

Stato delle acque superficiali in Lombardia

LAGO DEL SEGRINO

Aggiornamento 2014-2019



Dicembre 2020

Stato delle acque superficiali in Lombardia
LAGO DEL SEGRINO
Aggiornamento 2014-2019

Autori

Francesco Nastasi, Fabio Buzzi, Chiara Agostinelli, Elisa Carena, Romana Fumagalli, Riccardo Formenti, Eugenia Bettoni, Rosa Maria Di Piazza

*U.O. Centro Regionale Laghi e Monitoraggio Biologico Acque Superficiali
Settore Monitoraggi Ambientali*

Pietro Genoni

*Responsabile U.O. Centro Regionale Laghi e Monitoraggio Biologico Acque Superficiali
Settore Monitoraggi Ambientali*

Si ringrazia l'Associazione dei Pescatori ed il Parco del lago del Segrino che ci ha messo a disposizione e continua a fornirci l'imbarcazione utile all'effettuazione delle campagne di monitoraggio.

Citare come:

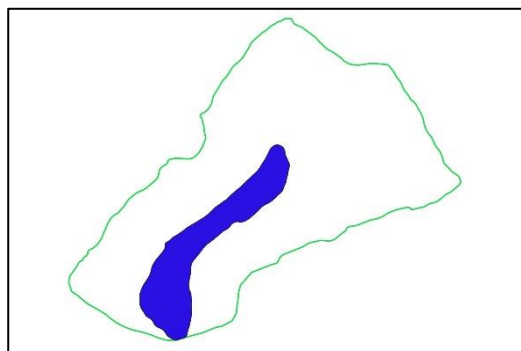
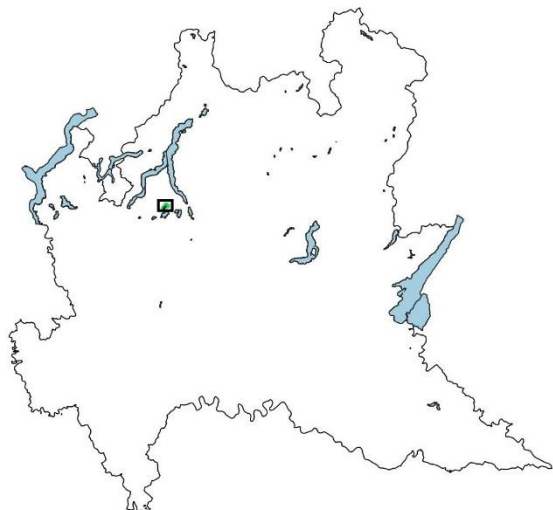
ARPA Lombardia, 2020. Stato delle acque superficiali in Lombardia. Lago del Segrino. Aggiornamento 2014-2019. Settore Monitoraggi Ambientali, 19 pp.

SOMMARIO

1	INQUADRAMENTO	1
2	CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE	3
2.1	TEMPERATURA DELLE ACQUE	3
2.2	OSSIGENO DISCIOLTO	4
2.3	TRASPARENZA	6
2.4	MACRONUTRIENTI: FOSFORO E AZOTO	7
3	ELEMENTI FISICO-CHIMICI A SOSTEGNO (LTLECO)	9
4	ELEMENTI DI QUALITÀ BIOLOGICA (EQB)	10
4.1	FITOPLANCTON	10
4.2	MACROFITE E FITOBENTOS	12
4.3	MACROINVERTEBRATI	12
4.4	FAUNA ITTICA	13
5	ELEMENTI CHIMICI A SOSTEGNO	14
6	STATO ECOLOGICO	15
7	STATO CHIMICO	16
8	BIBLIOGRAFIA	17

1 INQUADRAMENTO

Il lago del Segrino è un corpo idrico di ridotte dimensioni che insieme ai laghi di Annone, Montorfano, Alserio e Pusiano fa parte del gruppo dei laghi briantei. Fra tali corpi idrici è quello che presenta l'area minore e la forma più caratteristica.



Caratteristiche morfometriche e idrologiche del lago del Segrino

Bacino idrografico

Bacino idrografico	Fiume Lambro
Area ⁽¹⁾	3,2 km ²
Altitudine massima	1129 m s.l.m.
Immissari principali	Piccola roggia con acqua saltuaria proveniente dal comune di Canzo
Emissario principale	-

Lago

Macrotipo	L3
Tipo	AL5 - Laghi/invasi sudalpini poco profondi
Area ⁽¹⁾	0,4 km ²
Rapporto area bacino/area lago ⁽²⁾	8
Perimetro	3,8 km
Indice di sinuosità ⁽²⁾	1,7
Profondità massima	8,6 m
Profondità media	3,2 m
Altitudine media	374 m s.l.m.
Volume	1,2 × 10 ⁶ m ³
Volume utile alla massima regolazione	-
Tempo teorico di ricambio	0,4 anni
Tempo reale di ricambio	-
Classificazione termica	Dimittico
Tasso di sedimentazione ⁽³⁾	0,35 cm a ⁻¹

Fonti: AA. VV., 2010 ad eccezione di ⁽¹⁾ PTUA 2016; ⁽²⁾ dato calcolato da ARPA; ⁽³⁾ Wick, 1996.

Punto di campionamento acque

Comune	Eupilio
Coordinate X-Y (WGS84 UTM 32)	520528 - 5074690
Localizzazione	Punto di massima profondità

Il lago del Segrino ha un bacino imbrifero ricompreso in quello di maggiori dimensioni del lago di Pusiano (AA.VV., 2010).

Il corpo idrico si trova in una zona montuosa delle Prealpi lombarde fra le Province di Lecco e di Como: i monti Cornizzolo e Scioscia delimitano un'angusta valle che viene quasi totalmente occupata dalle acque lacustri. Il lago presenta perciò una caratteristica morfologia stretta, allungata e sinuosa, e la zona dove si registra la profondità massima (8,6 m) è caratterizzata da sponde ripide dovute all'orografia del territorio. Solo all'estremità meridionale il bacino si allarga: in questa zona la pendenza delle sponde diminuisce e la profondità non supera i 5 metri.

Il lago non è alimentato da immissari ma da acque di origine meteorica che ruscellano lungo i versanti verso la conca lacustre e da sorgenti sublacustri e perilacustri (AA.VV., 2010).

Il lago riveste una notevole importanza turistica, naturalistica e ricreativa, con un'area adibita alla balneazione in corrispondenza del lido situato a sud-ovest. Anche la pesca sportiva è diffusamente praticata sia lungo le sponde sia da imbarcazione.

Il lago del Segrino è inserito nel Parco Locale di Interesse Sovracomunale (PLIS) Lago Segrino e nel Sito di Importanza Comunitaria IT 2020010 "Lago di Segrino" (AA.VV., 2010).

