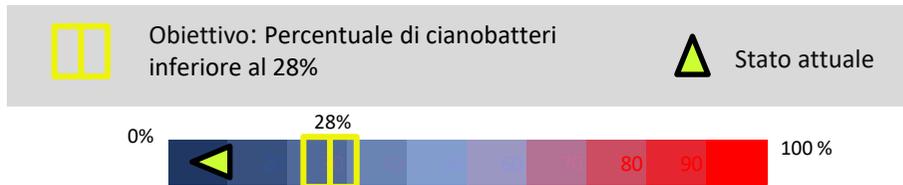
Secondo il D.M 260/2010, lo stato ecologico "Buono" corrisponde ad un biovolume medio annuo di cianobatteri inferiore al 28% del biovolume medio annuo dell'intera comunità fitoplanctonica. Questo limite, specifico per gli invasi dell'ecoregione mediterranea, può però essere assunto indicativamente come un indice di buona qualità ecologica anche per il Lago Maggiore.

### STATO E TENDENZA

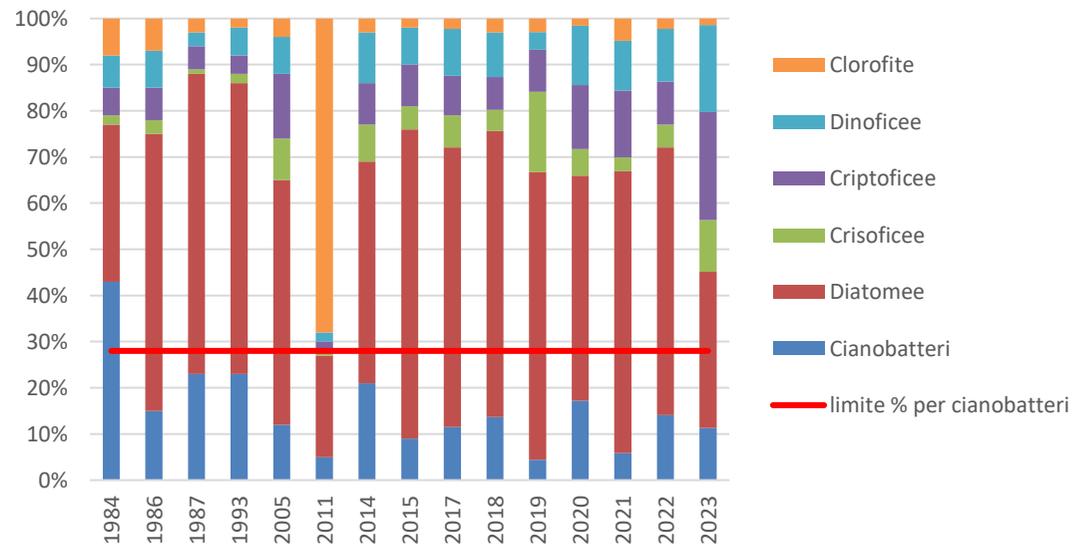
Nel 2023 la crescita massima dei cianobatteri è avvenuta nei mesi di marzo e ottobre con una percentuale di cianobatteri nell'anno pari mediamente all'11%, diminuita rispetto all'anno precedente (14%). Da sottolineare il contributo dei cianobatteri al biovolume totale della comunità fitoplanctonica nel mese di marzo, che ha raggiunto circa il 38% e nel mese di ottobre del 18%. Anche per il 2023 si riconferma il contributo significativo delle oscillatoriali con *Planktothrix rubescens/agardhii*, ormai da anni un elemento tipico della flora algale pelagica del Lago Maggiore: *P. rubescens/agardhii* e *Tychonema bourellyi* hanno contribuito da gennaio a luglio e da aprile a luglio con biomasse più di 300 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> per il genere *Planktothrix* e più di 70 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Il genere *Aphanizomenon*, indicatore di aumento di trofia delle acque, è stato presente ma non come specie significativa nel 2023, contrariamente agli anni scorsi. Per la crescita dei cianobatteri di piccole dimensioni nel 2023 il loro contributo è risultato significativo nel mese di agosto e settembre con i generi *Aphanothece* e *Snowella lacustris* rispettivamente con 55,6 e 248,4 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Il genere *Microcystis* con la specie *Microcystis aeruginosa* è risultato tra le specie significative nel mese di settembre con biomasse modeste. La presenza nel 2023 dei cianobatteri di piccole dimensioni potrebbe essere legata alla crescente stabilità della colonna d'acqua unitamente alle alte temperature attribuibili al riscaldamento climatico e confermata dai dati a lungo termine. In conclusione, le osservazioni compiute nell'anno 2023, in generale, evidenziano, una volta di più, come la dinamica del fitoplancton nel Lago Maggiore sia strettamente dipendente dalle vicende meteorologiche, molto probabilmente responsabili della variabilità interannuale osservata a carico di alcune componenti della biocenosi algale. Queste osservazioni devono indurre a mantenere alta la soglia di attenzione sui cambiamenti recenti in corso nel Lago Maggiore. L'importanza degli studi a lungo termine è confermata dall'analisi dei dati del 2023, che ha presentato alcune particolarità rispetto sia al 2022 che agli anni immediatamente precedenti dimostrando la rilevanza di disporre di una lunga serie storica di dati per interpretare i cambiamenti in corso.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Percentuale di biomassa di ciascun gruppo tassonomico dal 1984 al 2023



Percentuale di biomassa per ciascun gruppo algale



# L3 7 BIOMASSA DELLE POPOLAZIONI ZOOPLANCTONICHE

## DESCRITTORI

Rotiferi, Copepodi, Cladoceri

## OBIETTIVO

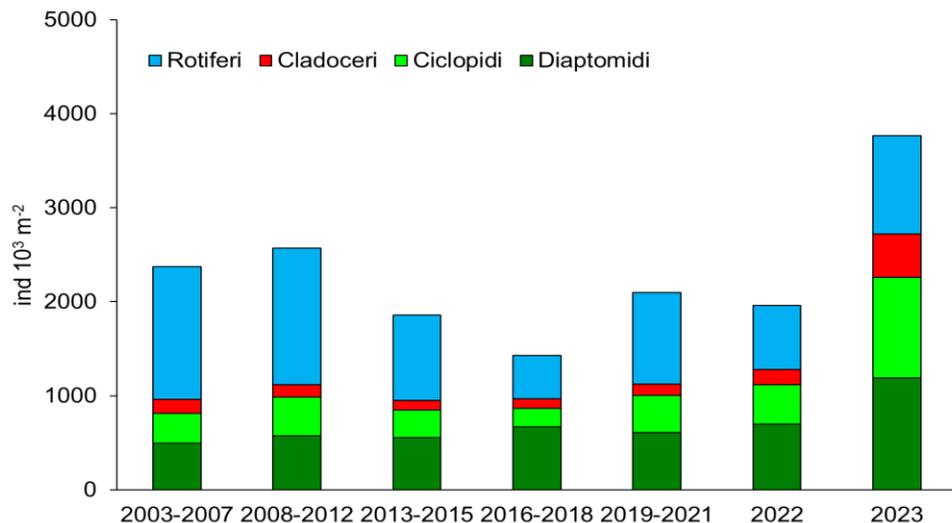
Un valore medio annuo di biomassa di rotiferi superiore al 20% del popolamento zooplanctonico totale corrisponde al valore soglia al di sopra del quale si riscontrano alterate condizioni ambientali.

## STATO E TENDENZA

Nel 2023 i valori medi annui delle componenti zooplanctoniche a crostacei sono risultati circa doppi rispetto a quelli osservati nel 2022 e nel triennio precedente (Fig. 1).

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Fig. 1. Densità di popolazione dei gruppi componenti lo zooplancton di rete pelagico del Lago Maggiore nello strato 0-50m: confronto dei valori medi dei quinquenni 2003-2007 e 2008-2012, dei trienni 2013-2015, 2016-2018, 2019-2021 e degli anni 2022 e 2023.



Soglia critica: valore medio annuo di biomassa di rotiferi inferiore al 20% del popolamento zooplanctonico totale

Stato attuale

Stato al 2010

0%

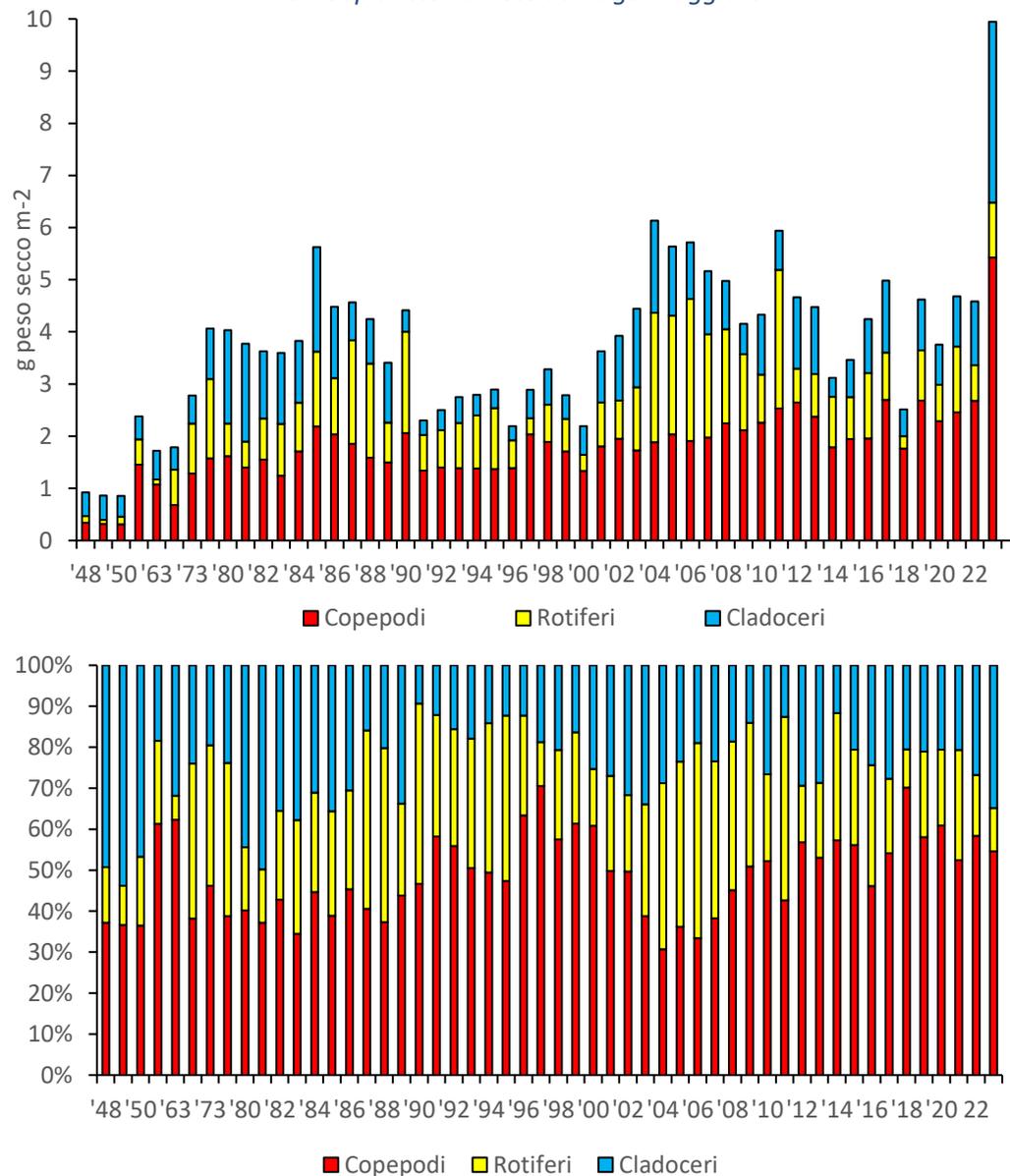
20%

100%



## Densità delle popolazioni zooplanctoniche

Variazioni a lungo termine della densità di popolazione media annuale (valore numerico in alto, percentuale in basso) dei tre gruppi di organismi componenti lo zooplancton di rete del Lago Maggiore



# L3 8 DIETA E COMPETIZIONE DELLE SPECIE ITTICHE PER LE RISORSE ALIMENTARI

Indicatore di sovrapposizione della nicchia trofica tra le principali specie ittiche autoctone e alloctone

## DESCRITTORI

Indice di sovrapposizione della nicchia trofica  $\alpha$

## OBIETTIVO

L'indice  $\alpha$  può variare tra un valore pari a 0 (nessuna sovrapposizione) e 1 (completa sovrapposizione), mentre  $\alpha > 0,8$  può essere considerato indice di un elevato grado di similarità nelle diete e di significativa competizione anche in condizioni di elevata produzione ambientale e disponibilità di risorse alimentari.

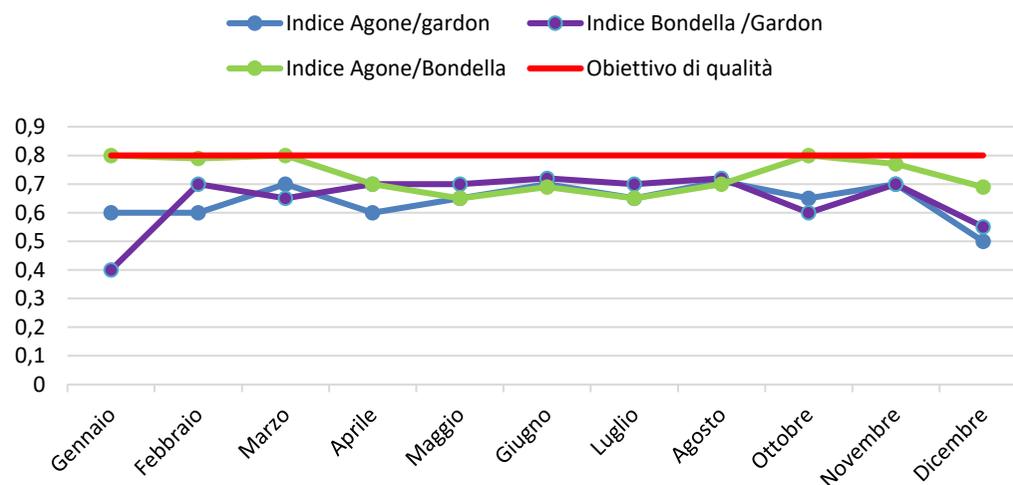
## STATO E TENDENZA

L'indicatore è costruito dall'analisi congiunta delle informazioni relative alla composizione specifica e all'abbondanza numerica delle diverse prede per ogni specie ittica. È descritto sinteticamente dall'indice di sovrapposizione di nicchia (Schoener's index) applicato alle tre specie ittiche monitorate: il gardon, l'agone e il coregone bondella.

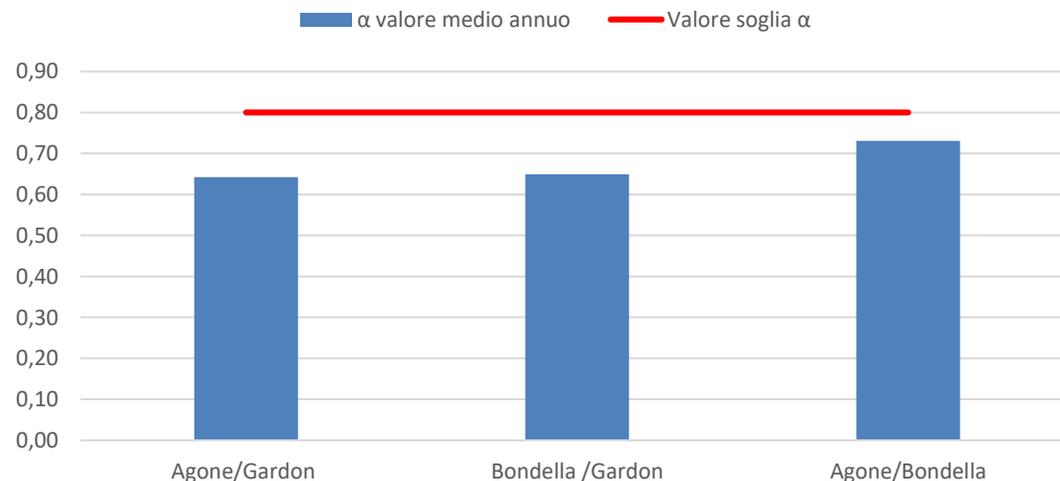
Il valore più elevato è stato misurato per bondella e agone ( $\alpha = 0,73 \pm 0,06$ ), superiore a quanto misurato per bondella e gardon ( $\alpha = 0,65 \pm 0,1$ ) e gardon e agone ( $\alpha = 0,64 \pm 0,06$ ). L'indice di sovrapposizione alfa tra le diverse specie varia in misura abbastanza importante durante l'anno ma i valori medi si attestano mediamente sotto la soglia di 0,80, soglia ritenuta significativa per identificare una competizione interspecifica. Risulta tuttavia interessante notare come il valori dell'indice di sovrapposizione di nicchia siano aumentati soprattutto tra agone e bondella, pur non essendo mai arrivati oltre la soglia di 0,8.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Valori mensili dell'indice  $\alpha$  per ogni associazione



Valore medio annuo dell'indice  $\alpha$  nel 2023



## L3 9 ANTIBIOTICO RESISTENZA NEI BATTERI LACUSTRI

Trend di presenza totale dei geni di resistenza nella comunità batterica del lago

### DESCRITTORI

Trend del valore totale di geni di resistenza

### OBIETTIVO

La presenza di geni di resistenza agli antibiotici nelle comunità microbiche di ambienti soggetti a pressione antropica è generalizzata a livello globale. Per questa ragione la valutazione dell'impatto misurato e dell'obiettivo da raggiungere possono essere espressi solo relativamente alla situazione preesistente. Per il Lago Maggiore si è deciso di considerare la media dei dati di presenza/assenza nel triennio precedente l'anno in questione come baseline su cui esprimere il trend per l'anno in corso, considerando come obiettivo la riduzione effettiva del numero di campioni in cui è stata misurata la presenza dei diversi geni di resistenza.

