

Lo stato ecologico e chimico del Lago di Como

Pietro Genoni
Fabio Buzzi

ARPA Lombardia – Settore Monitoraggi Ambientali
U.O. Centro Regionale Laghi e Monitoraggio Biologico Acque Superficiali

Como città d'acqua
Como, 19 maggio 2018

Normativa essenziale

- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque (*Direttiva Acque; WFD*)
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale (Parte terza)
- D.M. Ambiente 8 novembre 2010, n. 260 Criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali
- Decreto Legislativo 13 ottobre 2015, n. 172 Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica la direttiva 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque

Obiettivi ambientali della Direttiva 2000/60/CE

- Impedire il deterioramento dello stato di tutti i corpi idrici superficiali
- Raggiungere il **buono stato** delle acque superficiali entro il 2015 (possibili proroghe al 2021 e al 2027 e deroghe)
- Ridurre l'inquinamento ed eliminare gli scarichi di sostanze pericolose prioritarie

Balneazione

- Direttiva 2006/7/CE qualità acque di balneazione recepita in Italia con Decreto legislativo 116/2008 e DM Salute 30/03/2010
 - Protezione della salute umana anche attraverso la protezione e il miglioramento ambientale
 - Criteri di monitoraggio e valutazione
 - Entro la fine della stagione balneare 2015 tutte le acque di balneazione almeno «sufficienti»



Competenza : **ATS**

Stato ambientale dei corpi idrici superficiali

Stato ecologico

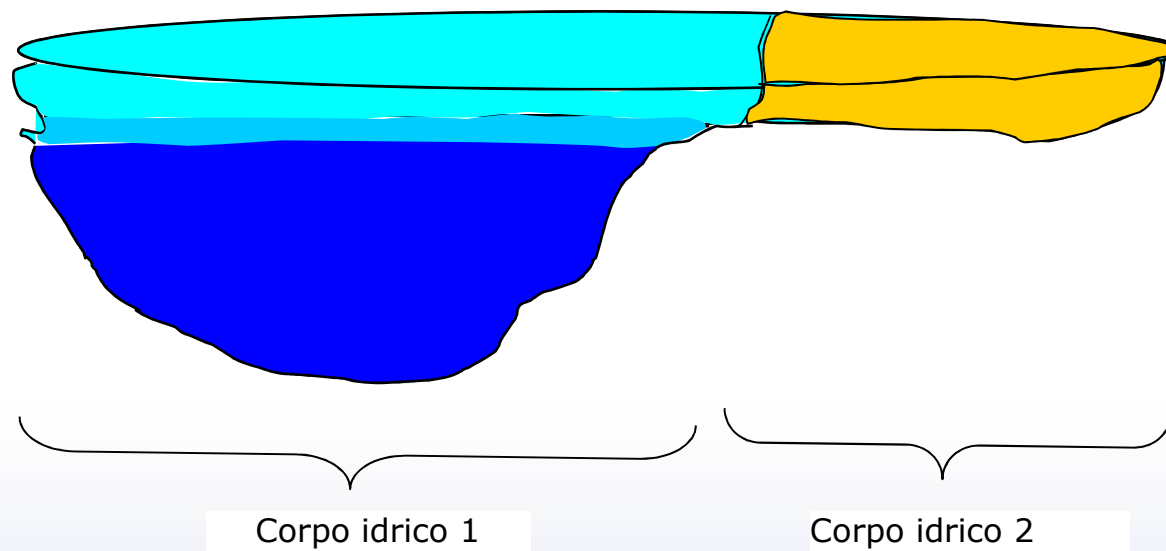
Espressione della qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici associati alle acque superficiali

Stato chimico

Definito dalla concentrazione delle sostanze dell'elenco di priorità in relazione agli standard di qualità ambientale fissati dal DM 260/2010, come modificato dal D.Lgs. 172/2015 (Tab. 1/A)