Il corpo idrico è stato sottoposto a monitoraggio operativo per i primi due trienni (2009-2011, 2012-2014), successivamente è stato oggetto di monitoraggio di sorveglianza, per cui è stato classificato su base sessennale (2014-2019) utilizzando i dati del monitoraggio effettuato nel 2014.

2 CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE

2.1 Temperatura delle acque

La temperatura che un lago assume in un determinato istante dipende dal suo bilancio termico, cioè dalla differenza fra gli apporti e le perdite di calore. La temperatura influenza gli ecosistemi lacustri sia in maniera diretta, agendo sul metabolismo degli organismi, che in maniera indiretta, determinando la densità delle acque e quindi anche la struttura della colonna d'acqua.

Il lago del Segrino è un lago dimittico, ovvero presenta due periodi di circolazione della colonna d'acqua all'anno.

In Figura 1 viene presentato l'andamento della temperatura delle acque lacustri sia in superficie che sul fondo nel periodo di monitoraggio 2009-2014. Le temperature nei due punti si discostano nei periodi estivi a causa del riscaldamento superficiale che dà luogo alla stratificazione termica. In questa fase, il gradiente di temperatura tra superficie e fondo non è particolarmente marcato a causa dell'incassamento del lago tra due versanti montuosi, che ne limita l'irraggiamento solare e non permette alle acque più prossime alla superficie di raggiungere le temperature toccate da altri piccoli laghi briantei ad altitudini simili, come il lago di Montorfano.

La temperatura massima rilevata nelle acque di superficie (26,7 °C) è stata raggiunta durante un campionamento effettuato in piena estate (seconda metà di luglio) nel 2010.

Le temperature superficiale e di fondo vengono invece a coincidere durante la fase di circolazione termica.

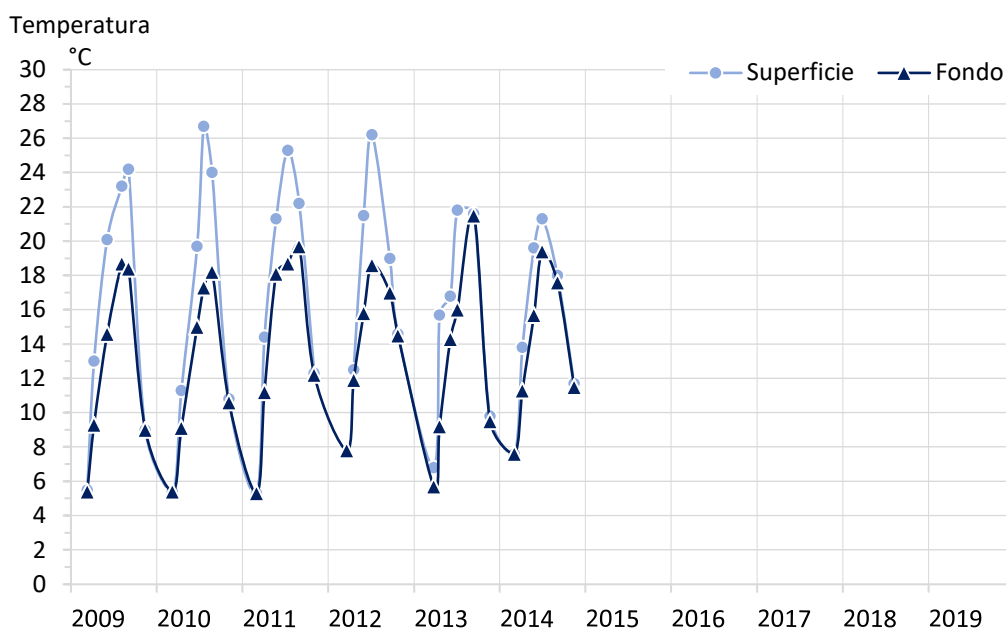


Figura 1. Andamento della temperatura delle acque in superficie e sul fondo dal 2009 al 2019.

2.2 Ossigeno disciolto

La solubilità dell'ossigeno in acqua è in relazione alla temperatura, alla pressione barometrica e all'umidità relativa dell'aria. Il profilo verticale della concentrazione dell'ossigeno disciolto è condizionato dall'attività biologica degli organismi presenti in acqua, dalla turbolenza e dalle vicende termiche del lago.

Il grafico di Figura 2 mostra l'andamento dell'ossigeno disciolto espresso come percentuale di saturazione nelle acque di superficie e in prossimità del fondo per gli anni di monitoraggio 2009-2014. Nel corso di questo periodo si osserva una tendenza all'aumento dei valori rilevati in prossimità del fondo. Nel 2009, infatti, è stato raggiunto il valore minimo, pari al 13% di saturazione, durante la stratificazione termica estiva, fase in cui la diversa densità delle acque non permette all'ossigeno atmosferico di rifornire di ossigeno lo strato ipolimnico. Negli anni successivi, invece, non sono state registrate particolari criticità per l'ossigenazione di fondo, che è migliorata fino ad attestarsi su valori quasi costantemente oltre l'80% a partire dal 2012.

Per quanto riguarda i valori in superficie, vengono raggiunte più volte, in primavera e in estate, condizioni di sovrasaturazione a causa della fotosintesi fitoplanctonica, ma, data la produzione algale non elevata del lago, si tratta di picchi relativamente contenuti, con un unico massimo pari al 158% ad agosto 2009.

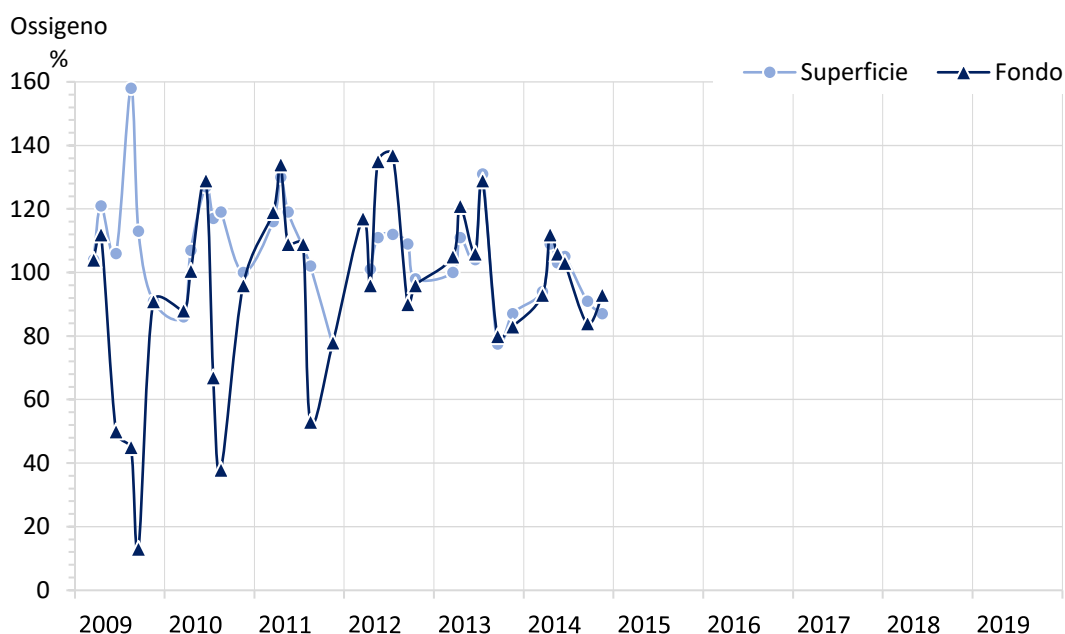


Figura 2. Andamento della saturazione dell'ossigeno disciolto in superficie e sul fondo dal 2009 al 2014.