### STATO E TENDENZA

Nel Lago Maggiore la presenza di geni di resistenza è stata misurata con tecniche di biologia molecolare a partire dal 2013. Il valore totale di campioni che riscontrano la presenza di almeno un gene dei 5 selezionati per le analisi è andato riducendosi dal 2015 al 2017, seguita da un leggero aumento fino al 2019, e ad una forte riduzione nel periodo 2020-22, non confermato nel 2023.

Nel 2023 alcune resistenze si sono confermate come sempre molto abbondanti (sulfonamidi e tetracicline, antibiotici a prevalente uso zootecnico) seppur con un trend in costante e leggera discesa. Un discorso particolare merita il forte incremento di resistenze a beta-lattamici e macrolidi, assenti dal 2020, per cause ad oggi di difficile comprensione. La loro ricomparsa ha causato un netto peggioramento dell'indicatore L3 9 per il 2023.

Nel triennio 2020-22 nel lago Maggiore circa il 38% dei campioni sono risultati positivi alla presenza di geni di resistenza, mentre nel 2023 si è saliti al 62.5% (+24.6%). Il trend in discesa che era iniziato nel 2019 si è bruscamente interrotto a causa dell'aumento delle resistenze a beta-lattamici e macrolidi, fattore che desta qualche preoccupazione. Se è vero che questi valori sono comunque molto bassi anche se diffusi, bisogna considerare che una potenziale stabilizzazione di queste resistenze nelle comunità microbiche del lago sarebbe un forte campanello d'allarme per la salute umana. I dati dei prossimi anni potranno dare più indicazioni rispetto a questo trend, che per ora non trova un riscontro in condizioni di particolare impatto antropogenico ma che potrebbe essere correlato al cambiamento climatico in atto.

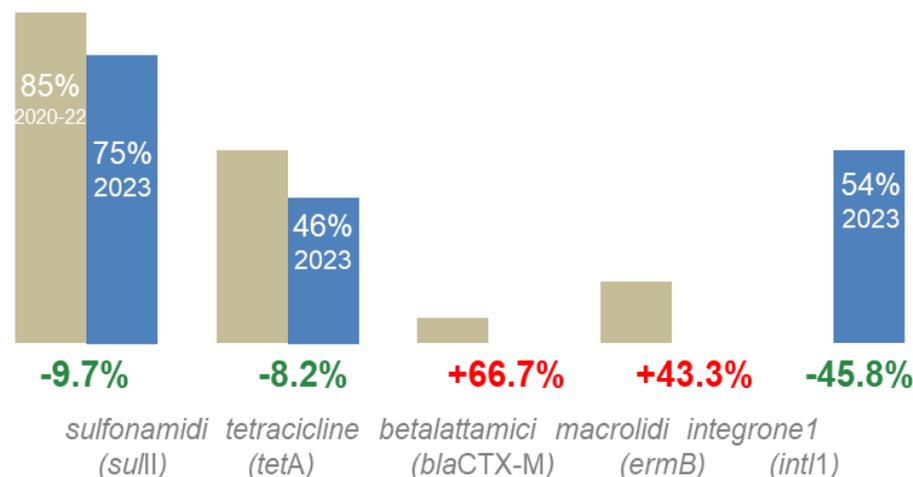
[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Numero di campioni positivi nel 2023 nei diversi siti di campionamento e variazione (in corsivo) rispetto al triennio 2020-22



Ghiffa	58.33 % +22.20 %
Pallanza	66.67 % +22.20 %

Contaminazione da ARG 2023  
**+24.65%**



Trend di presenza di alcuni geni di resistenza particolarmente significativi

## L3 10 CARBONIO ORGANICO TOTALE

Il Carbonio Organico Totale misura il risultato netto del bilancio delle attività biologiche di produzione e consumo della sostanza organica

### DESCRITTORI TOC

#### OBIETTIVO

L'obiettivo associato a questo indicatore è il mantenimento della concentrazione di Carbonio Organico Totale sui valori caratteristici per i laghi profondi meso-oligotrofi, cioè compresi nell'intervallo 0,8 – 1,0 mgC/L come valore medio annuo integrato sulla colonna d'acqua. Queste concentrazioni sono quelle rilevate nel Lago Maggiore in anni recenti in seguito al raggiungimento della meso-oligotrofia. Superamenti significativi di questa soglia sono indicatori di introduzione a lago di sostanze organiche alloctone o di scostamento dallo stato meso-oligotrofo.

#### STATO E TENDENZA

Dall'avvio dell'attività di ricerca sistematica promossa dalla CIP AIS, avvenuto all'inizio degli anni '80, nel Lago Maggiore si è avuto un progressivo e significativo decremento della concentrazione del Carbonio Organico Totale (TOC), la concentrazione del quale è passata da valori medi annui di circa 1,5 mgC/L nel 1983 a valori intorno a 0,57 mgC/L nel 2007.

Questa evoluzione, determinata dal diminuito apporto del carico organico a lago per l'entrata in funzione di numerosi impianti di trattamento delle acque e per l'adozione di misure di controllo dell'eutrofizzazione, è culminata nell'ultimo decennio con il mantenimento di concentrazioni medie di TOC nell'intervallo di sicurezza.

Tuttavia nella serie pluriennale sono visibili oscillazioni del valore medio annuo, con incrementi in occasione di anni di più intensa produzione algale e di fioriture di cianobatteri e successive diminuzioni. Tali fluttuazioni, pur rimanendo al disotto dell'obiettivo-limite superiore, ci indicano l'importanza di continuare a tenere sotto controllo le concentrazioni di TOC in lago.

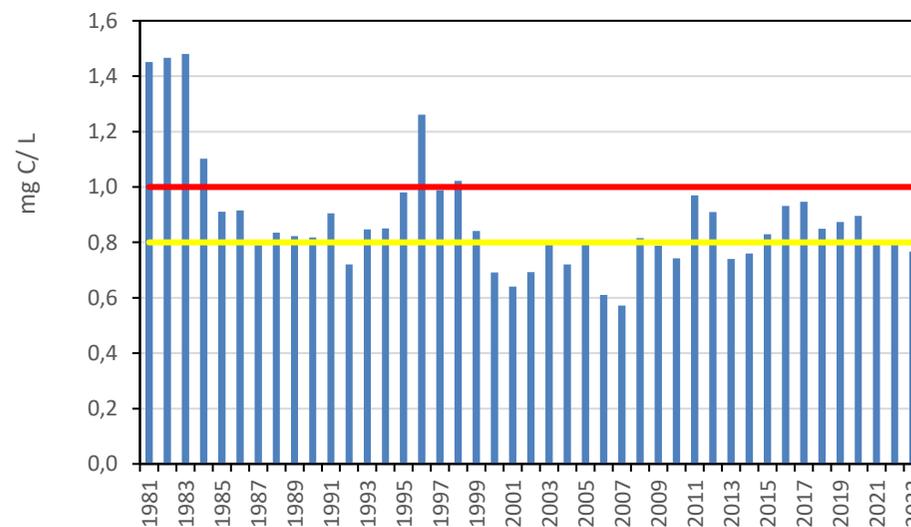
Nell'anno 2023 il valore medio di TOC è risultato essere 0,767 mgC/L.

Tale valore è risultato comparabile a quelli registrati nel triennio precedente (compresi tra 0,797 e 0,895 mgC/L) e nel 2022 (0,807 mgC/L)

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

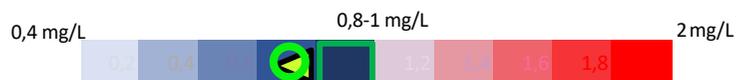
### Andamento delle concentrazioni medie annue di TOC dal 1981 al 2023

#### Pannello di controllo TOC (media annua integrata sulla colonna) Ghiffa



Obiettivo  
range di valori compresi tra 0,8 e 1 mg/L

Stato attuale  
 Stato al 2010



## L3 12 CONCENTRAZIONE MEDIA DI FOSFORO E AZOTO

Concentrazione media annua del fosforo e azoto totale nelle acque lacustri

### DESCRITTORI

Fosforo  
Azoto

### OBIETTIVO

L'obiettivo da perseguire, definito dalla CIP AIS, è quello di non superare una concentrazione di fosforo pari a 10 µg /L, indicativa di una condizione di oligotrofia delle acque.

### STATO E TENDENZA

Dall'avvio delle indagini promosse dalla CIP AIS ad oggi il Lago Maggiore è passato da uno stato eutrofo ad uno oligotrofo, grazie ad una serie di interventi per la riduzione degli apporti di nutrienti, in particolare fosforo, dal bacino. La concentrazione media di fosforo totale sulla colonna d'acqua è passata da circa 20-25 µg P/L negli anni '80 a valori attorno a 9-10 µg P/L negli anni 2000. A partire dal 2011 si è osservato un lieve incremento delle concentrazioni, con valori medi annui di 11-12 µg P/L.

Nel 2023, dopo un periodo di sostanziale stabilità, si è rilevato un ulteriore incremento, con un valore medio annuo di 13,3 µg P/L, dovuto all'aumento delle concentrazioni in ipolimnio. Questa situazione è una conseguenza degli effetti del riscaldamento climatico, in particolare della mancata circolazione profonda delle acque: il fosforo si sta infatti progressivamente accumulando in ipolimnio e contemporaneamente viene a mancare il suo rifornimento agli strati superficiali che si caratterizzano quindi per una marcata oligotrofia.

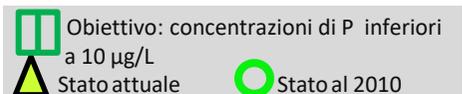
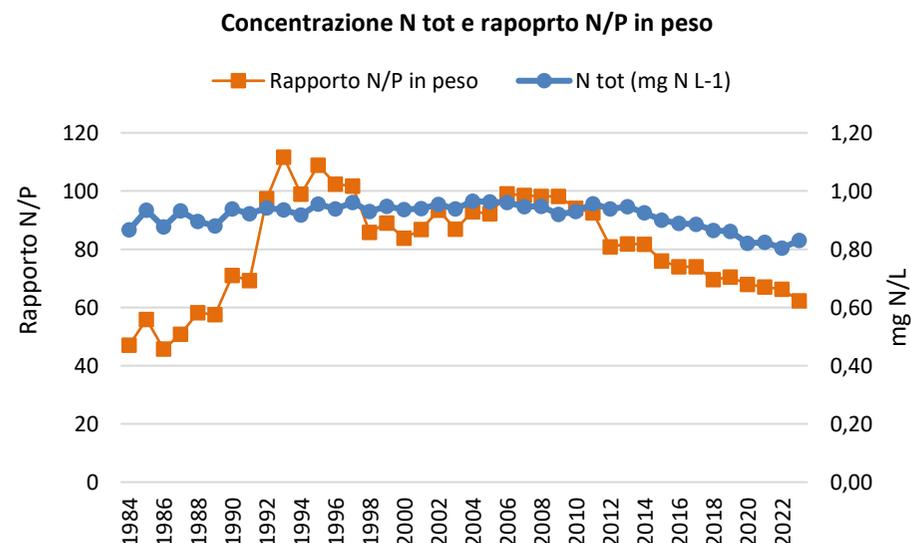
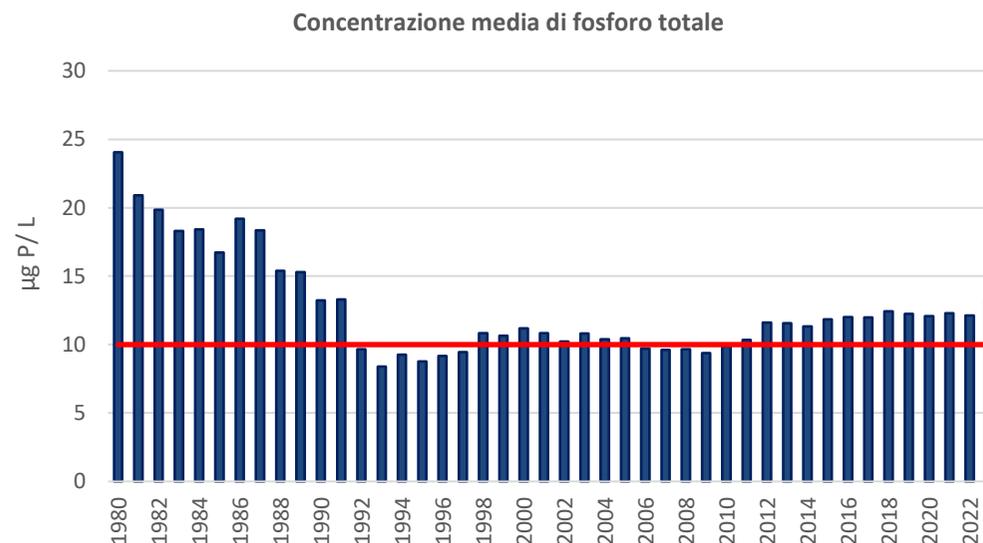
La concentrazione media annua di azoto totale, dopo aver mostrato un incremento fino ai primi anni 2000, è andata diminuendo marcatamente dal 2011-12 in poi. Questi andamenti dipendono principalmente dagli apporti di nitrati a lago dalle acque dei tributari, a loro volta dipendenti dalle deposizioni di azoto che sono diminuite nell'areale del Lago Maggiore nel corso dell'ultimo decennio. Alla diminuzione nel periodo recente, evidente soprattutto nei mesi estivi, potrebbero aver contribuito anche cambiamenti nella composizione della comunità fitoplanctonica.

Ai valori particolarmente bassi del periodo 2020-2022 potrebbero inoltre aver contribuito i limitati apporti atmosferici di azoto nel periodo della pandemia e le scarse precipitazioni della prima metà del 2022. Nel 2023 la concentrazione media annua di azoto è infatti risalita, risultando pari a 0,83 mg/L.

Il rapporto N/P nel 2023 è stato di 62 (in peso), indicativo di una condizione di limitazione da fosforo. Il valore è ulteriormente diminuito nel 2023 a causa dell'aumento del valore medio di P totale.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Concentrazione media annua di fosforo e azoto totale nelle acque lacustri





## L3 13 CONCENTRAZIONE DELL'OSSIGENO DI FONDO

Andamento della concentrazione dell'ossigeno nelle acque lacustri profonde

### DESCRITTORI

Ossigeno Disciolto di fondo

### OBIETTIVO

Valori di concentrazione dell'ossigeno di fondo maggiori di 6 mg O<sub>2</sub>/L sono indice del mantenimento di uno stato ottimale di ossigenazione delle acque profonde (obiettivo definito dalla CIP AIS).