Tipizzazione e individuazione dei corpi idrici

Tipo lacustre A



CLASSIFICAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE

STATO ECOLOGICO

Elementi di qualità biologica

E	E	E	E
B	B	B	B
S	S	S	S
S	S	S	S
C	C	C	C

Giudizio peggiore

Elementi generali fisico-chimici

E	E
B	B
S	S

Giudizio peggiore

Elementi chimici (inquinanti specifici)

E	E	E	E
B	B	B	B
S	S	S	S

Giudizio peggiore

Elementi idromorfologici

E	E
B	B

Giudizio peggiore

Classificazione

ELEVATO
BUONO
SUFFICIENTE
SCARSO
CATTIVO

STATO CHIMICO

Sostanze dell'elenco di priorità

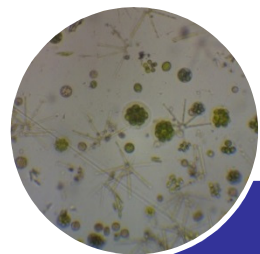
B	B	B	B
NB	NB	NB	NB

Giudizio peggiore

Classificazione

BUONO
NON BUONO

ELEMENTI DI QUALITÀ PER LA CLASSIFICAZIONE DELLO STATO ECOLOGICO DEI LAGHI



Fitoplancton



Macrofite



Fauna ittica



Macroinvertebrati



Fitobentos (diatomee)



Elementi fisico-chimici

Trasparenza, fosforo totale, ossigeno ipolimnico



Elementi chimici

Metalli, pesticidi, solventi



Elementi idromorfologici

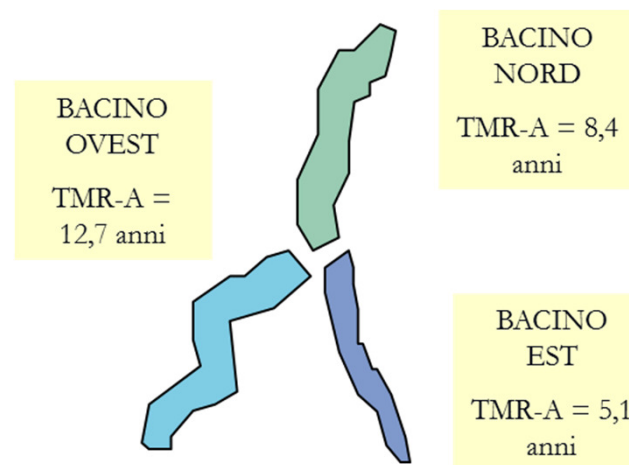
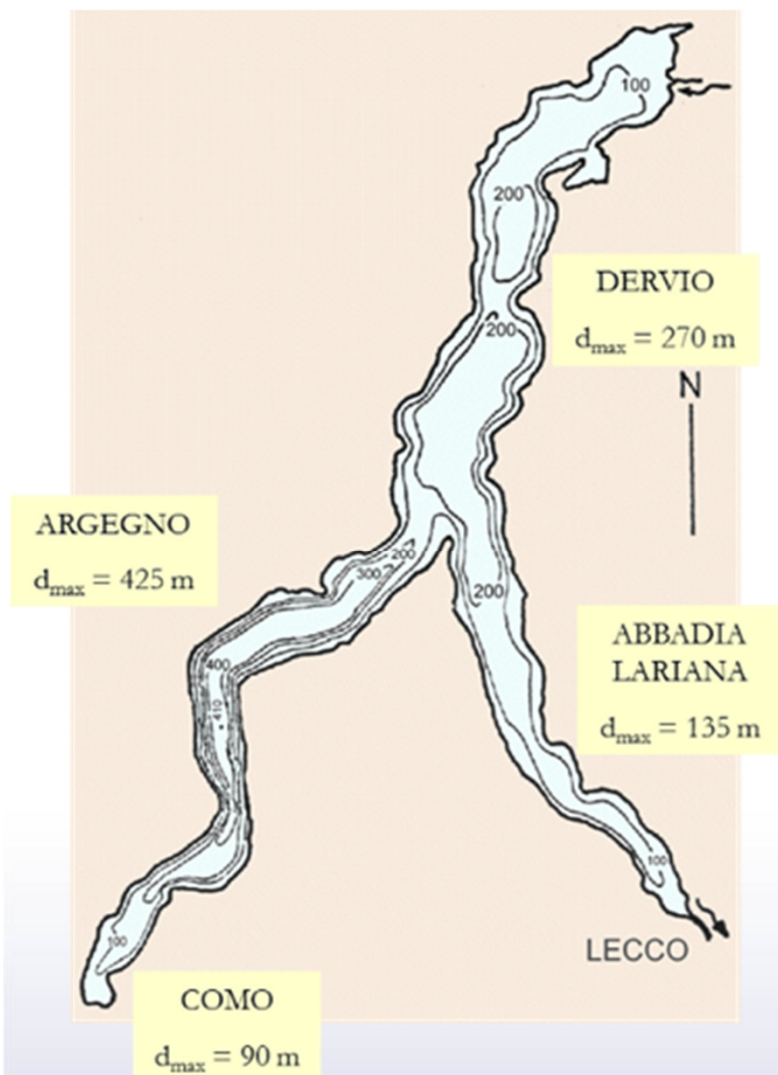
CLASSIFICAZIONE DELLO STATO CHIMICO