La concentrazione di ossigeno disciolto ipolimnico misurato alla fine del periodo di stratificazione viene utilizzata per il calcolo del descrittore LTLecco ai fini della classificazione dello stato ecologico; una concentrazione pari a 40% di saturazione rappresenta il valore limite del livello corrispondente allo stato buono per il calcolo dell'LTLecco.

In Figura 3 è mostrata la media dei valori dell'ossigeno disciolto (percentuale di saturazione) registrati nella porzione ipolimnica della colonna d'acqua del lago alla fine della fase di stratificazione termica per gli anni di monitoraggio dal 2009 al 2014, da cui emerge il miglioramento delle condizioni di ossigenazione delle acque. Dal 2012, infatti, si è notato un sensibile aumento di ossigeno nell'ipolimnio, con valori ben oltre il limite del 40%. Il dato minimo (31%), registrato nel 2011, non testimonia comunque un'ipossia severa.

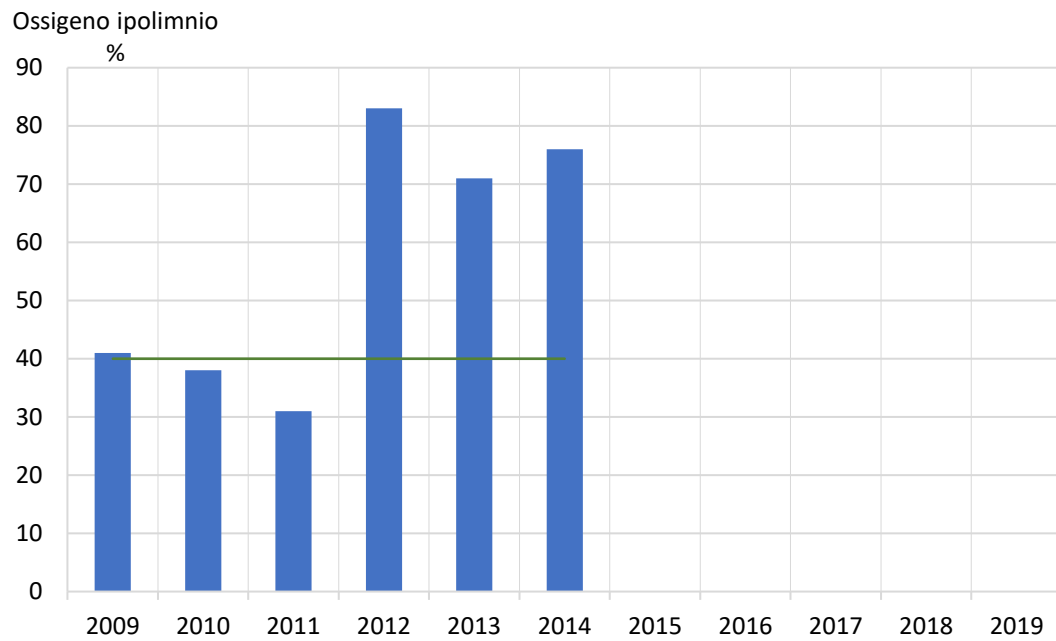


Figura 3. Valori di saturazione dell'ossigeno disciolto nell'ipolimnio alla fine del periodo di stratificazione dal 2009 al 2014; la linea rappresenta il valore limite del livello corrispondente allo stato buono per il calcolo dell'LTLecco.

2.3 Trasparenza

La trasparenza di un lago è definita come la profondità alla quale un disco bianco o a quadranti bianchi e neri di 20-30 cm di diametro (disco di Secchi) diviene invisibile dalla superficie. La trasparenza è un parametro correlato alla produttività algale del lago e alla presenza di particolato disciolto. I più alti valori di questo parametro si registrano quando la componente fitoplanctonica non ha ancora raggiunto un completo sviluppo mentre bassi valori di trasparenza si osservano quando la comunità algale risulta ampiamente presente.

La trasparenza media annua viene utilizzata per il calcolo del descrittore LTLecco; per il lago del Segrino il valore di 3 metri rappresenta il limite del livello corrispondente allo stato buono per il calcolo dell'LTLecco.

Il grafico in Figura 4 rappresenta l'andamento della trasparenza nel corso del monitoraggio condotto dal 2009 al 2014. È possibile notare un aumento sia dei valori medi che puntuali nel periodo in esame: i valori medi nell'ultimo anno di rilevazione arrivano a superare i 5 metri, i valori puntuali addirittura gli 8 metri. Il modesto flessso della trasparenza media relativo al 2010 è invece riconducibile allo sviluppo estivo della componente algale.

Le medie annue di trasparenza si collocano comunque sempre al di sopra della soglia sufficiente/buono prevista ai fini del calcolo dell'LTLecco.

Una buona trasparenza delle acque lacustri consente una maggiore diffusione della luce anche agli strati più profondi, evitando la selezione di specie di macrofite acquatiche tolleranti alla ridotta luminosità a sfavore di quelle sensibili.