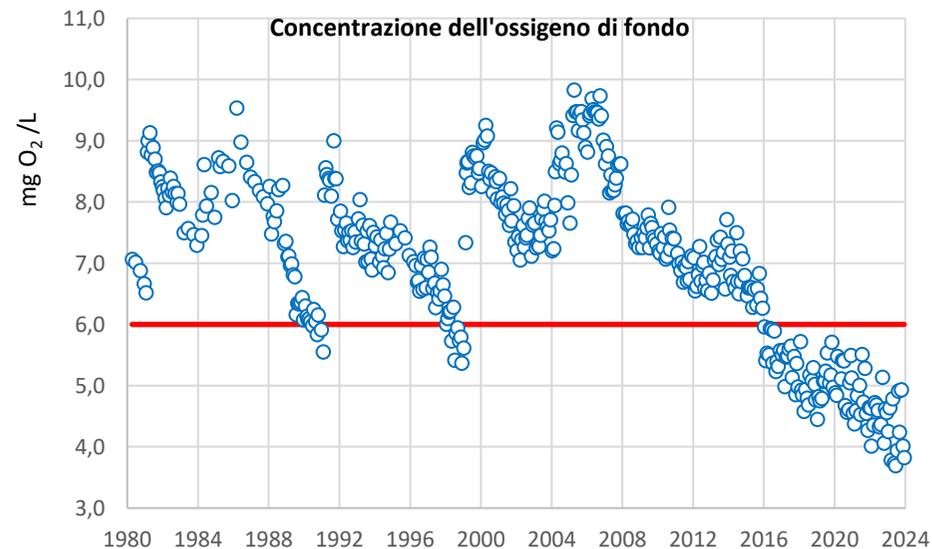
### STATO E TENDENZA

Nel Lago Maggiore i valori di ossigeno nello strato al di sotto dei 200 m hanno raggiunto valori inferiori a 6 mg O<sub>2</sub>/L nel 1990 e nel 1998, dopo una sequenza di anni caratterizzati da incompleto rimescolamento verticale. I massimi, tra 9 e 10 mg O<sub>2</sub>/L, sono stati rilevati dopo eventi di completa circolazione (1991, 1999, 2005-06), grazie alla riossigenazione dell'intera colonna d'acqua. Fino al 2010 le concentrazioni si sono mantenute sempre al di sopra dei 7 mg O<sub>2</sub>/L, a dimostrazione di una buona ossigenazione delle acque profonde, mentre a partire dal 2016 il contenuto di ossigeno ha iniziato a diminuire abbastanza rapidamente raggiungendo valori inferiori a quelli della prima metà degli anni '80. La diminuzione ha interessato i valori dello strato ipolimnico (25-360 m), ma in misura più accentuata quelli al di sotto dei 200 m, ormai stabilmente inferiori a 6 mg O<sub>2</sub>/L in tutti i mesi dell'anno. Questa situazione è una diretta conseguenza del cambiamento climatico e dei suoi effetti sull'idrodinamica lacustre: il limitato mescolamento verticale delle acque alla circolazione tardo invernale non consente infatti un'adeguata riossigenazione delle acque profonde.

I dati del 2023 indicano un'ulteriore diminuzione dell'ossigeno di fondo, con valori che sono risultati sempre inferiori a 5 mg O<sub>2</sub>/L e compresi tra un massimo di 4,93 a ottobre e un minimo di 3,60 mg O<sub>2</sub>/L a giugno. In termini di saturazione %, i valori nel 2023 sono risultati compresi tra 32 e 43%, con la quasi totalità dei valori al di sotto del 40%.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Andamento dei valori medi ponderati della concentrazione di ossigeno disciolto sul fondo del Lago Maggiore (sotto i 200 m di profondità) - periodo dal 1980 al 2023



Obiettivo: concentrazione di ossigeno disciolto pari o superiore a 6 mg/L



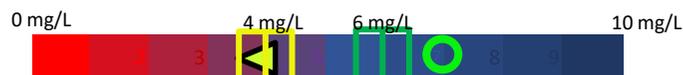
Stato attuale



Stato al 2010



Soglia critica: concentrazione di ossigeno disciolto inferiore a 4 mg/L





## L3 15 TEP (*Transparent Exopolymeric Particles*)

La concentrazione di TEP in lago è il risultato dell'attività fotosintetica algale e dell'eventuale input alloctono

### DESCRITTORI

Trend del valore di concentrazione di TEP

### OBIETTIVO

L'obiettivo corrisponde al mantenimento della concentrazione di *Transparent Exopolymeric Particles* (TEP), espressa come carbonio, su valori inferiori al massimo raggiunto nel triennio 2013-2015 e pari a 400 µg C/L.

### STATO E TENDENZA

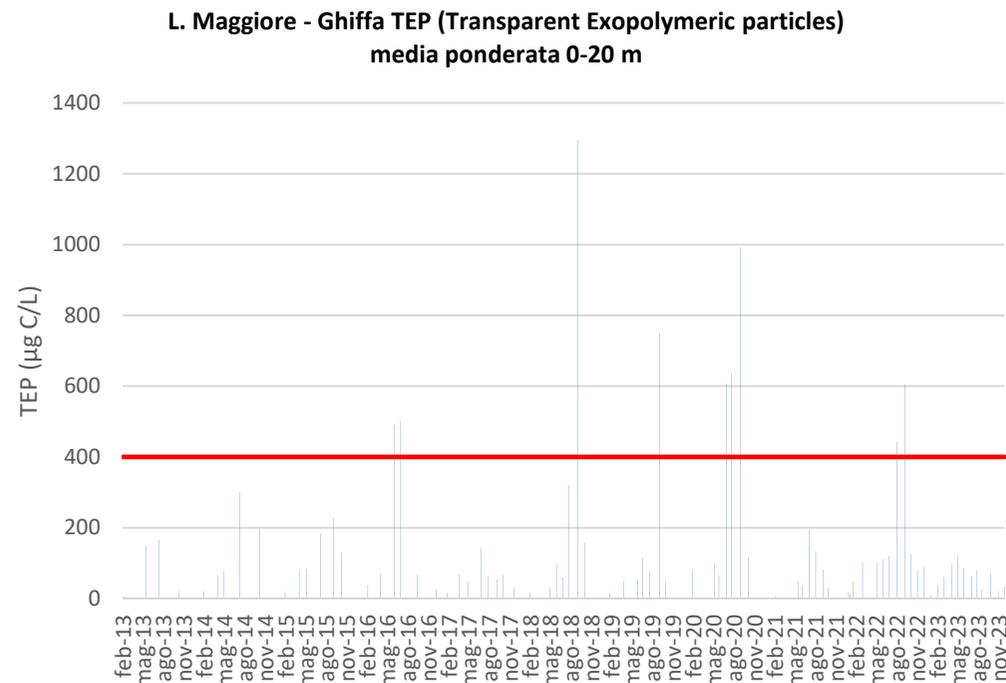
I microgel organici costituenti il TEP sono punti caldi dell'attività microbica e possono essere un sito di colonizzazione di batteri e virus. Le proprietà adesive dei polisaccaridi ne fanno un sito di accumulo potenziale di nanoparticelle, metalli pesanti e contaminanti diversi. Tali proprietà, inoltre, rendono il TEP capace di interferire con le attività di pesca ocludendo le maglie delle reti. Le rilevanti concentrazioni di TEP riscontrate negli anni 2018, 2019 e 2020, evidenziate anche dalla presenza di schiume superficiali, avevano costituito motivo di allarme.

Nel 2023 la concentrazione media annua di TEP a Ghiffa nella zona eufotica è risultata di 58 µgC/L, quindi molto inferiore a quelle misurate nel 2022 e 2019 (155 e 158 µgC/L rispettivamente) e più simile a quella misurata nel 2021 (76 µgC/L).



[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Andamento delle concentrazioni di TEP nel periodo 2013-2023 misurate a Ghiffa



Obiettivo

Concentrazione media annua di TEP < a 400 µg C/L  
nello strato 0-20 m (Ghiffa)



Stato attuale



Stato al 2015





# L4 1 CARICO DI FOSFORO E AZOTO TOTALE IN INGRESSO AL LAGO

## DESCRITTORI

Carico di Azoto  
Carico di Fosforo

## OBIETTIVO

Il massimo carico ammissibile di fosforo totale per il Lago Maggiore, secondo i limiti proposti dalla CIP AIS, è di 200 t P/anno. Relativamente all'azoto l'obiettivo da perseguire è di contenere gli apporti a lago.

## STATO E TENDENZA

La CIP AIS monitora regolarmente i carichi di fosforo e azoto apportati a lago dalle acque tributarie mediante campionamenti ed analisi mensili dei principali tributari del Lago Maggiore.

I carichi totali di P e N a lago nel 2023 sono stati pari a 170 t P/a e 7300 t N/a rispettivamente, superiori a quelli del 2022 in cui i carichi erano stati inferiori alla media causa delle scarse precipitazioni e portate dei corsi d'acqua.

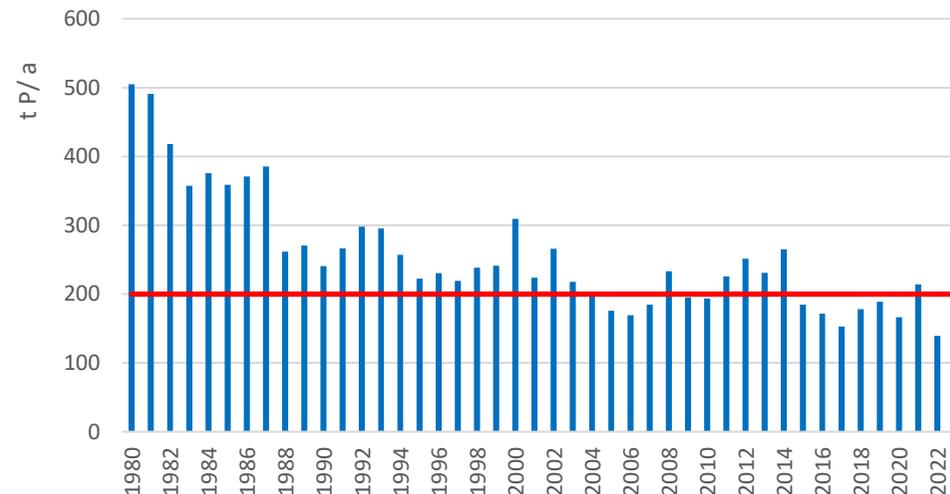
Nonostante l'elevata variabilità interannuale, dovuta a fattori meteo-idrologici, i carichi di P confermano una situazione di sostanziale stabilità, con valori per lo più inferiori a 200 t P/a nell'ultimo decennio, e i carichi di azoto sono compresi tra 6000 e 9000 t N/a.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

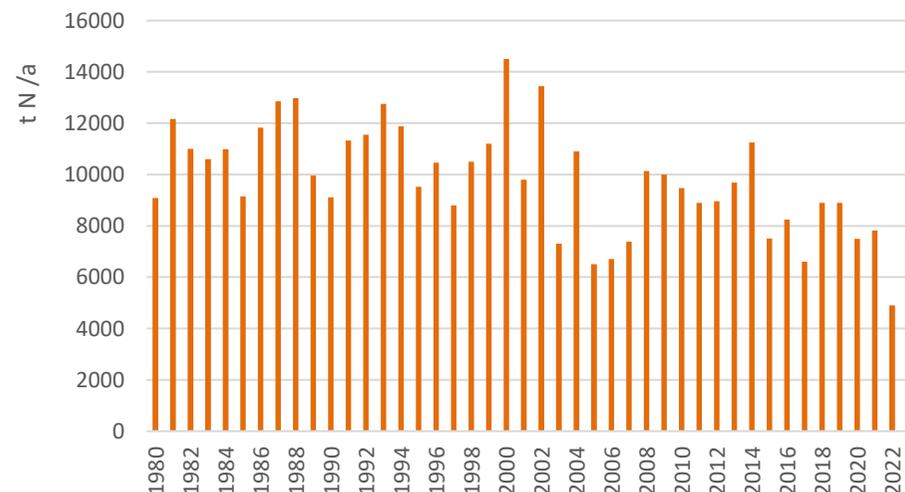
Apporti di nutrienti a lago derivanti dalle acque dei tributari, dalla fascia rivierasca e dalle precipitazioni

Apporti di nutrienti a lago, dal 1980 al 2023: fosforo totale (in alto) e azoto totale (in basso)

Carico di P totale



Carico di N totale



Obiettivo  
massimo carico 200 tP/anno



Stato attuale



Stato al 2010



## L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

### DESCRITTORE

DDT (DicloroDifenilTricloroetano)

### OBIETTIVO

La normativa italiana (Decreto Legislativo 172/2015 che recepisce la Direttiva Europea 2013/39) prevede uno standard di qualità ambientale per la concentrazione del DDx totale (cioè della somma del DDT e dei suoi isomeri e metaboliti) pari a 100 µg/kg p.f. per i pesci con più del 5% di grassi e di 50 µg/kg p.f. per i pesci con valori minori o uguali al 5% di grassi.

### STATO E TENDENZA

Il DDT (diclorodifeniltricloroetano) è un insetticida di sintesi, che è stato largamente diffuso nell'ambiente a partire dal 1939, dapprima per combattere la malaria e successivamente in agricoltura. A causa della sua persistenza nell'ambiente e della sua tendenza ad accumularsi nelle reti trofiche, è stato bandito negli anni '70, ma è stato prodotto a Pieve Vergonte fino al 1997.

Il DDT è poco solubile in acqua e si trova principalmente associato ai sedimenti fini. Nella fig. 1 si osserva la forte variabilità della quantità di DDx presente nei sedimenti del Toce e del Ticino emissario, dovuta essenzialmente alle piogge che dilavano i terreni e alle piene che mobilizzano sedimenti inquinati nel Toce. Nel 2023, le concentrazioni su peso secco di DDx totali nei sedimenti del Toce e del Ticino Emissario sono rimaste contenute, come già osservato nel 2022.

Negli organismi, il DDT si accumula nei tessuti grassi, perciò per confrontare tra loro specie diverse occorre esprimere la concentrazione in proporzione alla massa lipidica (fig. 2). Anche negli organismi si ha una forte variabilità legata alle condizioni meteorologiche e alla fisiologia degli organismi, in relazione alle dinamiche stagionali.

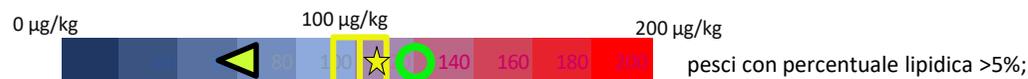
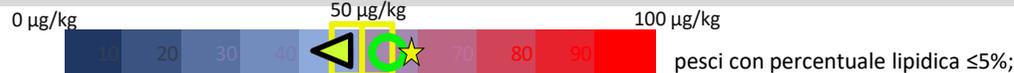
L'obiettivo di qualità è riferito alla concentrazione sul peso umido. I valori misurati nei pesci del Lago Maggiore sono mostrati in fig. 3. La percentuale media lipidica degli agoni grandi è pari a quella per gli agoni piccoli (5%): se ne deduce che non vi siano importanti differenze legate alle dimensioni degli agoni. Nel corso del 2023, il valore soglia è stato superato solamente dall'agone piccolo (118 µg/kg p.u.) e dal coregone (64 µg/kg p.u.) nel campione prelevato a inizio anno (inverno). Le concentrazioni di DDx nel gardon si confermano essere le più contenute tra le specie analizzate (media 9 µg/kg p.u.).

Nella rappresentazione dello stato attuale si è tenuto conto del valore medio di concentrazione osservato nei pesci, tenendo conto del diverso contenuto lipidico.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Obiettivo: **DDT tot.** <50 µg/kg per pesci con percentuale lipidica ≤5%; <100 µg/kg per pesci con percentuale lipidica >5%

Stato attuale  
Stato al 2010



Concentrazione di inquinanti organici clorurati nei sedimenti e nel biota del Lago

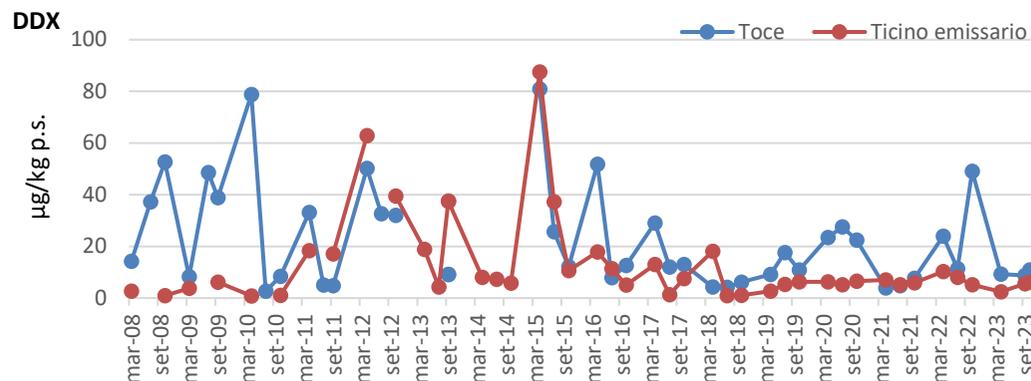


Fig. 1 – Concentrazione di DDx nei sedimenti del Fiume Toce e Ticino emissario

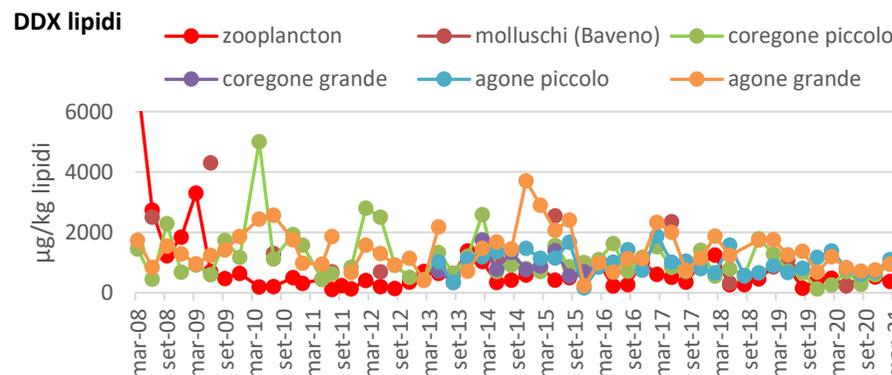


Fig. 2 – Concentrazione di DDx (in µg/kg lipidi) nel biota del Lago Maggiore

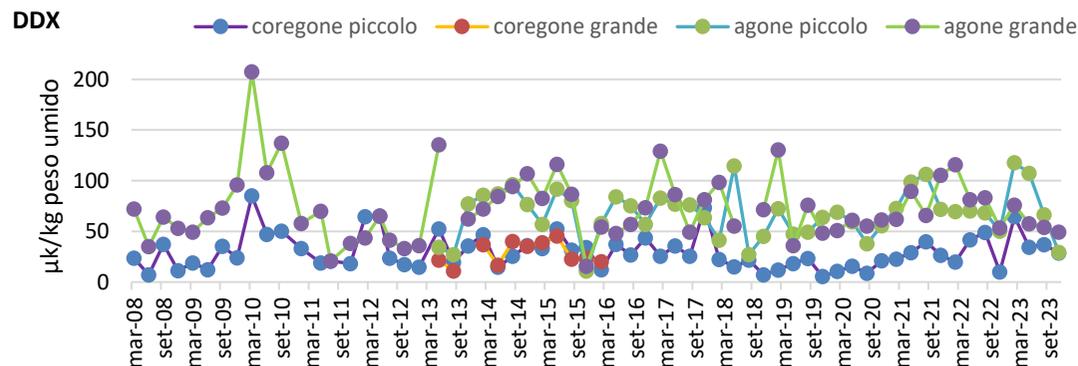


Fig. 3 – Concentrazione di DDx (in µg/kg peso umido) nei pesci del Lago Maggiore

## L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

**DESCRITTORE**  
PCB (PoliCloroBifenili)

**OBIETTIVO**

Il Decreto Legislativo 172/2015 prevede uno standard di qualità ambientale per la somma di diossine, furani e PCB-diossina simili (PCB-dl) pari 6,5 µg/kg di tossicità equivalente (TEQ). Nel Lago Maggiore vengono misurati solo i PCB-dl.