Il buono stato chimico è definito dal rispetto degli standard di qualità ambientale (SQA) delle **sostanze dell'elenco di priorità**:

- sostanze prioritarie (P)
- sostanze pericolose prioritarie (PP)
- rimanenti sostanze (E)

DM 260/2010: **37** sostanze o gruppi di sostanze

D.Lgs. 172/2015: **45** sostanze o gruppi di sostanze



Il Lario è suddivisibile in **3 sottobacini** con differenti caratteristiche morfologiche ed idrodinamiche.

Per la classificazione ecologica e chimica è stato suddiviso in **2 corpi idrici**:

- bacino di Como (occidentale)
- bacino di Lecco (settentrionale e orientale)

- Il **Lago di Como** (LTER_EU_IT_087) è l'ambiente monitorato da ARPA Lombardia nell'ambito della rete LTER. Esso fa parte del Macrosito "Laghi Sudalpini" (LTER_EU_IT_008) che include sei ambienti lacustri pedemontani situati a sud delle Alpi.
- ARPA Lombardia mette a disposizione della rete LTER i dati raccolti in corrispondenza della stazione di monitoraggio situata a **Dervio**. Per questo sito sono disponibili i seguenti dati:
 - temperatura e ossigeno disciolto (dal 2000)
 - fitoplancton (dal 1997)
 - zooplancton (dal 2004)
 - caratteristiche chimiche (dal 1997)



Obiettivi di qualità (Programma di Tutela e Uso delle Acque – 2016)

Corpo idrico	Stazioni di monitoraggio	Obiettivo ecologico	Obiettivo chimico
Bacino di Como	Como Argegno	Buono al 2027	Buono al 2027
Bacino di Lecco	Abbadia Lariana Dervio	Buono al 2027	Buono al 2027

Classificazione triennale (monitoraggio operativo)

Corpo idrico	Triennio	Stato fitoplancton	Stato LTLecco	Stato elementi chimici a sostegno	Stato ecologico
Bacino di Como	2009-2011	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	BUONO	SUFFICIENTE
Bacino di Lecco		SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	BUONO	SUFFICIENTE
Bacino di Como	2012-2014	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	BUONO	SUFFICIENTE
Bacino di Lecco		SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	BUONO	SUFFICIENTE
Bacino di Como	2014-2016	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	BUONO	SUFFICIENTE
Bacino di Lecco		SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	BUONO	SUFFICIENTE

Classificazione ufficiale (Piano di Tutela e Utilizzo delle Acque – 2016)