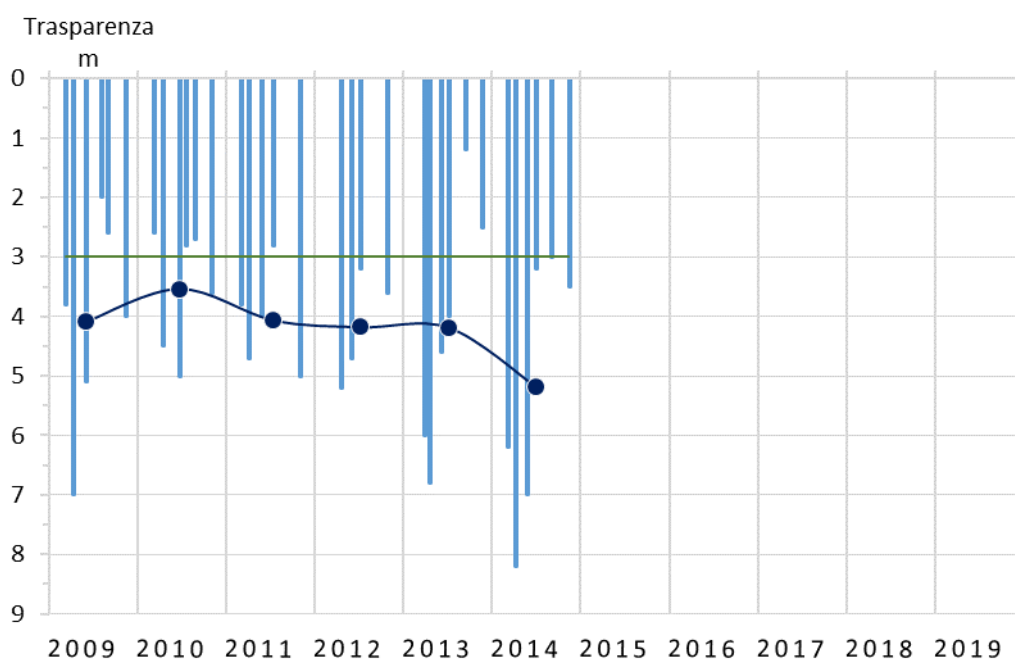


Figura 4. Valori mensili (barre) e medie annue (punti) della trasparenza dal 2009 al 2014; la linea rappresenta il valore limite del livello corrispondente allo stato buono per il calcolo dell'LTLecco.

2.4 Macronutrienti: fosforo e azoto

Fosforo e azoto rappresentano i principali nutrienti che determinano lo sviluppo della biomassa vegetale, il cui eccesso è uno degli effetti dell'eutrofizzazione. Nei laghi lombardi l'elemento che limita la crescita degli organismi vegetali è quasi sempre il fosforo.

La concentrazione media di fosforo totale – ottenuta come media ponderata rispetto ai volumi o all'altezza degli strati, nel periodo di piena circolazione alla fine della stagione invernale – viene utilizzata per il calcolo del descrittore LTLecco; per il lago del Segrino una concentrazione di 20 $\mu\text{g/L P}$ rappresenta il valore limite del livello corrispondente allo stato buono per il calcolo dell'LTLecco.

In Figura 5 è rappresentata la media di fosforo totale sulla colonna, ponderata rispetto all'altezza degli strati, nel campionamento di piena circolazione per gli anni di monitoraggio dal 2009 al 2014.

Il lago del Segrino non ha mai mostrato concentrazioni particolarmente critiche per questo parametro, infatti solo nel 2010 è stato riscontrato un valore (21 $\mu\text{g/L P}$) appena superiore alla soglia per la definizione dello stato di buono. La media sull'intero periodo di osservazione è invece di 14 $\mu\text{g/L P}$.

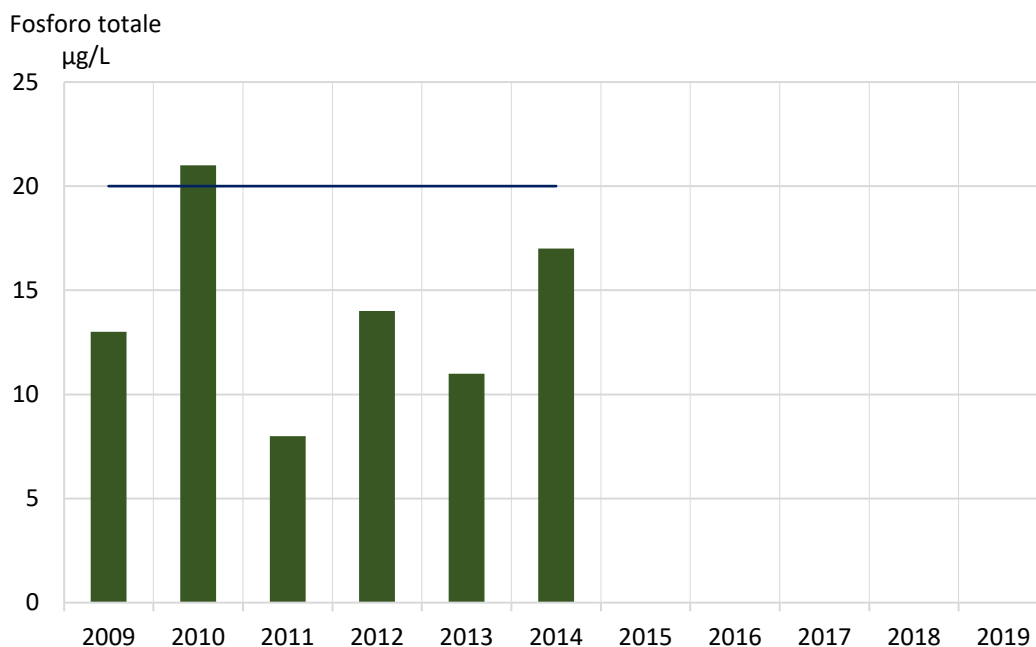


Figura 5. Valori di fosforo totale (media ponderata) nel periodo di piena circolazione dal 2009 al 2014; la linea rappresenta il valore limite del livello corrispondente allo stato buono per il calcolo dell'LTLecco.

Il livello naturale di fosforo per il lago del Segrino, considerato come riferimento per la determinazione dell'obiettivo gestionale previsto dal PTUA, è pari a 27 $\mu\text{g/L P}$. Dal momento che la concentrazione media osservata è già inferiore rispetto a quella indicata dal PTUA 2016, si può ritenere che la concentrazione naturale più verosimile sia prossima a quella calcolata con il metodo proposto da Cardoso *et al.* (2007), ritenuto più aggiornato e attendibile dal punto di vista scientifico, che risulta pari a 7 $\mu\text{g/L P}$.

Per quanto riguarda le forme dell'azoto, in Figura 6 è mostrato l'andamento dell'azoto nitrico in superficie e in prossimità del fondo nel periodo di monitoraggio 2009-2014, mentre in Figura 7 è riportato quello dell'azoto ammoniacale.

L'azoto nitrico rappresenta la forma che viene utilizzata preferenzialmente dal fitoplancton come fonte di azoto.

In fase di stratificazione termica si osserva un aumento della concentrazione di azoto ammoniacale nelle acque prossime al fondo rispetto alle acque superficiali. Questa differenza è particolarmente evidente nel 2009, nel mese di settembre, in concomitanza con la registrazione del minimo di ossigeno sul fondo.