**STATO E TENDENZA**

Il policlorobifenili (PCB) sono composti di sintesi molto stabili, non infiammabili, usati in passato come isolanti termici ed elettrici, fluidi per circuiti idraulici e scambio termico, lubrificanti, ritardanti di fiamma, e additivi in vari prodotti chimici. Essi persistono a lungo nell'ambiente e possono accumularsi negli organismi lungo le reti trofiche. Alcuni di questi composti hanno tossicità simile alle diossine e vengono denominati PCB-diossina simili (PCB dioxin-like, PCB-dl).

Nei sedimenti dei tributari le concentrazioni medie di PCB del Bardello, Toce, Margorabbia, Tresa sono simili a quelle del 2022, mentre il Boesio mostra valori inferiori al 2022 (fig. 1). Nel Ticino Emissario si registrano invece valori di PCB di poco superiori al 2022. Poiché negli organismi i PCB si accumulano nei tessuti grassi, per confrontare tra loro specie diverse occorre esprimere la concentrazione sul peso lipidico (fig. 2). Si nota una forte variabilità legata alla variabilità degli apporti, con concentrazioni minori nei molluschi rispetto ai pesci, come atteso.

La tossicità equivalente (TEQ) dei PCB-dl misurati nei pesci del Lago Maggiore è mostrata in figura 3. Il valore soglia di 6,5 µg/kg non è mai stato superato nel 2023. Lo standard di qualità ambientale è stato superato diverse volte negli anni precedenti per gli agoni e una sola per i coregoni, ma bisogna tener conto che la somma di diossine e furani (non analizzati) e PCB-dl può raggiungere valori maggiori di quanto qui riportato. Per la rappresentazione dello stato dell'indicatore si è considerato il valore medio di concentrazione nell'anno nei pesci (3 µg/kg p.f. F-TEQ nel 2023).

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Obiettivo: rispetto dei limiti della normativa Italiana (D.Lgs. 172/2015 – IT PCB-dl+Diossine+furani tot: 6,5 µg/kg p.f. F-TEQ)

Stato attuale

Stato al 2010



Concentrazione di inquinanti organici clorurati

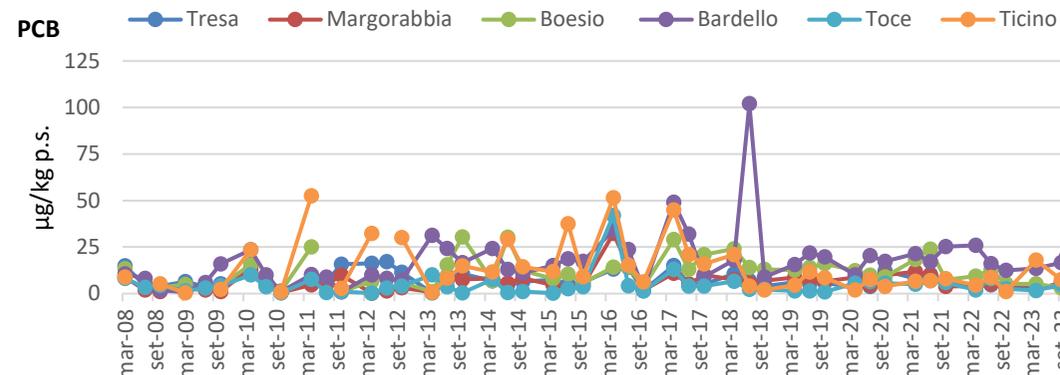


Fig. 1 – Concentrazione di PCB nei sedimenti di alcuni immissari e del Ticino emissario

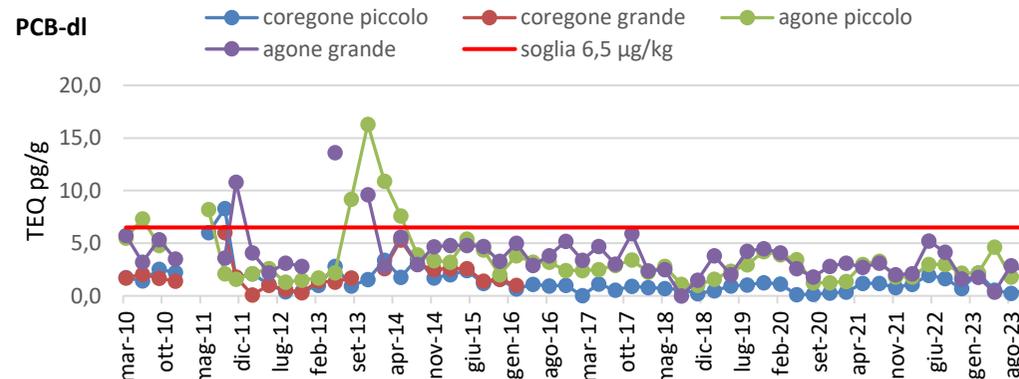
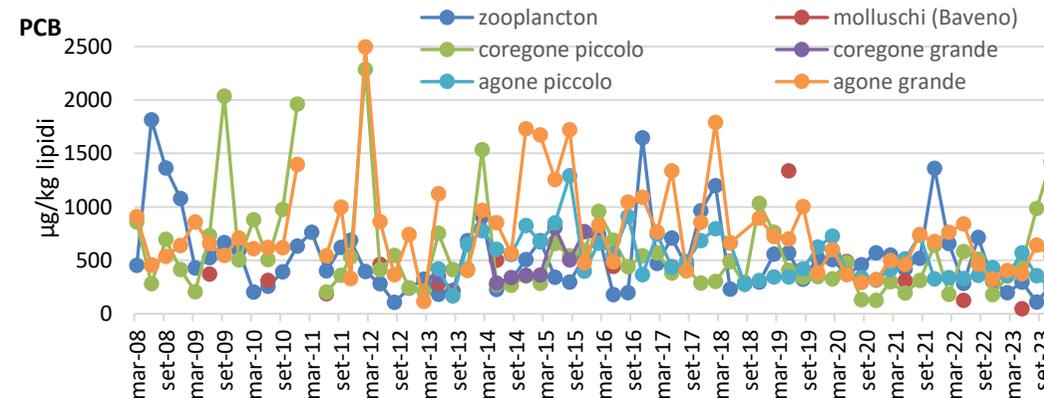


Fig. 3– Valori di tossicità equivalente (TEQ) dei PCB-dl nei pesci del Lago Maggiore

## L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

Concentrazione di inquinanti organici

### DESCRITTORE

IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici)

### OBIETTIVO

La normativa italiana (Decreto Legislativo 172/2015) non prevede uno standard di qualità ambientale per gli IPA, ma solo per il benzo[*a*]pirene (5 µg/Kg per il biota), il composto più tossico. Lo standard è riferito ai molluschi ed espresso in funzione del peso umido. Nel caso di *Dreissena polymorpha*, il mollusco utilizzato per le analisi della CIP AIS, il contenuto in acqua è molto variabile e quindi il peso fresco è poco significativo. Per poter costruire serie temporali affidabili, i valori di IPA sono espressi in funzione del contenuto lipidico, e non possono essere usati, se non indicativamente, per valutare se sia superato lo standard di qualità.

### STATO E TENDENZA

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono composti derivanti dallo sversamento di prodotti petroliferi e dai sottoprodotti delle combustioni incomplete di composti organici.

Nei vertebrati, compresi i pesci, gli IPA sono metabolizzati determinando, quindi, una sottostima del bioaccumulo. Per questo, nell'ambito della CIP AIS, gli IPA sono stati analizzati soltanto nei molluschi (Unio) e nei sedimenti dei tributari e del Ticino emissario.

Anche gli IPA sono poco solubili in acqua e si trovano principalmente associati ai sedimenti fini. Nella fig. 1 si vede che una certa variabilità interannuale nel Ticino emissario, e valori più stabili nel Tresa (come negli altri immissari in passato), ad eccezione di un picco molto elevato nel Tresa osservato nel 2015. Nel 2023 le analisi di IPA nei sedimenti sono state effettuate su tutti i tributari e sul Ticino Emissario. Rispetto alla campagna precedente (2020), i risultati hanno mostrato una diminuzione dei valori di IPA nel Margorabbia, Boesio e Ticino Emissario. Nei fiumi Tresa e Bardello, invece, i valori sono paragonabili al 2020.

Nei molluschi (fig. 2), la variabilità interannuale è modesta in tutte le stazioni, ma si è avuto un netto aumento nel 2014 a Luino e poi nel 2015 in tutto il lago. Nel 2016 le concentrazioni sono ritornate ai valori misurati fino al 2013 per poi risalire ancora nel 2017 nel Tresa, e nel 2019 e 2022 nella maggior parte delle stazioni. L'aumento più rilevante si è però registrato nel 2023 in tutte le stazioni. Mentre negli anni precedenti l'origine potrebbe essere di natura prettamente pirogenica, ossia legata a combustioni incomplete di materiali organici, nel 2023 l'analisi ha rilevato una prevalenza di composti riconducibili a un rilascio di idrocarburi, le cui sorgenti non sono al momento note.



[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

### IPA nei sedimenti

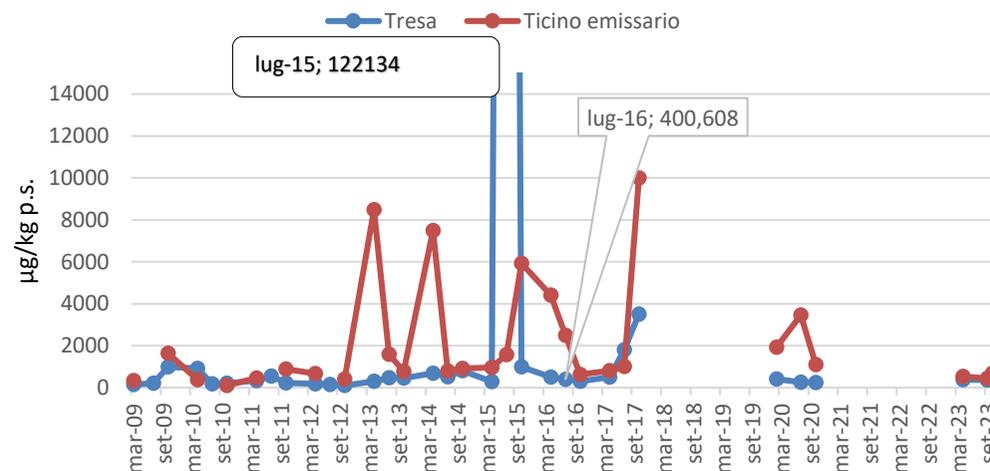


Fig. 1 – Concentrazione di IPA nei sedimenti del Tresa e del Ticino emissario

### IPA molluschi

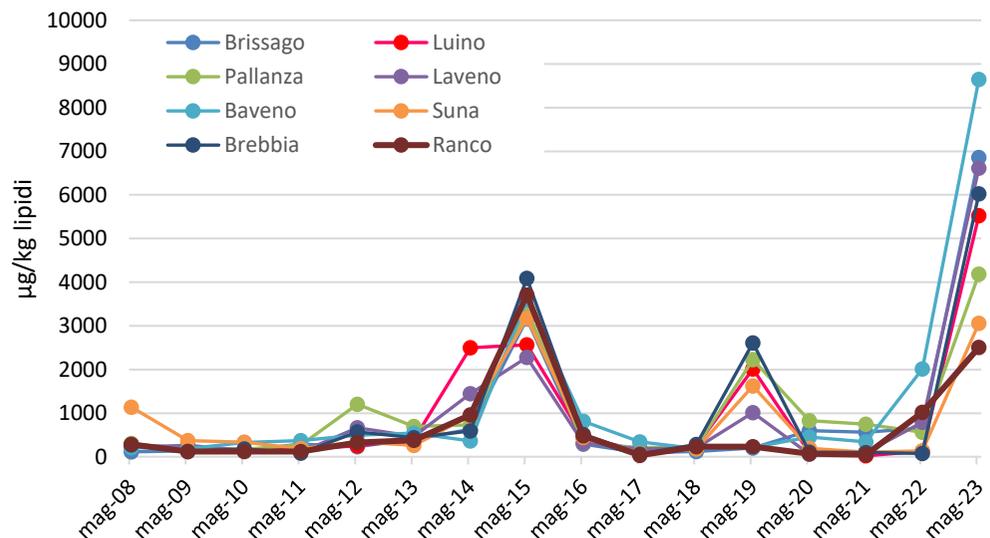


Fig. 2 – Concentrazione di IPA nei molluschi del Lago Maggiore

## L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

### DESCRITTORE

PBDE (PoliBromoDifenilEteri)  
HBCD (Esabromociclododecano)  
DBDPE (Decabromodifeniletano)

### OBIETTIVO

La normativa italiana (Decreto Legislativo 172/2015 che recepisce la Direttiva Europea 2013/39) prevede per la classe dei PBDE nel biota che la somma delle concentrazioni dei congeneri BDE-28, 47, 99, 100, 153 e 154 non debba superare il limite di 0,0085 µg/Kg p.f.

### STATO E TENDENZA

I polibromodifenileteri (PBDE) sono una classe di ritardanti di fiamma alogenati usati come additivi in diversi polimeri organici e presenti, a partire dagli anni '70, in numerosi prodotti commerciali, quali i componenti elettrici ed elettronici (cavi elettrici, plastiche di housing), i materiali isolanti (schiume poliuretatiche), i tessuti (tappezzerie e tendaggi) e negli equipaggiamenti per veicoli. I PBDE sono commercializzati in miscele tecniche prodotte per bromurazione del difeniletere in presenza di un catalizzatore. Tra i possibili congeneri, alcuni penta ed esa-bromurati (BDE-28, 47, 99, 100, 153 e 154) sono ritrovati frequentemente nel sedimento e nel biota insieme al deca-bromurato (BDE-209).

Anche i PBDE sono poco solubili in acqua e si trovano principalmente associati ai sedimenti fini. Nella fig. 1 si vede come già evidenziato negli anni precedenti, i fiumi più contaminati risultano essere il Boesio, il Bardello e il Ticino emissario.

I PBDE si accumulano nei tessuti grassi, perciò per confrontare tra loro specie diverse occorre esprimere la concentrazione in proporzione alla massa lipidica (fig. 2). Si nota come questi composti siano presenti anche nei pesci, con una variabilità interannuale che pare seguire con un breve ritardo la variabilità degli apporti. Le concentrazioni nei molluschi, misurate negli ultimi anni in otto stazioni, di cui una sola è riportata in fig. 2, espresse in funzione del contenuto lipidico, sono più elevate rispetto ai pesci. Il valore di concentrazione misurato nel maggio del 2022 (56 µg/kg lipidi) è invece in linea con quella rilevata nei pesci.

Nelle specie ittiche la somma delle concentrazioni dei congeneri BDE-28, 47, 99, 100, 153 e 154 supera sempre il limite di 0,0085 µg/Kg p.f. (fig. 3), con valori di concentrazioni anche 200 volte superiori al limite.

Il DBDPE, utilizzato come possibile sostituto del BDE-2009, non è mai stato riscontrato nei campioni ittici (LOQ = 10 µg/Kg p.f.), probabilmente a causa del suo scarso uso nel bacino imbrifero considerato.