Corpo idrico	Sessennio	Stato ecologico
Bacino di Como	2009-2014	SUFFICIENTE
Bacino di Lecco		SUFFICIENTE

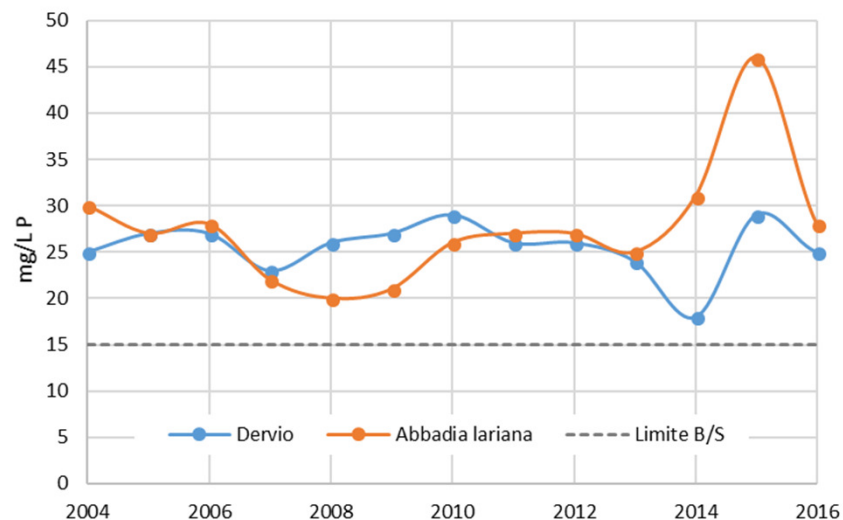
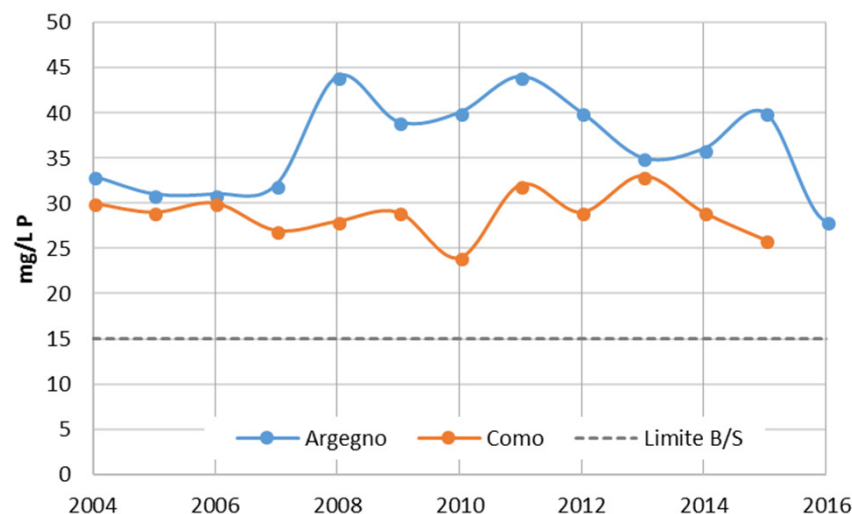
Stazione	Triennio	Fosforo totale		Trasparenza		Ossigeno ipolimnico		LTLecco	Giudizio
		µg/L P	Punt.	m	Punt.	%	Punt.		
Argegno	2009-2011	41	3	6,2	4	64	4	11	SUFFICIENTE
Como		28	3	6,3	4	78	4	11	SUFFICIENTE
Abbadia L.		25	3	7,3	4	72	4	11	SUFFICIENTE
Dervio		27	3	7,2	4	72	4	11	SUFFICIENTE
Argegno	2012-2014	37	3	6,7	4	68	4	11	SUFFICIENTE
Como		30	3	5,5	4	72	4	11	SUFFICIENTE
Abbadia L.		28	3	6,4	4	77	4	11	SUFFICIENTE
Dervio		22	3	6,2	4	76	4	11	SUFFICIENTE
Argegno	2014-2016	35	3	6,5	4	63	4	11	SUFFICIENTE
Como		21	3	5,2	3	77	4	10	SUFFICIENTE
Abbadia L.		35	3	6,1	4	73	4	11	SUFFICIENTE
Dervio		24	3	5,9	4	69	4	11	SUFFICIENTE

LTLecco: indice relativo ai parametri chimico-fisici limnologici classici.