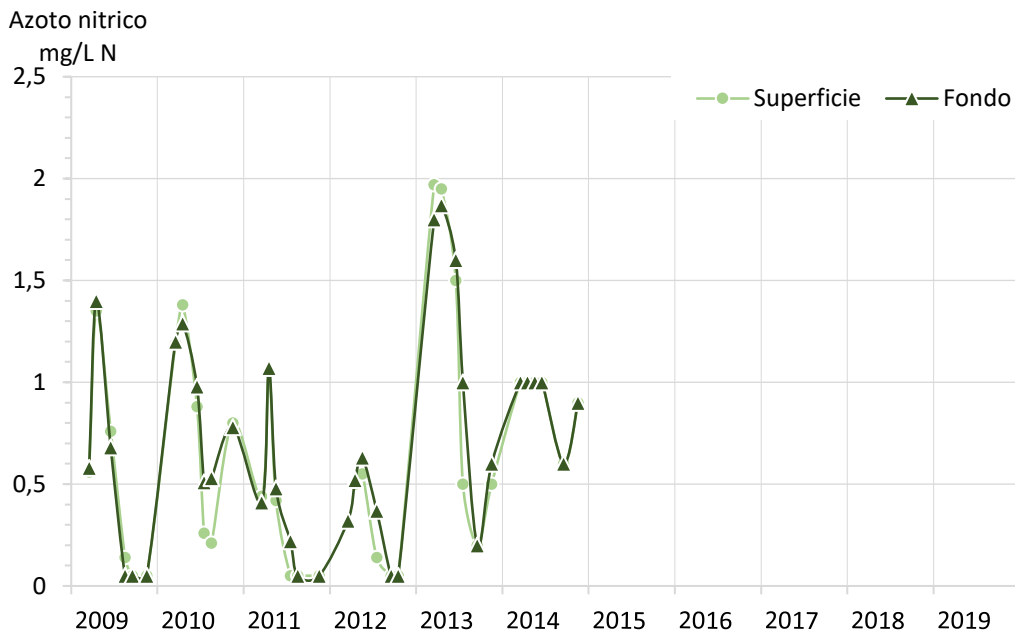


Figura 6. Concentrazioni di azoto nitrico in superficie e sul fondo dal 2009 al 2014.

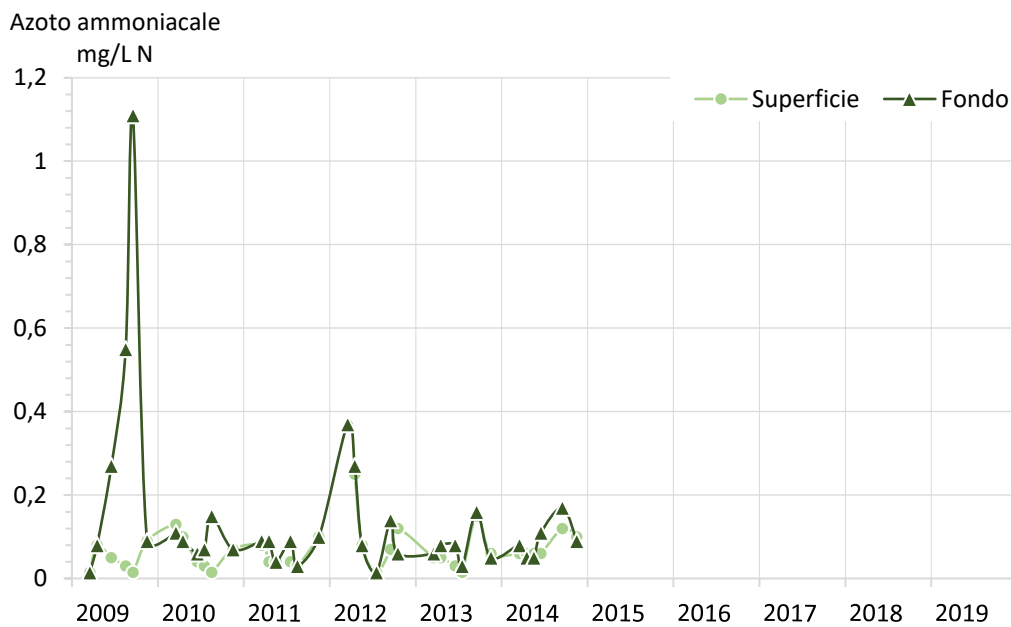


Figura 7. Concentrazioni di azoto ammoniacale in superficie e sul fondo dal 2009 al 2014.

3 ELEMENTI FISICO-CHIMICI A SOSTEGNO (LTLeCo)

I parametri che contribuiscono al calcolo dell'LTLeCo sono la trasparenza (media dei valori riscontrati nel corso dell'anno di monitoraggio), l'ossigeno disciolto ipolimnico (media ponderata rispetto ai volumi o all'altezza degli strati, alla fine del periodo di stratificazione) e il fosforo totale (media ponderata rispetto ai volumi o all'altezza degli strati, nel periodo di piena circolazione alla fine della stagione invernale).

Il monitoraggio delle acque lacustri condotto dal 2009 al 2014 ha permesso di calcolare l'indice LTLeCo (Tabella 1). Dai risultati si può rilevare, come anticipato, un miglioramento delle metriche ossigeno ipolimnico e trasparenza, con valori medi annui in aumento nel corso del periodo in esame.

Tabella 1. Valori dei parametri utilizzati per il calcolo dell'LTLeCo dal 2009 al 2014.

Corpo idrico	Anno	Fosforo totale µg/L P	Trasparenza m	Ossigeno ipolimnico % saturazione
Segrino	2009	13	4,1	41
	2010	21	3,5	38
	2011	8	4,1	31
	2012	14	4,2	83
	2013	11	4,2	71
	2014	17	5,3	76

Grazie a queste variazioni il lago del Segrino ha raggiunto lo stato di buono nel 2014 e ciò ha comportato il passaggio da un monitoraggio di tipo operativo a un monitoraggio di sorveglianza: i periodi di riferimento e i relativi giudizi per l'LTLeCo con i punteggi delle tre metriche che lo compongono sono riportati in Tabella 2.

Tabella 2. Valori dei parametri, punteggi, valori di LTLeCo e classificazione di stato nel periodo di monitoraggio.

Corpo idrico	Triennio/ Sessennio	Fosforo totale		Trasparenza		Ossigeno ipolimnico		LTLeCo	Stato
		µg/L P	Punt.	m	Punt.	%	Punt.		
Segrino	2009-2011	14	4	3,9	4	37	3	11	sufficiente
	2012-2014	14	4	5,0	4	77	4	12	buono
	2014-2019	17	4	5,3	4	76	4	12	buono

4 ELEMENTI DI QUALITÀ BIOLOGICA (EQB)

Per gli elementi biologici la classificazione si effettua sulla base del valore di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), ossia del rapporto tra valore del parametro biologico osservato e valore dello stesso parametro, corrispondente alle condizioni di riferimento con alterazioni antropiche assenti o poco rilevanti.