Per quanto concerne l'HBCD, utilizzato per la produzione del polistirene espanso in edilizia (Regolamento UE 2016/293), le concentrazioni sono risultate sempre sotto ai limiti di quantificazione per tutti i pesci considerati e rispettano la Direttiva 2013/39/UE sulla buona qualità idrica dei corpi idrici per il biota (167 µg/Kg p.f., recepita in Italia con il D.Lgs. n. 172/2015).

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

### Concentrazione di inquinanti organici persistenti: i ritardanti di fiamma

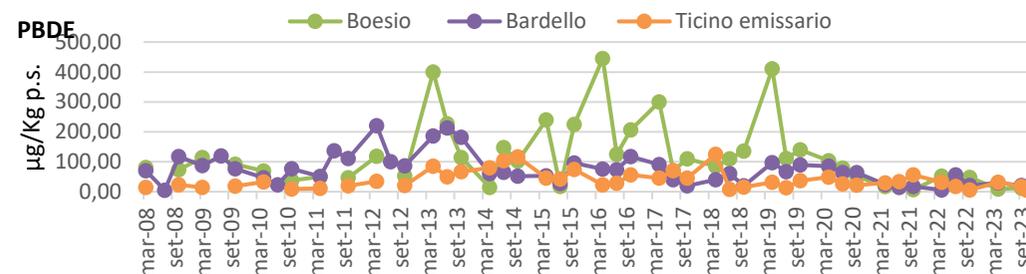


Fig. 1 – Concentrazione di PBDE nei sedimenti di alcuni immissari e del Ticino emissario

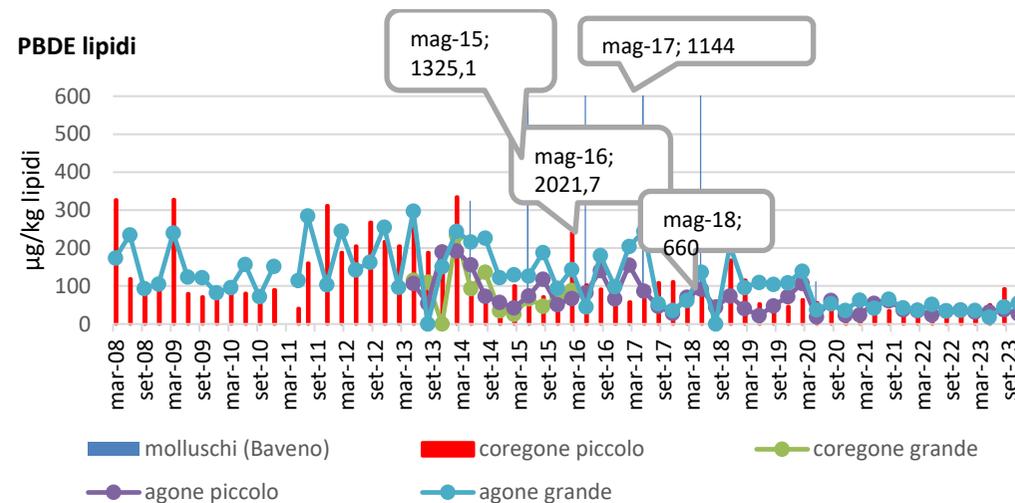


Fig. 2 – Concentrazione di PBDE nel biota del Lago Maggiore

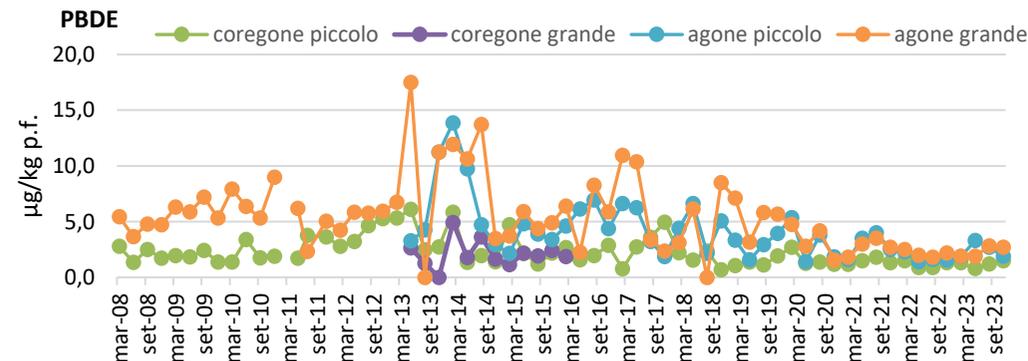


Fig. 3 – Somma delle concentrazioni dei PBDE 28, 47, 99, 100, 153 e 154 nei pesci

## L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

Concentrazione di metalli potenzialmente tossici

### DESCRITTORE

Mercurio

### OBIETTIVO

La normativa italiana (Decreto Legislativo 172/2015 che recepisce la Direttiva Europea 2013/39) indica il mercurio come una sostanza pericolosa prioritaria e prevede uno standard di qualità ambientale per l'acqua di 0,07 µg/L come concentrazione massima ammissibile e per il biota di 20 µg/kg riferito al peso fresco nei pesci.

### STATO E TENDENZA

Il mercurio è un elemento della crosta terrestre, presente naturalmente nell'ambiente. Tuttavia la sua concentrazione nel Lago Maggiore è più elevata del valore di fondo naturale a causa dell'uso di questo elemento per le attività minerarie (già a partire dall'epoca romana) e industriali, come la produzione del feltro per i cappelli (a partire dal XIX secolo) e nelle celle a mercurio per la produzione di cloro e soda nello stabilimento di Pieve Vergonte (a partire dagli anni 1940). Il mercurio può raggiungere gli ecosistemi anche per via aerea, per la precipitazione di particelle di aerosol.

Le concentrazioni di mercurio analizzate nei sedimenti degli immissari (fig. 1) sono risultate più elevate nel Bardello, dove il valore di ottobre 2023 supera il cb-TEC (consensus-based Threshold Effect Concentration), ossia la soglia al di sotto della quale non sono attesi effetti avversi sugli organismi acquatici. In questo tributario i valori sono aumentati rispetto a quelli del 2022, anche in relazione all'aumentata piovosità, dopo il periodo di estrema siccità del 2021-2022.

I valori nel Toce sono risultati contenuti, come atteso dopo l'evento di piena eccezionale di ottobre 2020 e i successivi anni siccitosi, ma registrano un lieve aumento rispetto al 2022. Per quanto riguarda il biota (fig. 2), i valori sono espressi in funzione del peso fresco per i pesci, per poter essere confrontati con lo standard di qualità ambientale, e del peso secco per i molluschi e lo zooplancton, per ridurre la variabilità dovuta al contenuto d'acqua. Nella rappresentazione dello stato dell'indicatore è stato considerato il valore medio annuale di concentrazione nei pesci.

Le concentrazioni di mercurio nel pesce sono sempre superiori allo standard di qualità. L'analisi del metilmercurio, ossia della forma più tossica e bioaccumulabile del mercurio, ha evidenziato che la quasi totalità del Hg negli agoni grandi è in forma organica (94%), mostrando l'efficienza del fenomeno di biomagnificazione, che determina un aumento dei livelli del contaminante lungo le catene trofiche, fino ai predatori terminali.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)



Obiettivo: rispetto dei limiti della normativa Italiana (D.Lgs. 172/2015 - IT Mercurio e composti: <20 µg/kg p.f (pesci))



Stato attuale



Stato al 2010

0 µg/Kg      20 µg/Kg



200 µg/Kg

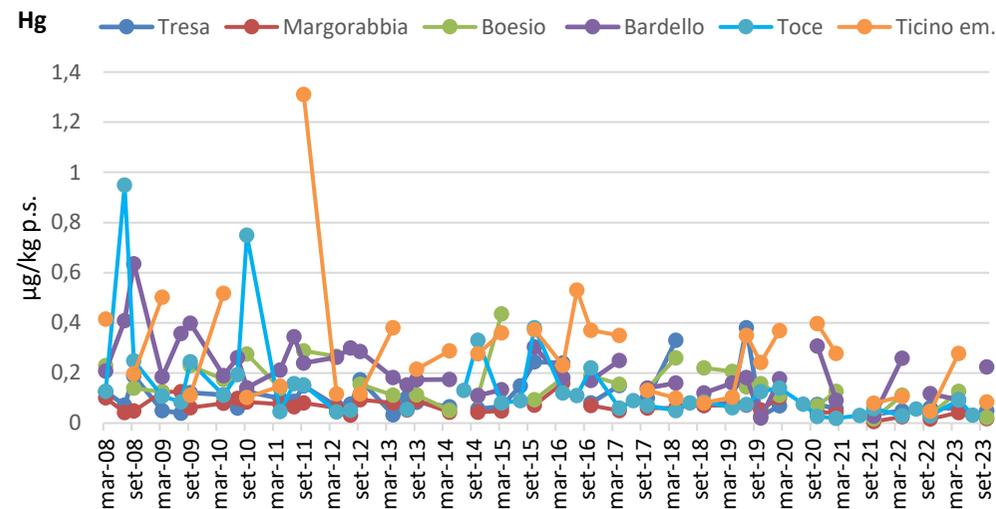


Fig. 1 – Concentrazione di mercurio nei sedimenti dei tributari e Ticino emissario

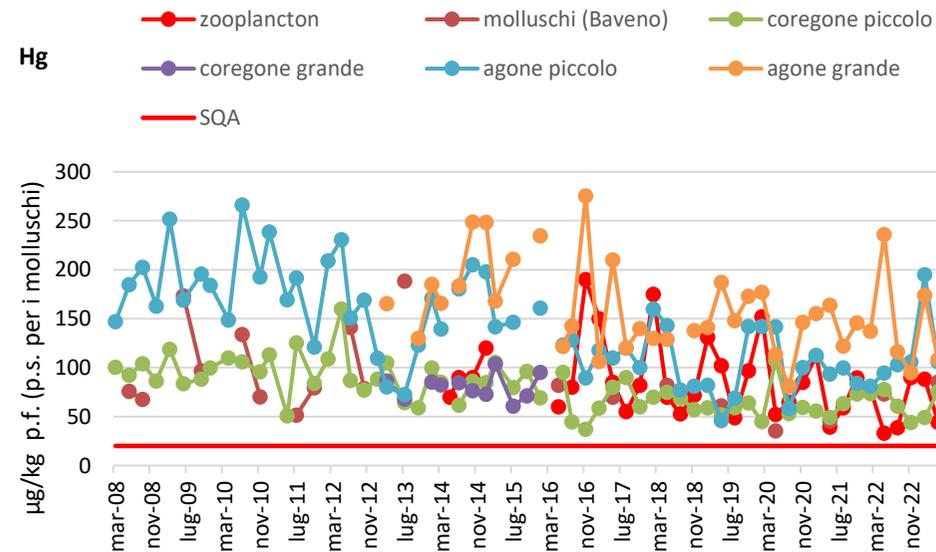


Fig. 2 – Concentrazione di mercurio in Unio (molluschi), nello zooplancton e in due specie di pesci del Lago Maggiore

## L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

### DESCRITTORE

Carote di sedimento di DDT, PCB e Mercurio

### OBIETTIVO

La normativa italiana (Decreto Legislativo 172/2015 che recepisce la Direttiva Europea 2013/39) non indica standard di qualità per i sedimenti delle acque interne, ma prevede l'analisi della tendenza a lungo termine delle concentrazioni delle sostanze dell'elenco di priorità che tendono ad accumularsi nei sedimenti, dati che concorrono all'aggiornamento ed all'integrazione degli standard di qualità ambientali per i corpi idrici lacustri e fluviali.

### STATO E TENDENZA

I grafici a lato riportano l'evoluzione temporale delle concentrazioni di DDx (che comprende le due forme di DDT e i suoi metaboliti), PCB (somma) e mercurio totale nei sedimenti del Lago Maggiore prelevati nel Bacino di Pallanza in prossimità della confluenza del Fiume Toce (fig. 1) e nella zona di chiusura del bacino, in prossimità di Arona (fig. 2). I dati derivano da campionamenti successivi di carote di sedimento, che vengono suddivise in strati, datate e analizzate. La selezione di dati riportata permette di ricostruire la storia dell'inquinamento del Lago Maggiore dall'inizio del secolo scorso ad oggi.

Nel caso del DDT, il profilo rispecchia la storia della produzione e dell'uso di questo insetticida, che inizia negli anni 1930 e vede il suo massimo negli anni 1960-70. La produzione è stata interrotta nel 1996, ma permane una contaminazione residua legata alla forte persistenza del contaminante nel comparto dei sedimenti. L'apporto maggiore è legato al bacino del Toce.

Per i PCB, i valori massimi sono riferibili agli anni 1960, periodo di massima produzione e utilizzo in Italia per questi composti. Permane una presenza significativa del contaminante anche negli anni più recenti, dati che indicano la presenza di sorgenti ancora attive, legate alla grande quantità di questi composti nel bacino imbrifero. L'apporto è di tipo diffuso e deriva maggiormente dai tributari della sponda lombarda, fortemente antropizzata.

Per il mercurio, si evidenzia l'evoluzione della contaminazione derivante in particolare dall'attività industriale di un impianto cloro-soda con celle a catodo di mercurio, attivo dall'inizio del secolo scorso fino al 2018. L'analisi dei sedimenti più profondi e quindi più antichi, risalenti all'epoca pre-industriale, ha permesso di determinare il valore di fondo di questo elemento, pari a 0,044 mg/kg di peso secco. Dopo i picchi registrati negli anni 1930 e 1960, a partire dagli anni 1980 si è avuta una forte riduzione delle concentrazioni, che restano però un ordine di grandezza superiori rispetto al valore di fondo. L'apporto maggiore deriva dai sedimenti contaminati del Toce, ma sussistono sorgenti diffuse in tutto il bacino imbrifero, anche in virtù della grande capacità del contaminante di viaggiare nel comparto atmosferico.

 [Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Concentrazione di inquinanti organici e metalli potenzialmente tossici nelle carote di sedimento del Lago Maggiore

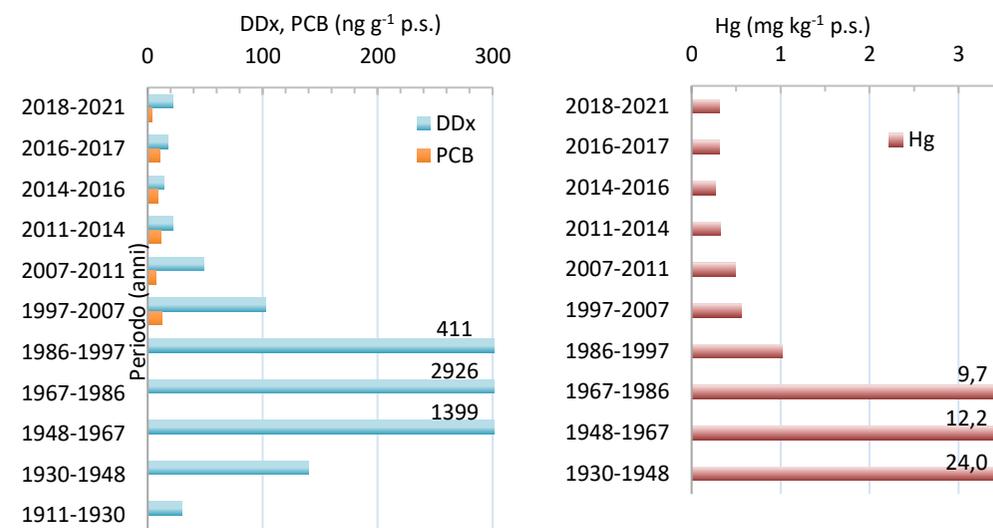


Fig. 1 – Evoluzione temporale delle concentrazioni di DDx, PCB e Hg nei sedimenti del Lago Maggiore prelevati nel Bacino di Pallanza in prossimità della confluenza del Fiume Toce (stazione B3)

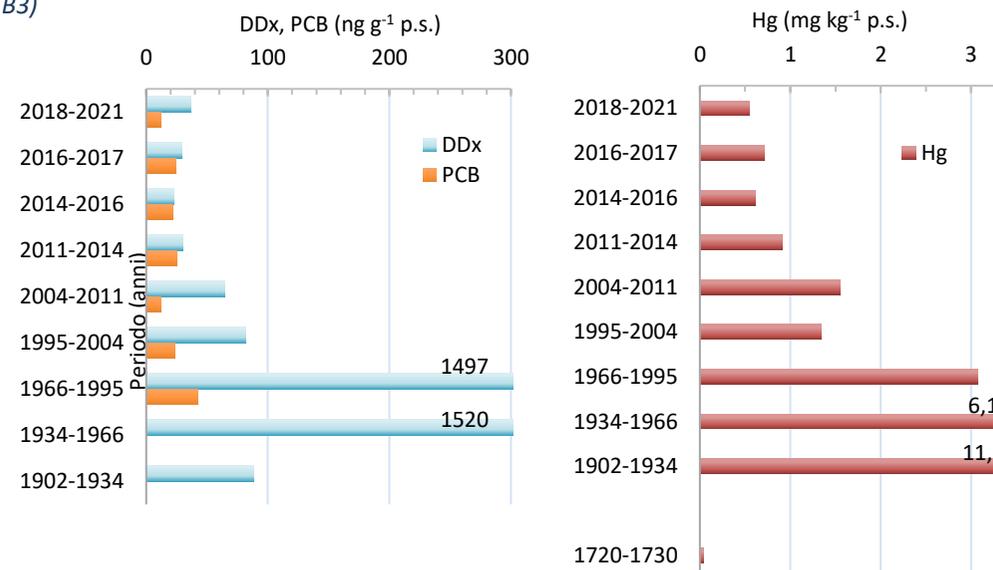


Fig. 2 – Evoluzione temporale delle concentrazioni di DDx, PCB e Hg nei sedimenti del Lago Maggiore prelevati alla chiusura del bacino, in prossimità di Arona (stazione n. 28)

## L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

### DESCRITTORE

Carote di sedimento di DDT, PCB, Hg, Cd, Pb e Cu

### OBIETTIVO

La normativa italiana (Decreto Legislativo 172/2015 che recepisce la Direttiva Europea 2013/39) non indica standard di qualità per i sedimenti delle acque interne, ma prevede l'analisi della tendenza a lungo termine delle concentrazioni delle sostanze dell'elenco di priorità che tendono ad accumularsi nei sedimenti, dati che concorrono all'aggiornamento ed all'integrazione degli standard di qualità ambientali per i corpi idrici lacustri e fluviali.