Il parametro chiave è quello relativo al **fosforo totale** alla circolazione primaverile:

- elemento limitante la produzione algale nel Lario
- nutriente su cui si basano tutte le pianificazioni volte al risanamento del Lario nel PTUA
- nutriente utilizzato per la valutazione dello stato di trofia dei laghi

Fosforo totale alla circolazione primaverile

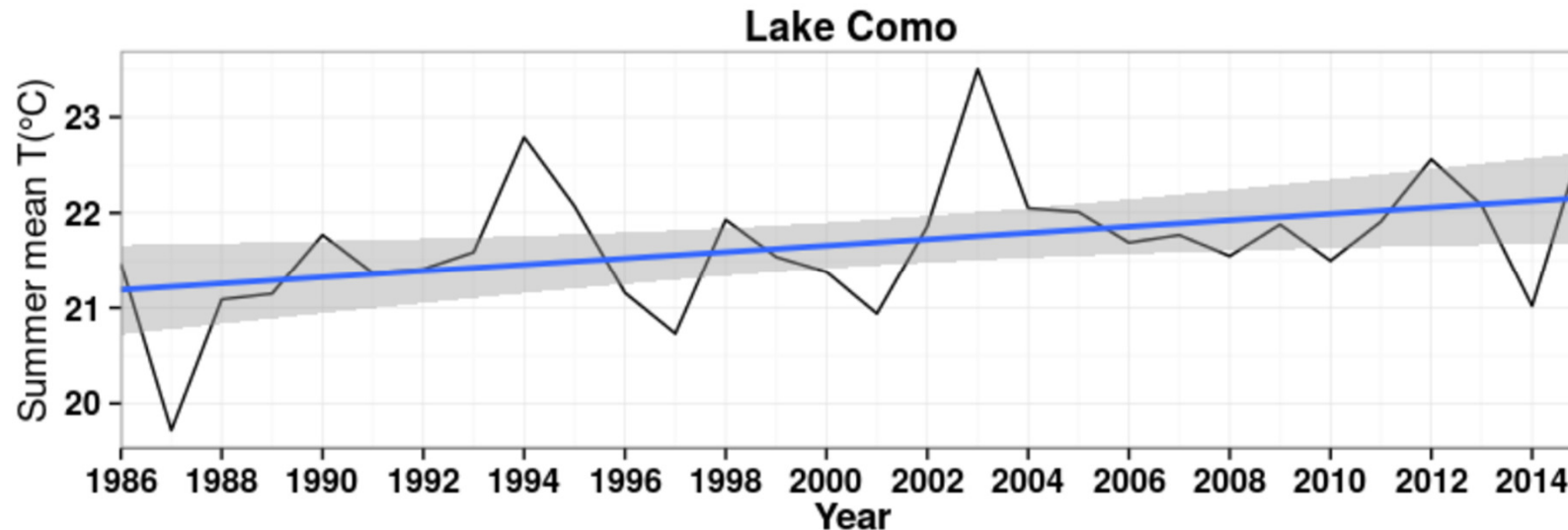


Il valore medio di fosforo totale sulla colonna alla circolazione primaverile consente di valutare l'**evoluzione trofica a lungo termine** del lago:

- dalla condizione naturale di oligotrofia si è raggiunta la condizione peggiore di eutrofizzazione negli anni '80
- la rimozione del fosforo dai detersivi e gli interventi di risanamento hanno portato ad una diminuzione della concentrazione di questo nutriente fino al 1999/2000
- da quel periodo in poi la situazione non ha subito sostanziali variazioni