I metodi di valutazione dello stato degli EQB sono sottoposti a un processo di intercalibrazione al fine di garantire la comparabilità tra i risultati del monitoraggio biologico dei vari Stati membri e le loro rispettive classificazioni. La Decisione della Commissione Europea 2018/229 ha stabilito i metodi e i valori che definiscono le delimitazioni tra le classi che gli Stati membri devono utilizzare per le classificazioni nazionali dei sistemi di monitoraggio risultanti dalla terza fase dell'esercizio di intercalibrazione.

Pertanto, attualmente si dispone di metodi e di valori di delimitazione delle classi di stato che possono essere differenti rispetto a quelli utilizzati per la classificazione del precedente sessennio (2009-2014) riportata nel PTUA 2016. Nel presente Rapporto la classificazione dello stato degli EQB e dello stato ecologico del sessennio 2009-2014 è stata aggiornata utilizzando i metodi e i valori della Decisione 2018/229 per consentire un corretto confronto dei risultati in relazione alle evoluzioni temporali. Viene contestualmente riportata la classificazione ufficiale del PTUA 2016.

4.1 Fitoplancton

La classificazione dei laghi a partire dal fitoplancton si ottiene come media dell'indice medio (RQE) di biomassa (concentrazione di clorofilla e biovolume) e dell'indice medio (RQE) di composizione (PTIot), che insieme compongono l'indice IPAM (Metodo italiano di valutazione del fitoplancton).

Negli anni in cui è stato condotto il monitoraggio operativo del lago del Segrino, tra gli elementi biologici valutabili per la classificazione dello stato ecologico si è considerato il fitoplancton. Tale elemento, infatti, risponde meglio ai fattori di pressione che influenzano il fenomeno dell'eutrofizzazione.

La comunità fitoplanctonica del lago del Segrino è caratterizzata da una biodiversità elevata. Le specie che partecipano maggiormente alla composizione del biovolume sono le seguenti: *Mallomonas caudata* (Chrysophyceae), *Cryptomonas erosa* (Cryptophyceae), *Dinobryon divergens* (Chrysophyceae), *Peridinium minimum* (Dinophyceae), *Asterionella formosa*, *Cyclotella ocellata* (Bacillariophyceae) e *Tetraedron minimum* (Chlorophyceae). Molto spesso si tratta di specie aventi dimensioni cellulari rilevanti e ciò permette loro di dare un contributo importante al biovolume totale del campione anche quando sono presenti in densità piuttosto contenute.

Nei laghi, un fenomeno di rilievo legato alla dominanza e proliferazione di alcune specie facenti parte della comunità fitoplanctonica è quello delle fioriture superficiali. Negli anni di monitoraggio sul lago del Segrino, comunque, non si sono registrati frequenti eventi di fioriture algali. Le principali sono quelle dovute ai cianobatteri *Snowella lacustris* nel 2009 e *Radiocystis geminata* nel 2011.

Nel grafico di Figura 8 viene riportato l'andamento della clorofilla *a* nello strato eufotico del lago negli anni di monitoraggio 2009-2014. In Figura 9 è invece mostrato l'andamento del biovolume algale nello stesso strato.

Per quanto riguarda la clorofilla, a parte un evidente picco nel 2010, i restanti valori si sono sempre mantenuti pressoché costanti.

Relativamente al biovolume si può invece osservare una tendenza alla diminuzione dei valori, come evidenzia l'andamento dei valori medi. Dopo il 2009, inoltre, i valori medi annui si sono mantenuti costantemente al di sotto del valore di 2,3 µg/L, limite fra lo stato sufficiente e lo stato buono.

L'indice IPAM è sempre risultato in stato buono (Tabella 3).

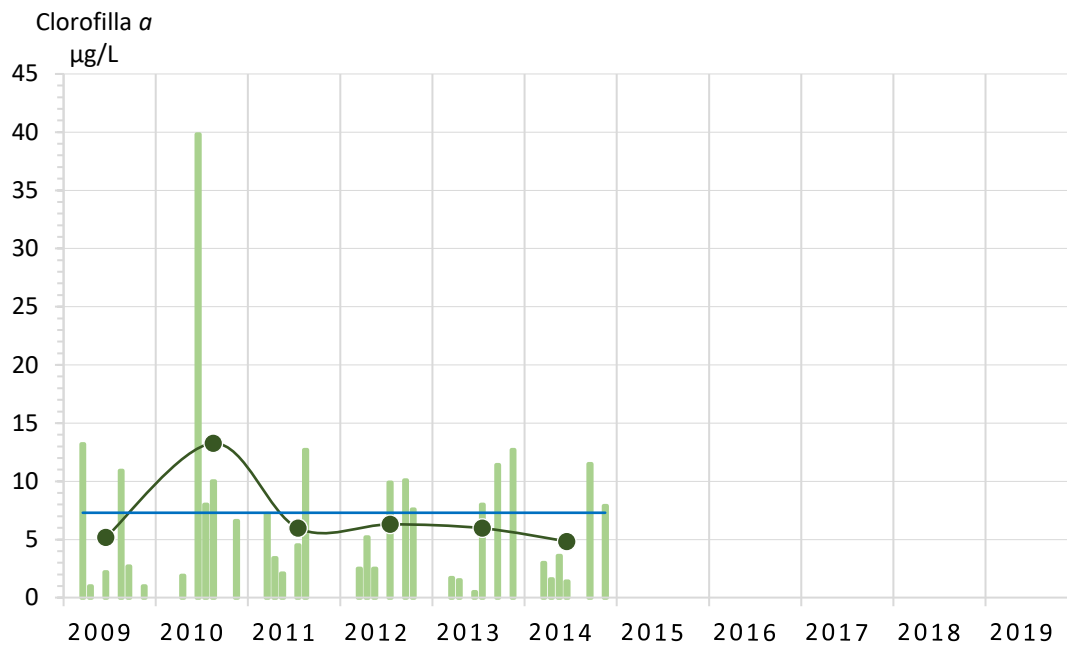


Figura 8. Valori mensili (barre) e medie annuali (punti) della clorofilla a dal 2009 al 2014; la linea rappresenta il valore limite corrispondente allo stato buono per il calcolo dell'indice IPAM.