### STATO E TENDENZA

I grafici a lato riportano l'evoluzione temporale delle concentrazioni di DDx (che comprende le due forme di DDT e i suoi metaboliti), PCB (somma) ed elementi in traccia (Hg, Cd, Pb e Cu) nei sedimenti del Lago Maggiore prelevati nel Bacino di Pallanza in prossimità della confluenza del Fiume Toce (fig. 1) e nella zona di chiusura del bacino, in prossimità di Arona (fig. 2). I dati derivano dall'analisi di carote che coprono un arco temporale di 20-30 anni, permettendo di analizzare gli andamenti del periodo più recente, caratterizzato dal recepimento di importanti normative in campo ambientale, tra cui la Direttiva Europea sulle Acque (WFD 2000/60/CE).

Tutti i contaminanti mostrano concentrazioni maggiori nella carota prelevata nella parte meridionale del bacino, dove la cuvetta lacustre tende ad accumulare sedimenti fini veicolati da tutto il lago, nei quali queste sostanze tendono ad accumulare, grazie alla loro affinità con la sostanza organica e/o con le argille.

Gli andamenti mostrano un decremento significativo per DDx, PCB, Pb, e Cu. Nel caso del DDT, la produzione è stata interrotta nel 1996, ma permane una contaminazione residua legata alla persistenza del contaminante nel comparto dei sedimenti. Per i PCB, dopo il periodo di massima produzione e utilizzo riferibile agli anni 1960, si osserva una presenza residua del contaminante anche negli anni più recenti, derivante da apporto diffuso, veicolato in particolare dai tributari della sponda lombarda, fortemente antropizzata. Per Pb e Cu, il miglioramento del collettamento e trattamento di acque reflue (es. clariflocculazione) e di fumi, i cambi di uso (es. abolizione totale delle benzine a base di piombo dal 2001), nonché un aumento del riciclo (es. Cu), hanno verosimilmente ridotto progressivamente gli input in ambiente di questi metalli.

Meno chiari sono gli andamenti temporali di Hg e Cd. Per il Hg, l'apporto maggiore deriva dai sedimenti del Toce, contaminati a seguito dell'attività di un impianto cloro-soda con celle a catodo di mercurio attivo dall'inizio del secolo scorso fino al 2018, ma sussistono sorgenti residuali e diffuse in tutto il bacino imbrifero, anche in virtù della capacità del contaminante di viaggiare nel comparto atmosferico. La grande pervasività ambientale di questo metallo ne determina l'elevata persistenza nel tempo e il trasferimento al biota. Per il Cd, le concentrazioni osservate sono piuttosto stabili nel tempo: questo metallo può derivare dal dilavamento di suoli, ma anche da processi industriali (es. anticorrosivo per metalli, additivo di plastiche, batterie Ni-Pb, ecc.) e da emissioni atmosferiche, generate ad esempio da inceneritori di rifiuti e da combustibili fossili.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

### Concentrazione di inquinanti organici e metalli potenzialmente tossici nelle carote di sedimento del Lago Maggiore

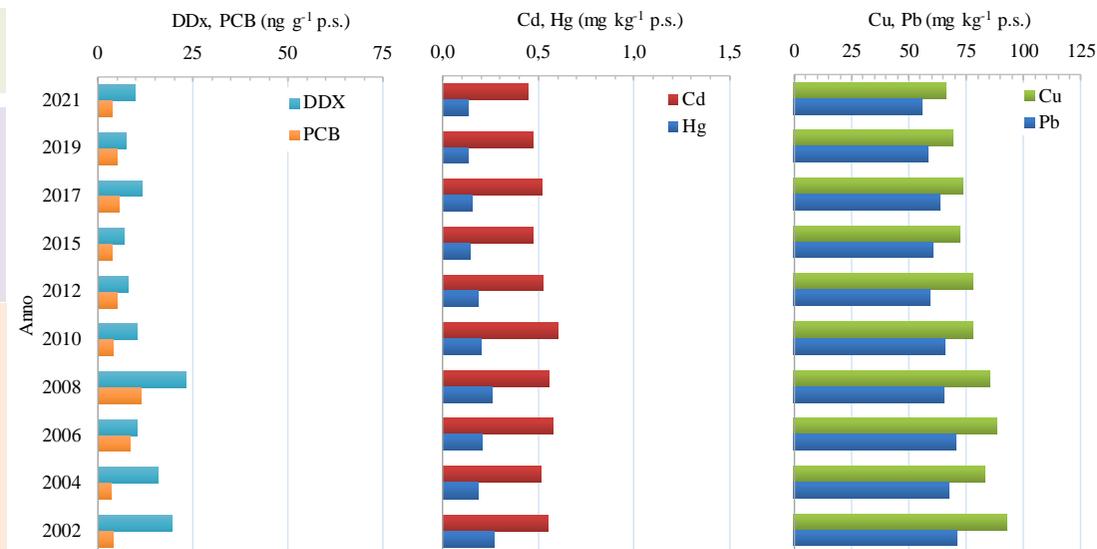


Fig. 1 – Evoluzione temporale delle concentrazioni di DDx, PCB ed elementi in traccia (Hg, Cd, Pb e Cu) nei sedimenti del Lago Maggiore prelevati nel Bacino di Pallanza in prossimità della confluenza del Fiume Toce (stazione n. 17)

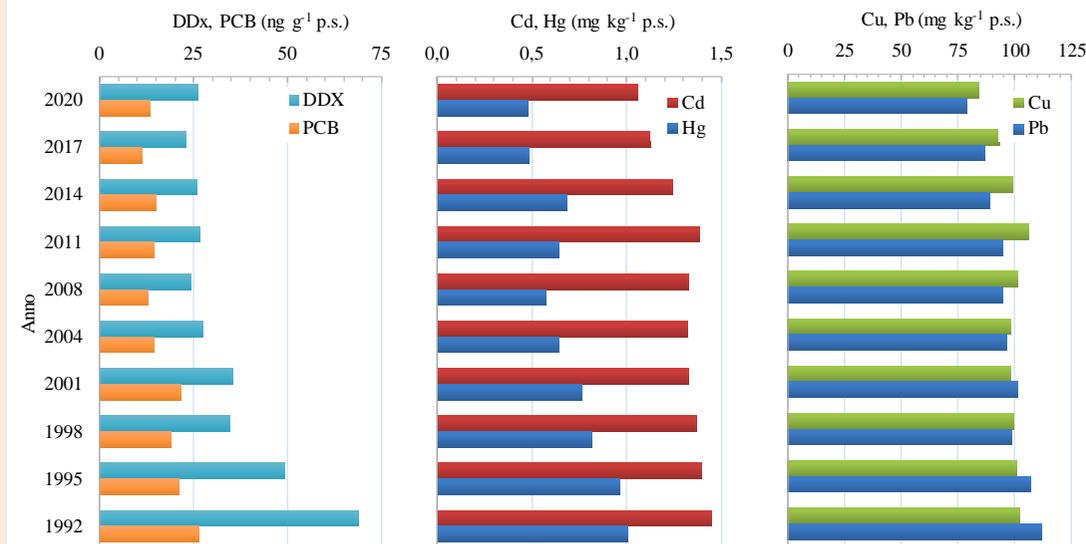


Fig. 2 – Evoluzione temporale delle concentrazioni di DDx, PCB ed elementi in traccia (Hg, Cd, Pb e Cu) nei sedimenti del Lago Maggiore prelevati alla chiusura del bacino, in prossimità di Arona (stazione n. 28)

## L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

Concentrazione di fragranze nei sedimenti dei tributari del Lago Maggiore

### DESCRITTORE

Fragranze nei sedimenti

### OBIETTIVO

Le fragranze sono sostanze emergenti che meritano una particolare attenzione. Esse rientrano nella categoria di sostanze definite come PCPs (Personal Care Products), composti eterogenei e di comune utilizzo in svariati prodotti di largo consumo. Nonostante gli enormi volumi prodotti ogni anno, attualmente non vi sono normative a livello europeo che regolamentino l'utilizzo di questi composti

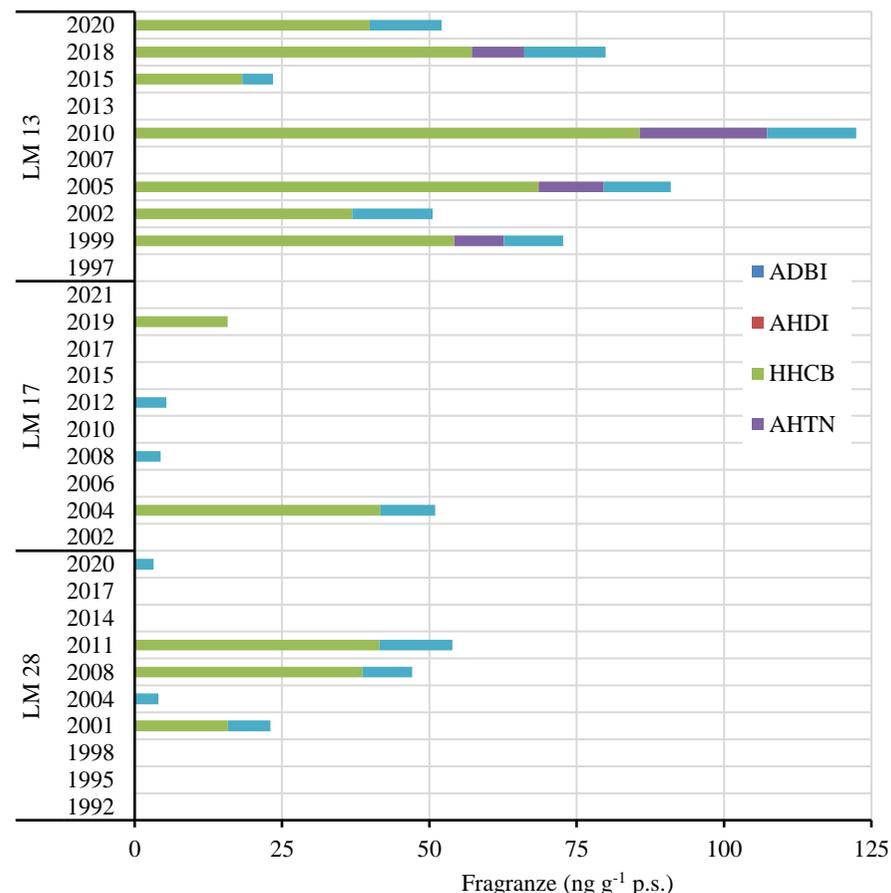
### STATO E TENDENZA

Le fragranze rientrano nella categoria di sostanze definite come PCPs (Personal Care Products), composti eterogenei e di comune utilizzo in svariati prodotti di largo consumo. Tra le fragranze sintetiche i composti di maggior utilizzo sono i muschi policiclici come Galaxolide (HHCB), Tonalide (AHTN), Celestolide (ADBI) e Phantolide (AHDI) che vengono impiegati nella produzione di profumi, saponi, prodotti per la pulizia della casa e detersivi. Queste sostanze sono rilasciate soprattutto attraverso gli scarichi degli impianti di trattamento delle acque reflue, contribuendo così ad una significativa contaminazione ambientale, in particolare degli ecosistemi acquatici. Queste sostanze non sono ancora sottoposte a monitoraggio di routine ed è importante valutarne la presenza per poter suggerire o meno il loro inserimento nei programmi di monitoraggio nazionali e internazionali. Per quanto riguarda i sedimenti del Lago Maggiore, nel corso del 2023 le fragranze sintetiche sono state misurate in carote prelevate nel Bacino di Pallanza in prossimità della confluenza del Fiume Toce e nella zona di chiusura del bacino, in prossimità di Arona. I valori più elevati sono stati ritrovati nella carota più litoranea prelevata nel Bacino di Pallanza, probabilmente la più influenzata dalle attività antropiche sulle sponde del Lago (fig. 1). Nel biota, le fragranze sono state misurate nel 2023 nel mollusco bivalve *Corbicula fluminea*, con concentrazioni più elevate lungo la sponda lombarda, soprattutto nelle vicinanze dei principali centri abitati, e negli agoni, i cui esemplari di taglia più piccola hanno registrato i valori più alti durante tutto l'anno. In tutte le matrici i composti maggiormente ritrovati sono stati il Galaxolide (HHCB) e il suo metabolita ossidato Galaxolidone (HHCB-L), in linea con l'ampio uso di questo composto nei prodotti di pulizia e cura della persona.



[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Fig. 1. Concentrazioni di fragranze nei sedimenti del Lago Maggiore prelevati nel Bacino di Pallanza (carote n. 13 e n. 17) e alla chiusura del bacino (carota n. 28).



# B1 1 USO DEL SUOLO E URBANIZZAZIONE

Ultimo aggiornamento nel 2012

Caratterizzazione delle zone urbane ricadenti all'interno dei bacini idrografici dei laghi

## DESCRITTORI

CATEGORIE USO DEL SUOLO LIVELLO 2 (CORINE LAND COVER 2012)

## OBIETTIVO

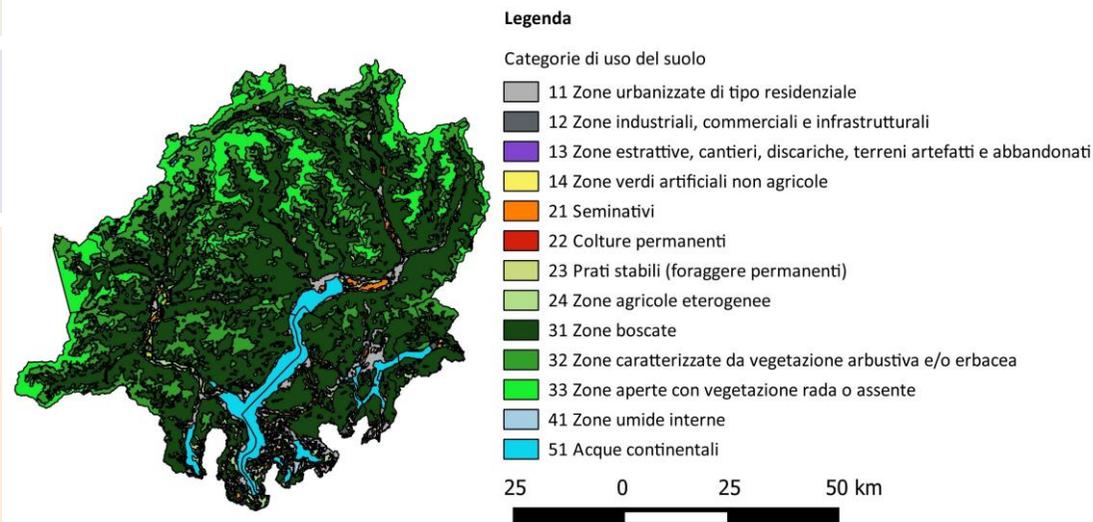
L'uso del suolo (Land Use) è un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo e costituisce quindi una descrizione di come il suolo venga impiegato in attività antropiche. Questo indicatore consente di valutare nel tempo le trasformazioni che avvengono sul territorio a livello di bacino.