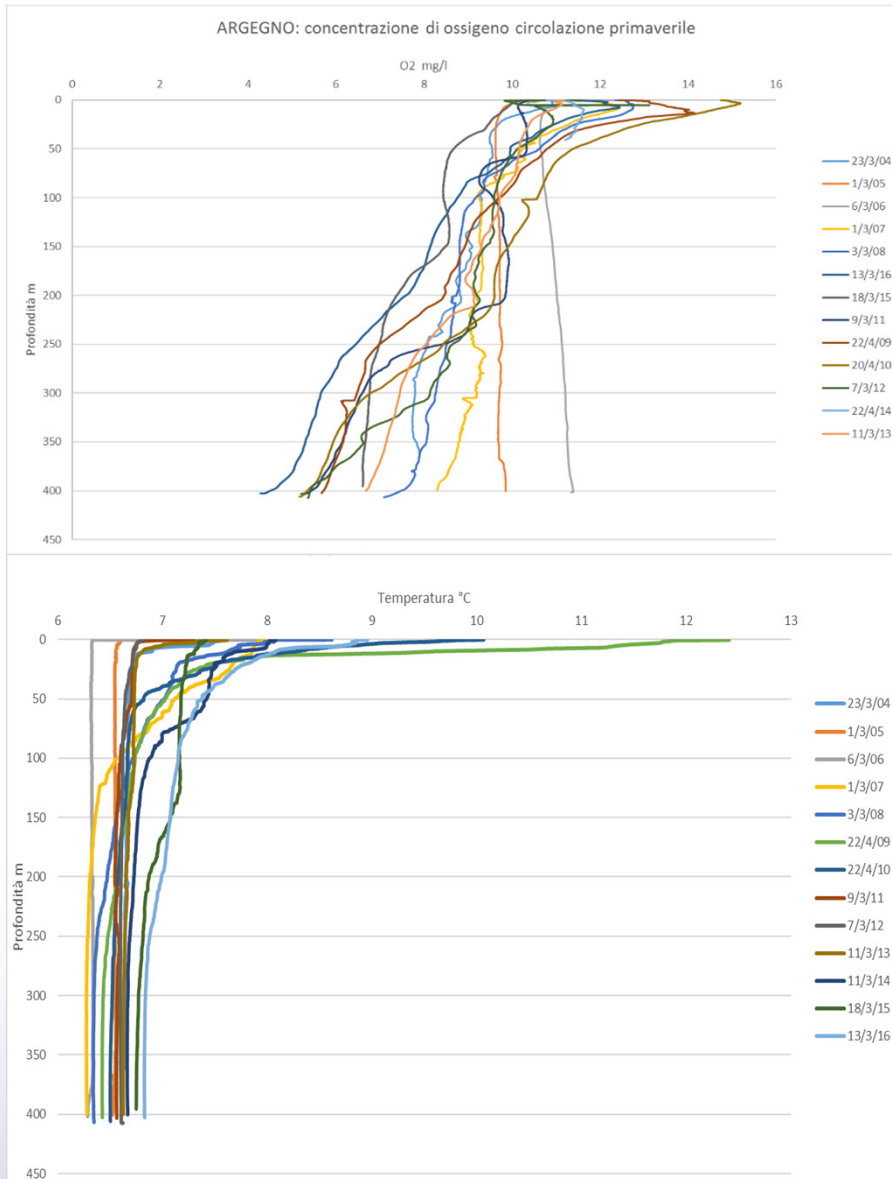
La stazione di massima profondità (Argegno) è significativa per stimare le riserve di fosforo negli strati profondi, che raramente sono interessati dalla piena circolazione.

I cambiamenti climatici recenti hanno provocato l'aumento delle concentrazioni negli strati profondi.



Riproduzione della serie storica (1986-2015) della temperatura delle acque di superficie del Lario validata con i dati misurati in campo (da: Pareeth et al., *Science of the Total Environment*, 578 - 2017).