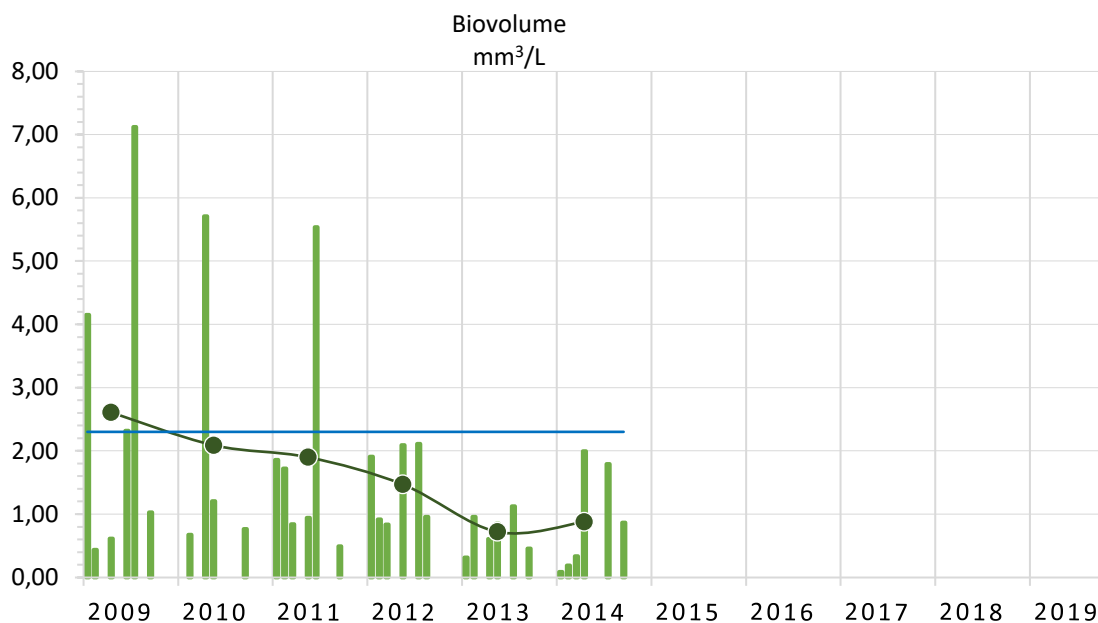


Figura 9. Valori mensili e medie annuali di biovolume fitoplanctonico nello strato integrato dal 2009 al 2014; la linea rappresenta il valore limite corrispondente allo stato buono per il calcolo dell'indice IPAM.

Tabella 3. Valori di IPAM e corrispondente stato nel periodo di monitoraggio.

Corpo idrico	Triennio/ Sessennio	IPAM	Stato
Segrino	2009-2011	0,62	buono
	2012-2014	0,70	buono
	2014-2019	0,73	buono

4.2 Macrofite e fitobentos

Lo stato delle macrofite degli ambienti lacustri è stabilito mediante l'indice MacroIMMI (Macrophytes Italian MultiMetric Index), che è composto da tre metriche: la massima profondità di colonizzazione (Z_{cmax}), il punteggio trofico (S_k), l'indice di dissimilarità rispetto a siti di riferimento (1-B&C, con B&C= indice di Bray & Curtis).

Lo stato del fitobentos è stabilito mediante l'Indice per valutazione della qualità delle acque lacustri italiane a partire dalle diatomee epifitiche ed epilittiche (EPI-L) basato su pesi indicatori delle diverse specie.

I valori dell'indice MacroIMMI (RQE) e dell'indice EPI-L (RQE) possono essere mediati per ottenere l'Indice Composito Diatomee-Macrofite (ICDM).

La componente delle macrofite acquatiche del lago del Segrino è stata oggetto di studio nel 2019, durante il monitoraggio di sorveglianza.

Dalla valutazione dell'abbondanza e profondità di colonizzazione delle specie presenti è stato possibile calcolare l'indice MacroIMMI che ha restituito uno stato sufficiente per questa componente biologica (Tabella 4).

Tabella 4. Valore di MacroIMMI e corrispondente stato nel sessennio di monitoraggio.

Corpo idrico	Sessennio	Anno di monitoraggio	RQE MacroIMMI	Stato
Segrino	2014-2019	2019	0,50	sufficiente

Contestualmente è stata studiata la componente delle diatomee bentoniche; per queste ultime non è stato possibile però applicare l'indice EPI-L per mancanza di punteggi trofici per alcune specie e non è stato quindi calcolato l'indice ICDM.

4.3 Macroinvertebrati

Lo stato dei macroinvertebrati bentonici degli ambienti lacustri è stabilito mediante l'indice BQIES (Indice di qualità bentonica basato sul numero atteso di specie), basato su pesi indicatori delle diverse specie.

Per quanto riguarda la componente biologica macroinvertebrati si specifica che il conseguente indice BQIES (macroinvertebrati) non è applicabile ai fini della classificazione per tutti i corpi lacustri, in quanto l'intercalibrazione non si è conclusa per tutte le tipologie di laghi. L'indice è applicabile solo per i laghi con profondità media superiore a 15 m (macrotipo L1, L2, I1, I2).

Il lago del Segrino, non rientrando in nessuna di queste categorie, non è stato classificato per questa componente biologica.

La comunità dei macroinvertebrati bentonici è stata comunque indagata nel 2018. Il monitoraggio ha permesso di identificare i seguenti taxa: *Chaoborus flavicans*, *Cladopelma* spp., *Dicrotendipes* spp., *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus* spp., *Potamothrix hammoniensis*, *Procladius choreus* e *Tanytarsus* spp. e ditteri della famiglia Ceratopogonidae.

4.4 Fauna ittica

Lo stato della fauna ittica degli ambienti lacustri è stabilito mediante l'indice LFI (Lake Fish Index), che si basa sull'abbondanza relativa e la struttura di popolazione delle specie chiave, sul successo riproduttivo delle specie chiave e delle specie tipo-specifiche, sulla diminuzione percentuale del numero di specie chiave e tipo-specifiche, sulla presenza di specie ittiche alloctone ad elevato impatto.

Nel corso del monitoraggio di sorveglianza condotto sul lago del Segrino, è stata oggetto di studio anche la componente della fauna ittica. Il monitoraggio, eseguito su incarico di ARPA dalla società Centro Studi Biologia e Ambiente snc, ha restituito uno stato buono per questa comunità biologica (Tabella 5).

I campionamenti sono stati condotti nel 2019 sulla base del Protocollo di campionamento della fauna ittica nei laghi italiani (ISPRA, Manuali e Linee guida, 111/2014), utilizzando ai fini della cattura sia la metodica dell'elettropesca, per sondare le aree riparie, sia le reti multimaglia.

Sono risultate presenti tutte e tre le specie chiave di riferimento, ossia scardola, luccio e tinca. Per quanto riguarda le specie tipo-specifiche, invece, ne sono state rilevate tre su quattro, ossia alborella, ghiozzo padano e pesce persico, mentre non è stata individuata la carpa. Degna di nota la presenza di alborella, anche se con un numero esiguo di esemplari.