## STATO E TENDENZA

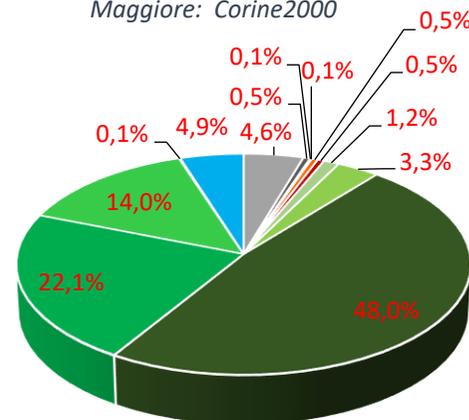
La direttiva 2007/2/CE definisce l'uso del suolo come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro (ad esempio: residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo). Un cambio di uso del suolo potrebbe non avere alcun effetto sullo stato reale del suolo, che potrebbe mantenere intatte le sue funzioni e le sue capacità di fornire servizi ecosistemici. La stessa direttiva definisce copertura del suolo (Land Cover) la copertura biofisica della superficie terrestre, comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide, i corpi idrici. Il consumo di suolo è, invece definito come una variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato). I dati Corine Land Cover hanno una risoluzione decisamente non adeguata per una stima accurata del fenomeno del consumo di suolo dovuto all'urbanizzazione, considerando solo i cambiamenti di copertura del suolo di almeno 5 ettari. Per questo motivo i dati qui rappresentati sono diversi da quelli contenuti nel rapporto pubblicato da ISPRA per il suolo italiano.

Il bacino del Lago Maggiore ricade per il 49% in territorio italiano e per il 51% in quello svizzero; la tipologia di copertura del suolo prevalente è rappresentata dalle zone boscate (circa il 50%), seguono le zone a vegetazione arbustiva o erbacea, quelle aperte con vegetazione rada o assente e le acque continentali. Con percentuali inferiori al 5% si trovano le aree urbanizzate, le zone agricole ed i prati. Le tre tipologie principali a livello di bacino sono le stesse che prevalgono, anche nei territori piemontese e svizzero; quest'ultimo risulta inoltre la porzione meno antropizzata dell'intero bacino. In Lombardia, invece, alle zone boscate seguono le tipologie rappresentate dalle acque continentali e dalle zone urbanizzate di tipo residenziale. L'analisi dell'evoluzione degli usi del suolo a livello di bacino mostra differenze più marcate nella riduzione delle aree a colture permanenti dello 0,49% (classe 22, presente solo in Svizzera) e per le zone boscate (classe 31, 0,47%), mentre nel 2012 aumentano le aree destinate ai seminativi (classe 21, 0,40%) e le zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea (classe 32, 0,36%).

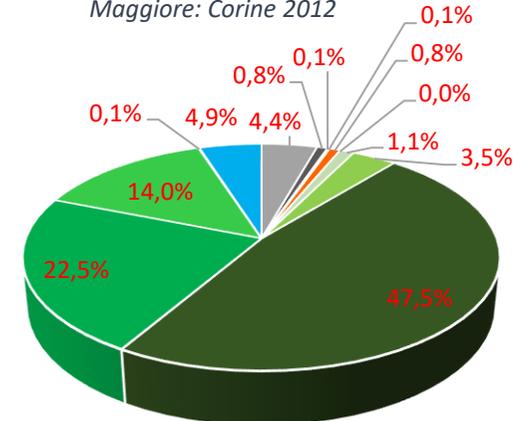
Per maggiori dettagli [Clicca Qui](#).



Uso del suolo nel bacino del Lago Maggiore: Corine2000



Uso del suolo nel bacino del Lago Maggiore: Corine 2012



- 11
- 12
- 13
- 14
- 21
- 22
- 23
- 24
- 31
- 32
- 33
- 41
- 51



## B1 2 PERCORRIBILITA' FLUVIALE DELLE SPECIE ITTICHE

Ultimo aggiornamento nel 2012

### DESCRITTORI

Percorribilità dalla foce

### OBBIETTIVO

Il parametro in esame non è oggetto di un obiettivo specifico, ma al fine di migliorare lo stato di conservazione delle popolazioni ittiche nel territorio di interesse, è auspicabile considerare quale obiettivo quello di incrementare la lunghezza dei tratti percorribili dalla fauna ittica, attraverso la realizzazione di interventi di deframmentazione del corridoio ecologico fluviale.

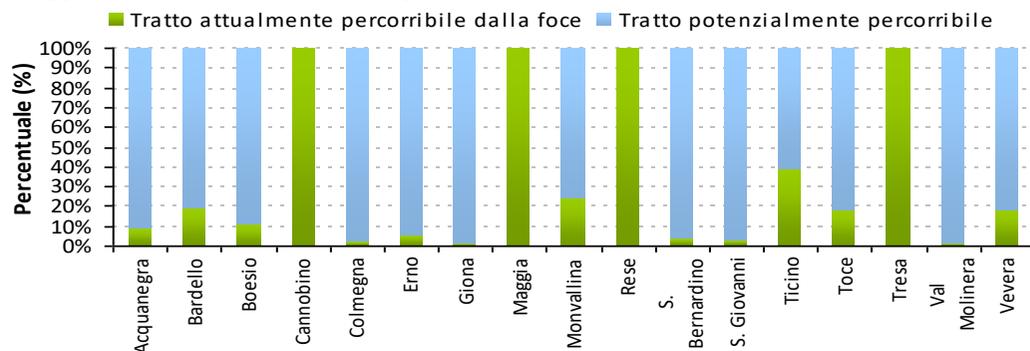
### STATO E TENDENZA

La percorribilità fluviale dei principali immissari del Lago Maggiore risulta nel complesso piuttosto compromessa. Tra i corsi d'acqua censiti al 2010, l'unico pienamente percorribile per l'intera asta fluviale era il Torrente Rese, tributario in sponda piemontese, attualmente con la realizzazione e l'attivazione della scala di risalita per pesci in corrispondenza della diga di Creva, anche il corridoio ecologico fluviale del Tresa risulta funzionale per i movimenti della fauna ittica. La piena percorribilità si riscontra inoltre nel Fiume Maggia e nel Torrente Cannobino, percorribili fino alla prima invalicabilità naturale, la cui collocazione corrisponde rispettivamente all'11% e al 14% dell'intero corso idrico. Tra i restanti tributari censiti, la situazione migliore si riscontra nel Ticino immissario, pienamente percorribile dalla foce per oltre 35 km, corrispondenti a quasi il 40% dell'intero tratto prelacuale; ad esso seguono il T. Monvallina, che presenta la sua prima invalicabilità parziale a circa 1,5 km dalla foce, il F. Bardello, percorribile per 2,4 km dalla foce, il F. Toce, pienamente percorribile per il 17% del suo corso, e il T. Boesio, pienamente percorribile dalla foce per l'11% del suo intero percorso. Le condizioni di maggiore criticità si riscontrano nei torrenti Colmegna, Giona e Val Molinera, tributari in sponda lombarda, percorribili per poche decine di metri dalla foce. In termini di invalicabilità complessive lungo l'asta fluviale, il numero maggiore di discontinuità è stato censito sul Torrente Giona (15 in tutto), seguito dal Fiume Toce (11), dal Torrente Acquanegra (9), dal Fiume Bardello e dal Torrente Boesio (7).



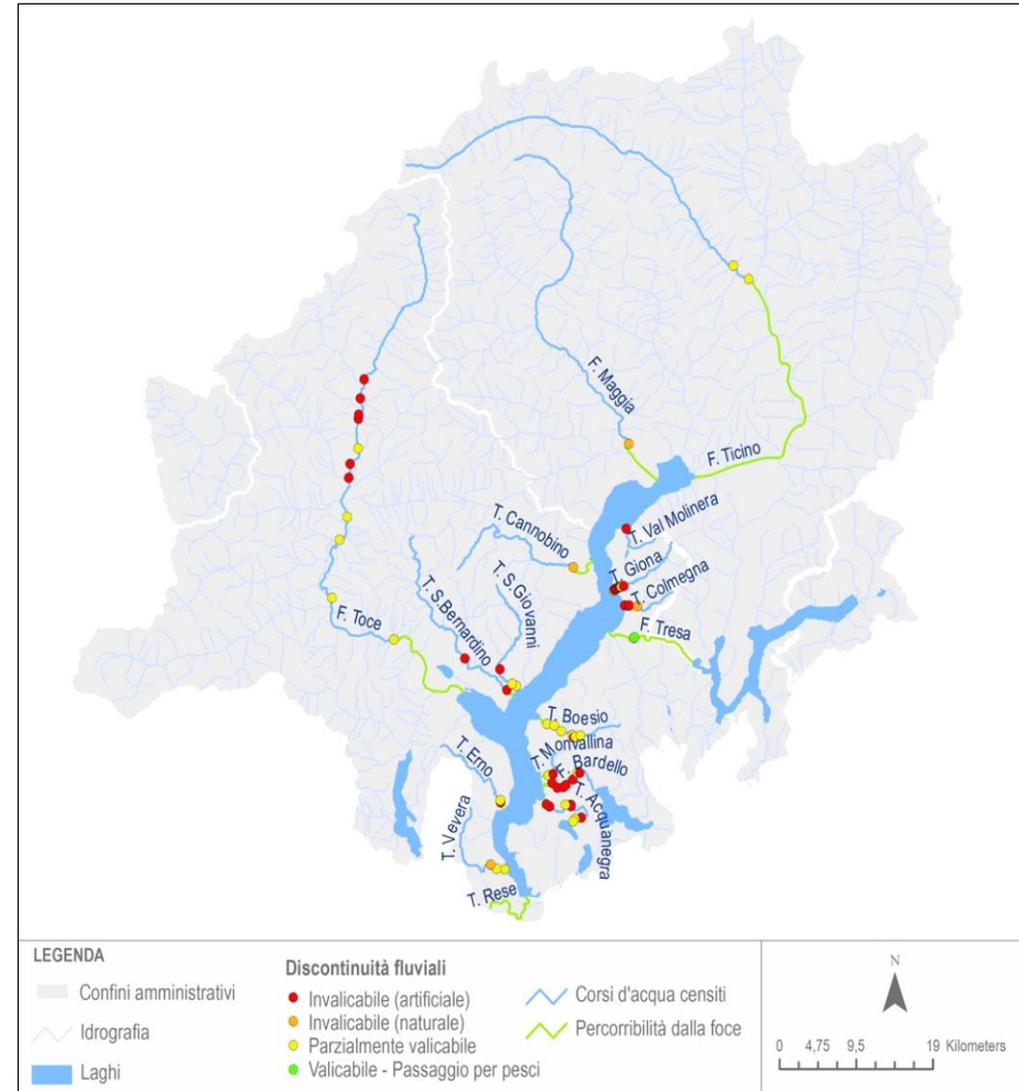
[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Percentuale di percorribilità dalla foce nei principali tributari del Lago Maggiore (nel caso di Maggia, Cannobino, Vevera e Colmegna la percorribilità potenziale termina con un ostacolo naturale)



Lunghezza dei tratti dei corsi d'acqua rientranti nei bacini imbriferi dei laghi utilizzabili dalla comunità ittica (senza sbarramenti)

Carta delle discontinuità e della percorribilità fluviale nei principali immissari del Lago Maggiore - stato al 2013. Si evidenzia la piena percorribilità del Fiume Tresa, condizione raggiunta nel 2013 con l'attivazione del passaggio per pesci in corrispondenza della diga di Creva





## B3 1 ELEMENTI CHIMICO - FISICI

Macrodescrittori che definiscono la qualità dei corsi d'acqua in relazione ai nutrienti e all'ossigenazione

### DESCRITTORI

Indice LIMeco, Sistema Modulare Graduato SMG

### OBIETTIVO

La legislazione svizzera non prevede l'applicazione dell'indice LIMeco (Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescrittori per lo stato ecologico, introdotto dal D.M. 260/2010), ma in base al SMG (Sistema Modulare Graduato) descritto nel manuale «Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau, 2010», vengono definite 5 classi di qualità (da livello 1 equivalente a ottima a livello 5 pari a scadente) per alcuni parametri chimico-fisici significativi, tra cui fosforo totale, l'azoto ammoniacale, nitriti, nitrati e COD, che riprendono le esigenze qualitative espresse nell'OPAc. Per una valutazione globale della qualità del corso d'acqua, il manuale indica di utilizzare la classe peggiore degli elementi valutati. L'obiettivo da perseguire consiste nel raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato almeno «buono» per ciascun corpo idrico superficiale secondo entrambi gli indici.

### STATO E TENDENZA

I corsi d'acqua compresi nel bacino del Lago Maggiore di cui si dispone dei valori di LIMeco calcolati dalle ARPA nel 2023 sono Acquanegra, Boesio, Giona, Margorabbia, Colmegno, Bardello, Monvallina, Rancina, Bolletta, Solda, Cuccio, Civagno, Tresa, Rezzo - Valle del Cagna e Telo d'Osteno nella Lombardia; in Piemonte il fiume Toce in 4 stazioni e il torrente Vevera.

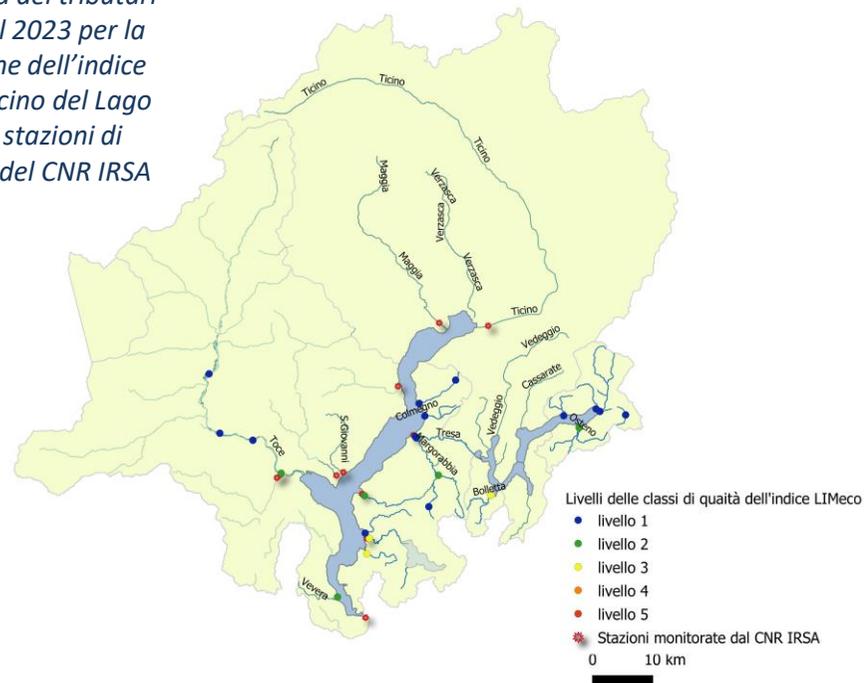
Di questi corsi d'acqua non raggiungono lo stato almeno «buono» il torrente Acquanegra, F. Bardello e Rio Bolletta che ricadono in classe sufficiente (livello 3), pertanto rispetto all'obiettivo prefissato, lo stato attuale si caratterizza con il raggiungimento dello stato almeno «buono» per l'indice LIMeco solo per l'86% delle stazioni monitorate dalle ARPA nel 2023.

Nel 2023 sono stati monitorati i tributari svizzeri del Lago di Lugano, per i quali non sono disponibili i dati dell'indice LIMeco, ma i corsi d'acqua vengono classificati in base al SMG (vedi Pannello di Controllo del Lago di Lugano).

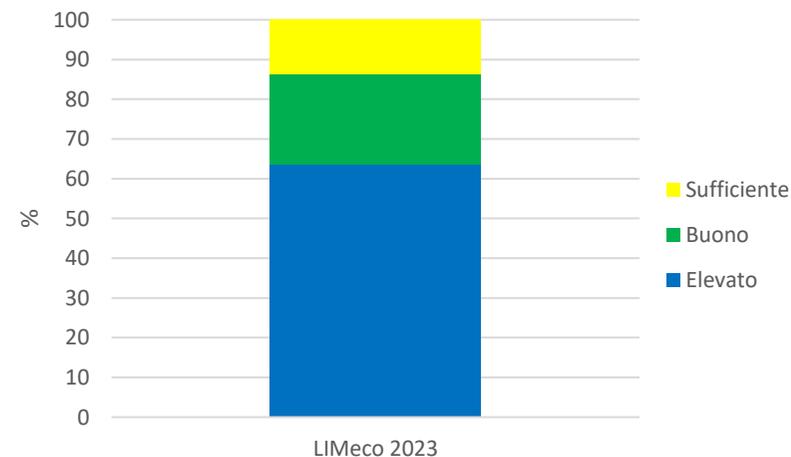
In figura sono indicate le stazioni di monitoraggio e il relativo stato di qualità calcolato nel 2023 secondo l'indice LIMeco, inoltre sono mostrate le stazioni di campionamento utilizzate dal CNR, che effettua i campionamenti in ambito CIP AIS, i cui i dati sono raccolti nel relativo rapporto annuale.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

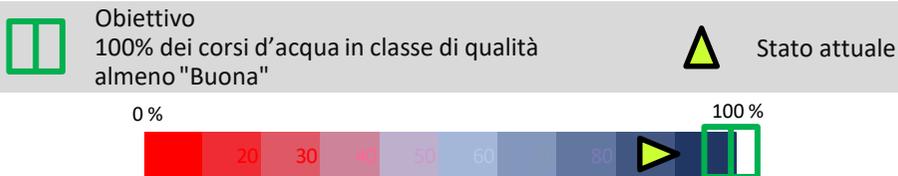
Classi di qualità dei tributari monitorati nel 2023 per la determinazione dell'indice LIMeco nel Bacino del Lago Maggiore e stazioni di monitoraggio del CNR IRSA



Ripartizione delle classi di LIMeco nel 2023 (Bacino del Lago Maggiore e Lago di Lugano)



NB:  
i valori riportati nell'istogramma a destra si riferiscono al numero di stazioni a cui è stata attribuita una delle classi indicate in legenda



## B3 2 MACROINVERTEBRATI BENTONICI

Indice del benessere delle comunità macrobentoniche basato sulla presenza e sulle caratteristiche delle comunità rilevate

### DESCRITTORI

STAR\_ICMi, Metodo IBCH

### OBIETTIVO

La legislazione svizzera non prevede l'applicazione dell'indice STAR\_ICMi (Metodo di Intercalibrazione per i macroinvertebrati per lo stato ecologico, introdotto dal D.M. 260/2010), ma in base al SMG (Sistema Modulare Graduato) descritto nel manuale «*Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau, 2010*», vengono definite dei metodi che consentono di valutare lo stato ecologico dei corsi d'acqua, sulla base dell'analisi di comunità biologiche, tra i quali sono compresi i macroinvertebrati. I valori dell'indice per i macroinvertebrati IBCH sono ripartiti in 5 classi di qualità (da ottimo a scadente) che riprendono le esigenze qualitative espresse nell'OPAC. L'obiettivo da perseguire consiste nel raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato almeno «buono» per ciascun corso d'acqua secondo entrambi gli indici.