Il trend di incremento stimato per il periodo estivo è risultato significativo ed è stato pari a $0,032$ °C/anno ($p < 0,05$).
Il trend di incremento annuale è risultato uguale a $0,012$ °C/anno, statisticamente non significativo.



Confronto tra i profili dal 2004 al 2016

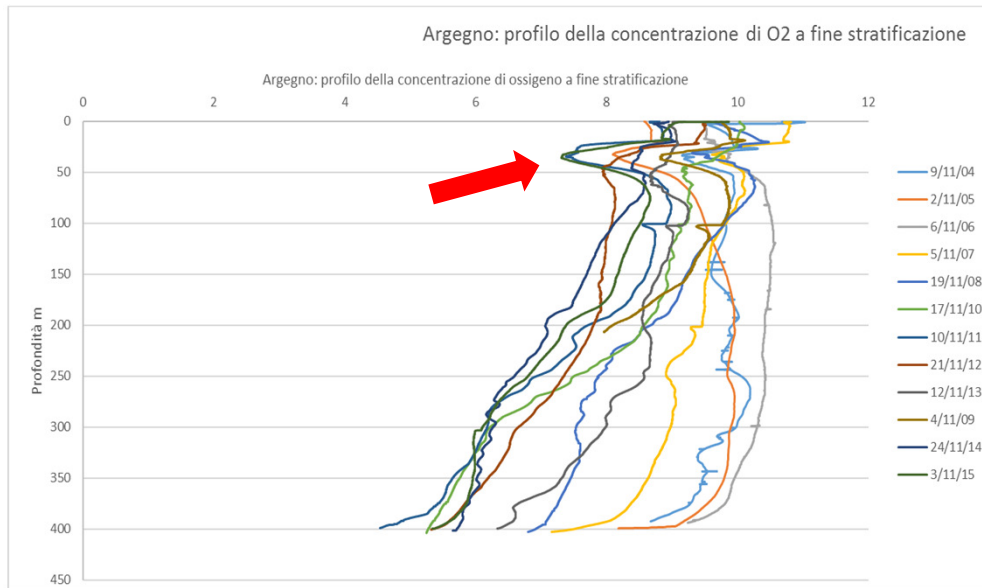
2005 e 2006: piena circolazione evidenziata dal profilo dell'ossigeno

2012 e 2013: omeotermia senza piena circolazione

Dal 2006 al 2016: diminuzione della profondità di mescolamento ed aumento della temperatura negli strati profondi (0,5 °C di differenza tra il 2006 ed il 2016)