Nella composizione dell'ittiofauna si nota la dominanza di persico sole, persico reale, persico trota e pesce gatto; sono presenti anche triotto, scardola e lucioperca.

Tabella 5. Valori delle singole metriche e valore di LFI (RQE) e corrispondente stato.

Corpo idrico	Sessennio	Anno di monitoraggio	Metrica					LFI	Stato
			1	2	3	4	5		
Segrino	2014-2019	2019	6,00	0,67	6,00	10,00	10,00	0,65	buono

5 ELEMENTI CHIMICI A SOSTEGNO

Lo stato gli elementi chimici a sostegno è classificato in base alla presenza di inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità elencati nella Tab. 1/B del D.Lgs. 172/2015.

Per la definizione dello stato relativo agli elementi chimici a sostegno ci si è basati sul giudizio esperto in ragione dell'assenza di pressioni che insistono sul corpo idrico. Quindi per il sessennio relativo al monitoraggio di sorveglianza (2014-2019) al lago del Segrino è stato assegnato uno stato elevato, mentre i precedenti trienni non risultano classificati, come riportato in Tabella 6.

Tabella 6. Stato degli elementi chimici a sostegno nel periodo di monitoraggio.

Corpo idrico	Triennio/ Sessennio	Stato elementi chimici a sostegno	Media annua >SQA-MA	Media annua >LOQ
Segrino	2009-2011	non classificato	-	-
	2012-2014	non classificato	-	-
	2014-2019	elevato	-	-

SQA-MA: standard di qualità ambientale – valore medio annuo

LOQ: limite di quantificazione del metodo analitico

6 STATO ECOLOGICO

Lo stato ecologico è definito in base alla classe più bassa relativa allo stato degli EQB, dell'LTLeco e degli elementi chimici a sostegno.

Al fine di evidenziare correttamente le eventuali evoluzioni temporali, i dati del monitoraggio 2009-2016 sono stati rielaborati considerando l'indice IPAM (fitoplancton). La classificazione dello stato degli EQB e dello stato ecologico è stata di conseguenza rivista. Nel caso del lago del Segrino non si osservano differenze di stato ecologico rispetto alla classificazione pubblicata nel PTUA 2016.

In Tabella 7 è mostrato lo stato ecologico del lago per gli undici anni di monitoraggio in esame e lo stato degli elementi di qualità che ad esso concorrono.

Nei primi anni di studio il lago è stato oggetto di un monitoraggio operativo che prevedeva la definizione triennale dello stato ecologico del corpo idrico.

Nel triennio 2012-2014, in base ai risultati ottenuti dall'indice LTLeco e dall'analisi del fitoplancton, il lago ha conseguito uno stato ecologico buono, raggiungendo così gli obiettivi prefissati dalla normativa vigente. Successivamente è stato quindi programmato un monitoraggio di sorveglianza per il sessennio 2014-2019: lo stato ecologico relativo a questo periodo, sulla base del giudizio assegnato alla componente delle macrofite acquatiche, è risultato sufficiente.

Tabella 7. Stato degli elementi di qualità e stato ecologico nei periodi di monitoraggio.

Corpo idrico	Triennio/ Sessennio	Stato EQB	Stato LTLeco	Stato elementi chimici a sostegno	Stato ecologico	Elementi che determinano la classificazione
Segrino	2009-2011	buono	sufficiente	non classificato	SUFFICIENTE	LTLeco
	2012-2014	buono	buono	non classificato	BUONO	fitoplancton, LTLeco
	2014-2019	sufficiente	buono	elevato	SUFFICIENTE	macrofite

Il PTUA 2016 stabilisce il mantenimento dello stato buono come obiettivo ecologico per il lago del Segrino. Lo stato ecologico del sessennio 2009-2014 pubblicato nel PTUA 2016 è buono; lo stato ecologico del sessennio 2014-2019 risulta invece sufficiente (Tabella 8).

Tabella 8. Lago del Segrino: obiettivo ecologico e stato ecologico 2009-2014 (PTUA 2016); stato ecologico 2014-2019.

Corpo idrico	Obiettivo ecologico	Stato ecologico 2009-2014	Stato ecologico 2014-2019
Segrino	mantenimento dello stato buono	BUONO	SUFFICIENTE

7 STATO CHIMICO

Lo stato chimico è classificato in base alla presenza delle sostanze dell'elenco di priorità elencate nella Direttiva 2008/105/CE, aggiornata dalla Direttiva 2013/39/UE, recepita in Italia con il D.Lgs. 172/2015 (Tab. 1/A).

Sul lago del Segrino non sono state ricercate le sostanze dell'elenco di priorità in quanto non sono state individuate pressioni antropiche significative insistenti su questo corpo idrico. Lo stato buono è stato quindi assegnato con giudizio esperto (Tabella 9).

Tabella 9. Stato chimico per il periodo di monitoraggio.

Corpo idrico	Periodo	Stato chimico	>SQA-MA	>SQA-CMA
Segrino	2009-2011	non classificato	-	-
	2012-2014	buono	-	-
	2014-2019	buono	-	-

SQA-MA: standard di qualità ambientale – valore medio annuo

SQA-CMA: standard di qualità ambientale – concentrazione massima ammissibile

Il PTUA 2016 stabilisce il mantenimento dello stato buono come obiettivo chimico. Lo stato chimico del sessennio 2009-2014 pubblicato nel PTUA 2016 è buono; lo stato chimico del sessennio 2014-2019 si conferma buono (Tabella 10).

Tabella 10. Lago del Segrino: obiettivo ecologico e stato chimico 2009-2014 (PTUA 2016); stato chimico 2014-2019.

Corpo idrico	Obiettivo chimico	Stato chimico 2009-2014	Stato chimico 2014-2019
Segrino	mantenimento dello stato buono	BUONO	BUONO

8 BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 2010. Piano Gestione SIC IT2020010 "Lago di Segrino". Parco Lago Segrino.

Cardoso, A.C., A. Solimini, G. Premazzi, L. Carvalho, A. Lyche e S. Rekolainen. 2007. Phosphorus reference concentrations in European lakes. *Hydrobiologia*. 584: 3-12.

Osservatorio dei Laghi Lombardi, 2005. Qualità delle acque lacustri in Lombardia - 1° Rapporto OLL 2004. Regione Lombardia, ARPA Lombardia, Fondazione Lombardia per l'Ambiente e IRSA/CNR.

Programma di Tutela e Uso delle Acque, 2016. Regione Lombardia. D.g.r. n. 6990 del 31 luglio 2017, pubblicata sul Bollettino Ufficiale di Regione Lombardia n. 36, Serie Ordinaria, del 4 settembre 2017.

Wick L., 1996. Late-glacial and early-Holocene palaeoenvironments in Brianza, N Italy. *Il Quat, Ital J Quat Sci*, 9: 653-660.