### STATO E TENDENZA

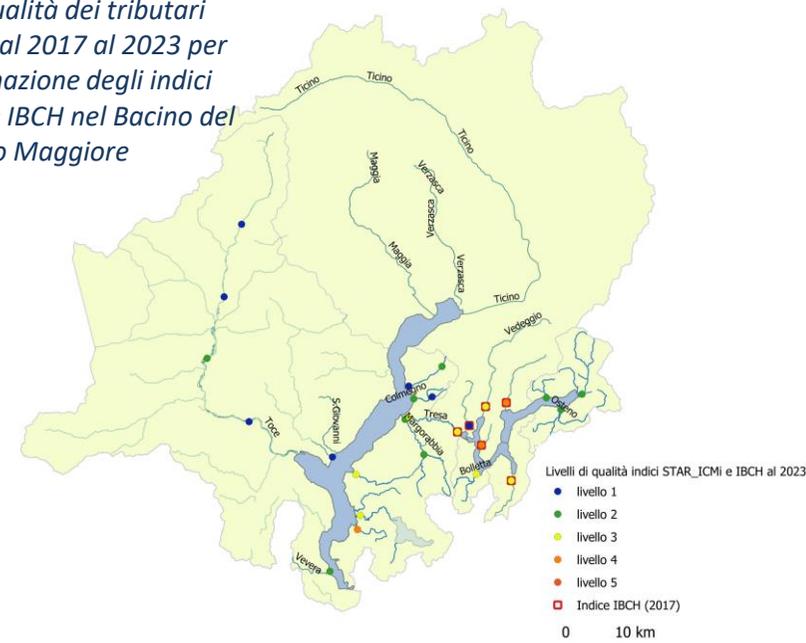
Lo Stato Ecologico è definito dalla qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici, stabilita attraverso il monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi chimici e fisico-chimici a sostegno e degli elementi idromorfologici a sostegno. Tra gli elementi biologici vengono monitorati i macroinvertebrati, per i quali il metodo di classificazione è costituito dal Sistema MacOper, che prevede l'applicazione dell'indice STAR\_ICMi. L'indice biologico IBCH consente una determinazione approssimativa dello stato biologico di un corso d'acqua sulla base degli invertebrati acquatici.

Nel 2023 l'indice Star\_ICMi è stato calcolato per i tributari del Lago Maggiore da Arpa Lombardia presso le stazioni di monitoraggio del f. Bardello, Boesio, Bolletta e Telo d'Osteno; ARPA Piemonte ha eseguito i campionamenti dei macroinvertebrati presso il t. Vevera.

Esaminando i dati pregressi raccolti dalle ARPA per l'intero bacino del Lago Maggiore dal 2018 al 2023, dei 19 corsi d'acqua monitorati per la componente macrobentonica, i fiumi Boesio, Bardello, Acquanegra e Bolletta non raggiungono l'obiettivo «Buono» ([Clicca qui per aprire la tabella](#)).

Nel 2023 non risulta rispettato l'obiettivo definito dalla CIP AIS, poiché solo l'83% dei corsi d'acqua monitorati dal 2018 al 2023, compresi i tributari del Lago di Lugano, raggiunge lo stato buono.

Classi di qualità dei tributari monitorati dal 2017 al 2023 per la determinazione degli indici STAR\_ICMi e IBCH nel Bacino del Lago Maggiore



Attribuzione delle classi di qualità STAR\_ICMi alle stazioni di monitoraggio dei tributari del Lago Maggiore e del Lago di Lugano (2018 -2023)

Ripartizione delle classi STAR\_ICMi al 2023 (Bacino Lago Maggiore e Lugano)



Obiettivo: 100% dei corsi d'acqua in classe almeno «Buona»



Stato attuale

0%



100 %

## B4 2 STATO DELLE OPERE DI RISANAMENTO

*Distribuzione dei servizi di depurazione; è definito attraverso la quantificazione delle diverse tipologie di trattamento depurativo presso gli impianti di depurazione con capacità autorizzata di progetto  $\geq 2000$  AE.*

### DESCRITTORI

*Tipologia di trattamento degli impianti di depurazione con capacità autorizzata  $\geq 2000$  AE  
Popolazione trattata in AE*

### OBIETTIVO

In prospettiva futura questo indicatore permetterà di valutare l'adozione di tecnologie più performanti ai fini dell'abbattimento non solo dei nutrienti ma anche, per esempio, dei microinquinanti.

### STATO E TENDENZA

Nel bacino del Lago Maggiore, che comprende anche quello del Lago di Lugano, nel 2023 sono presenti 49 impianti di depurazione con capacità autorizzata superiore a 2.000 AE. Di questi, 23 impianti sono ubicati in territorio lombardo, compreso quello di Sesto Calende; l'impianto di Cocquio Trevisago è stato dismesso a fine 2021 per collettamento all'impianto di Besozzo. In Piemonte sono confermati 14 impianti, mentre in territorio elvetico si contano 12 IDA considerando anche gli impianti di Lostallo e Messocco (San Bernardino) nel Cantone dei Grigioni. Nell'intero bacino del Lago Maggiore sono presenti 7 impianti con capacità autorizzata maggiore di 50.000 AE, di cui i più importanti in termini di AE serviti sono in Canton Ticino con l'impianto di Bioggio, che recapita nel fiume Vedeggio, con una popolazione trattata di 126.416 AE trattati nel 2023 e in Lombardia il depuratore di Gavirate con una popolazione trattata di 97.501 AE.

Il calcolo del carico trattato può variare nelle diverse unità territoriali: in Piemonte il carico totale trattato è riferito alla somma dei carichi (civili + fluttuanti + industriali + bottini); in Lombardia la popolazione trattata è calcolata dagli uffici d'ambito, utilizzando le metodologie illustrate nell'allegato A al RR 6/19; in Svizzera il carico trattato è determinato secondo OPAC seguendo le raccomandazioni dell'Associazione svizzera dei professionisti della protezione delle acque (VSA) e comprende i carichi civili, artigianali e industriali trattati nell'impianto di depurazione.

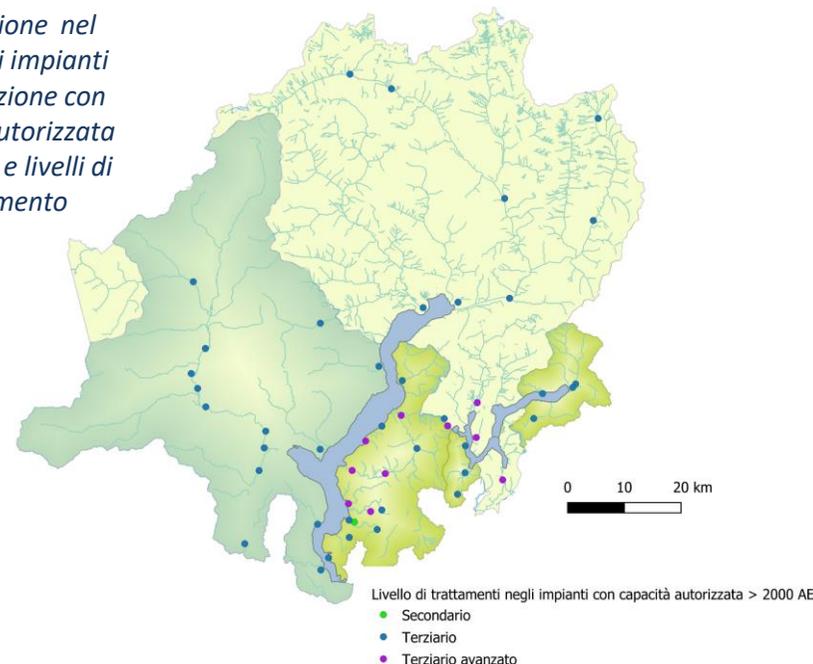
In generale, la parte lombarda del bacino del Lago Maggiore è caratterizzata da un territorio limitato (circa il 12% del totale), su cui insiste una densità di impianti a potenzialità medio-alta con livello di trattamento terziario avanzato maggiore rispetto al Piemonte e alla Svizzera.

A settembre 2021 è stato messo in esercizio lo stadio di trattamento terziario di filtrazione delle acque di scarico depurate presso il depuratore di Giubiasco. Ad Airolo è in corso la progettazione di un nuovo impianto di depurazione. Una volta realizzato, il vecchio impianto verrà dismesso. Nel 2025 inizieranno i lavori di rinnovo e potenziamento dell'impianto di depurazione di Biasca.

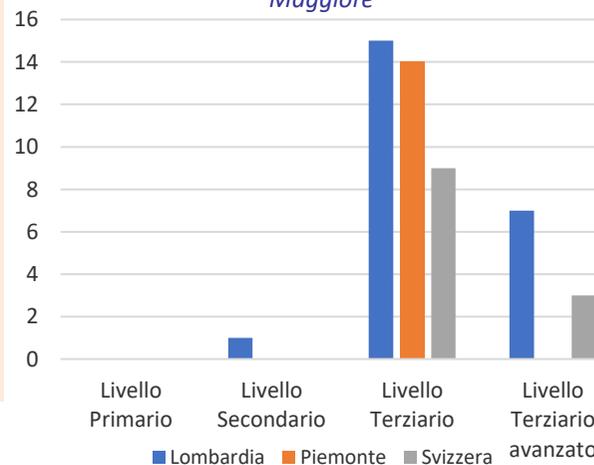
Per quanto riguarda il livello di trattamento, nel bacino del Lago Maggiore si raggiunge il livello di trattamento terziario avanzato in 10 depuratori, mentre l'unico impianto caratterizzato da un livello secondario di trattamento è quello di Brebbia Paù (VA).

Per livello di trattamento terziario avanzato sono considerati essenziali la defosfatizzazione chimica e la post-denitrificazione.

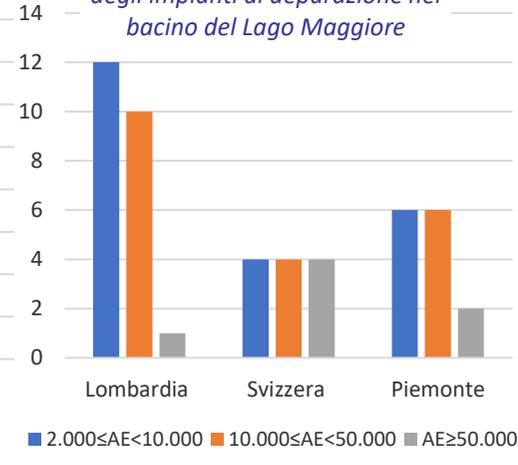
*Distribuzione nel 2023 degli impianti di depurazione con capacità autorizzata  $\geq 2000$  AE e livelli di trattamento*



*Livello di trattamento nel 2023 negli impianti di depurazione del bacino del Lago Maggiore*



*Distribuzione nelle classi di potenzialità autorizzata nel 2023 degli impianti di depurazione nel bacino del Lago Maggiore*





## B4 3 FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DEPURAZIONE

Efficienza di abbattimento del carico di fosforo

### PARAMETRI

Fosforo, Azoto, BOD5, COD, Solidi Sospesi  
Efficienza depurativa

### OBIETTIVO

L'indicatore permette di verificare che le efficienze depurative si mantengono comunque al di sopra dell'80%, valore che ha portato il lago a livelli trofici corrispondenti all'oligotrofia.

### STATO E TENDENZA

Considerando l'intero bacino del Lago Maggiore, che comprende anche il bacino del lago di Lugano, le percentuali di abbattimento medio dei nutrienti calcolate nel 2023 negli impianti di depurazione con capacità autorizzata superiore a 2.000 AE sono del 97% per il BOD, 94% per il COD e 90% per il fosforo Totale. L'apporto di fosforo da tutti gli impianti con capacità autorizzata superiore a 2.000 AE presenti nell'intero bacino è circa 40,7 t/a (circa 1 t/a in meno rispetto all'anno precedente), di cui circa 4,48 t/a provenienti dal bacino del Lago di Lugano.

Considerando gli apporti al Lago Maggiore, derivante dalle immissioni dei depuratori nei corsi d'acqua direttamente afferenti al Lago, il carico di fosforo totale dagli impianti di depurazione con capacità autorizzata superiore a 2.000 AE è di circa 35,3 t/a. In particolare nel 2023 nel territorio lombardo (non considerando il bacino del Lago di Lugano) i carichi di fosforo recapitati a lago in uscita dai depuratori indicano un apporto di 12,9 t/anno complessive, con l'abbattimento del fosforo dell'83%, per un totale di 245.791 AE trattati (impianti con capacità autorizzata superiore a 2000 AE).

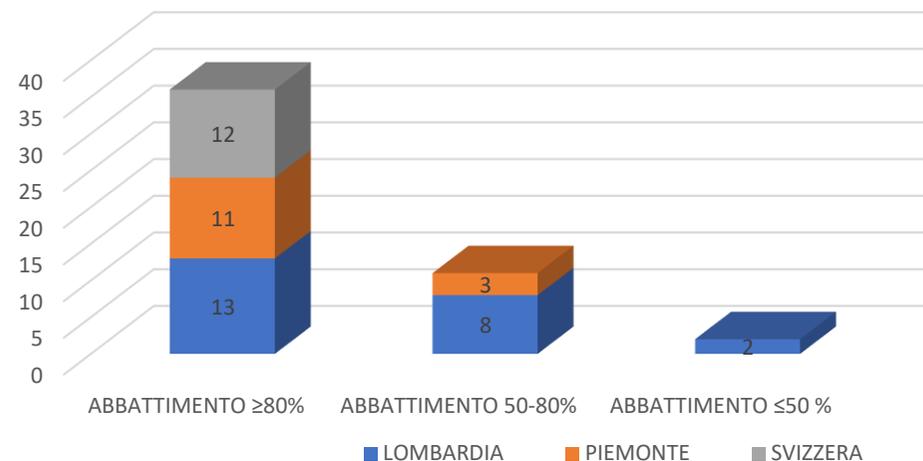
Per quanto riguarda il Piemonte, nel 2023 l'apporto complessivo di fosforo totale dei depuratori con capacità autorizzata > 2.000 AE (239.789 AE trattati) è risultato circa 13,3 t/anno. L'abbattimento di fosforo in uscita dagli impianti di depurazione è circa dell'87%.

Infine, l'apporto complessivo di fosforo al lago dal territorio svizzero (escluso il bacino del Lago di Lugano) è di circa 9 t/anno, considerando una popolazione trattata di 168.939 abitanti equivalenti; l'abbattimento del fosforo totale è stato del 91% circa.

Considerando l'intero bacino idrografico del Lago Maggiore, compreso il Lago di Lugano, generalmente in tutte le tipologie di impianti i parametri BOD, COD e Solidi Sospesi sono abbattuti almeno all'80%, mentre per l'azoto e il fosforo totale i valori di abbattimento sono più variabili, in un range tra circa il 79% e 94% per il fosforo totale e tra il 44% e 82% per l'azoto totale (per visualizzare i grafici [clicca qui](#)).

Nei grafici a lato sono mostrate le percentuali di abbattimento del fosforo totale riferite al numero di impianti presenti nel bacino del lago Maggiore (grafico sopra) e in riferimento alla percentuale di abitanti equivalenti trattati a seconda delle classi di potenzialità autorizzata. Il 73% degli impianti offre un abbattimento almeno dell'80% del fosforo totale per l'86% degli abitanti equivalenti trattati (Potenzialità autorizzata di riferimento).

N° di impianti del Bacino del Lago Maggiore con capacità autorizzata ≥ 2000 AE riferito alle classi di abbattimento del P tot



Percentuali di AE trattati per classi di potenzialità autorizzata in riferimento alle percentuali di abbattimento del P tot