Dal 2006 al 2016: ossigeno disciolto in forte diminuzione

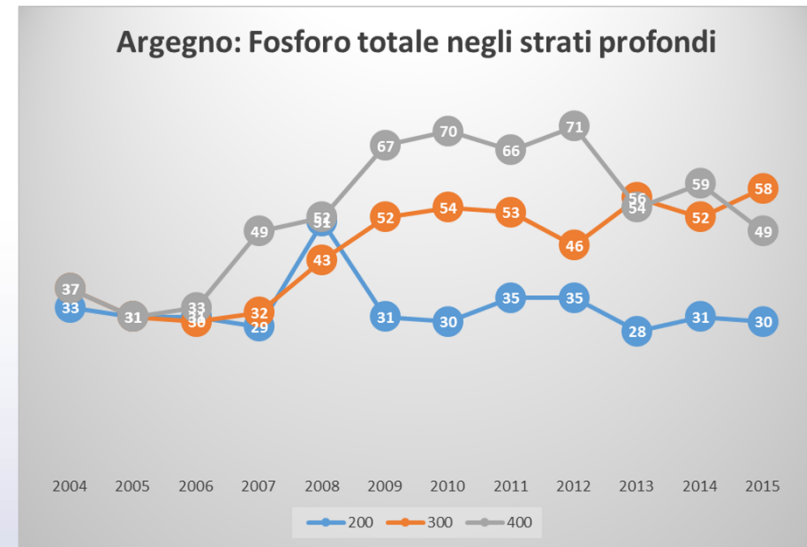
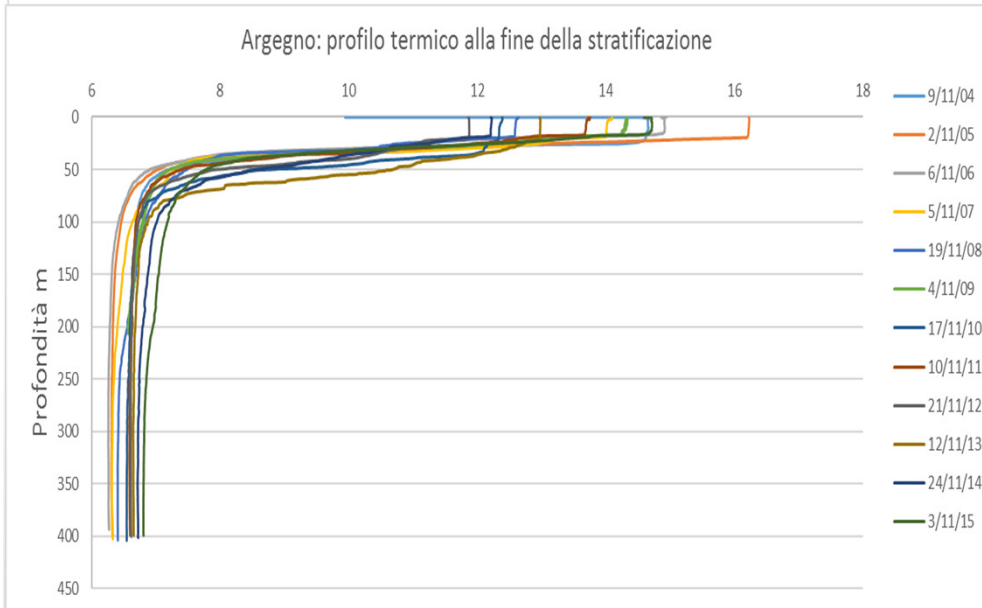
Effetti dei cambiamenti climatici



Anche alla fine della stratificazione si osserva un forte calo della concentrazione di ossigeno disciolto dal 2006 al 2016

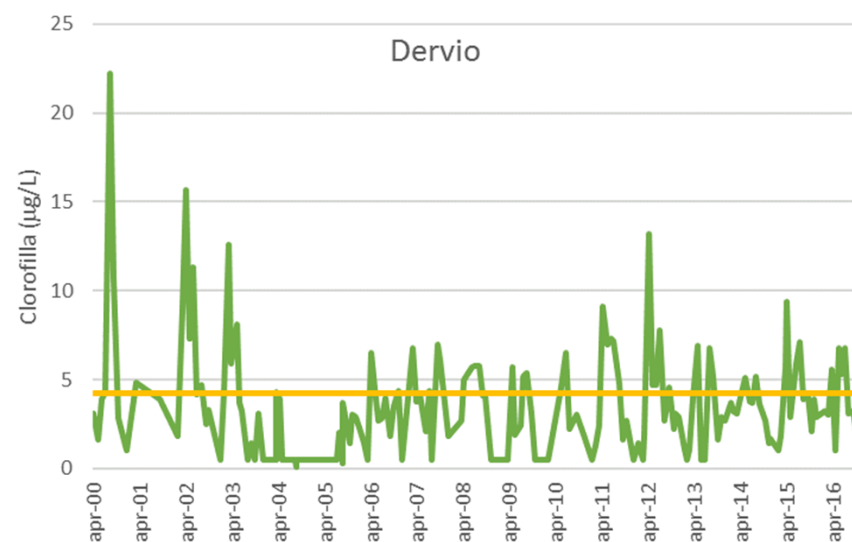
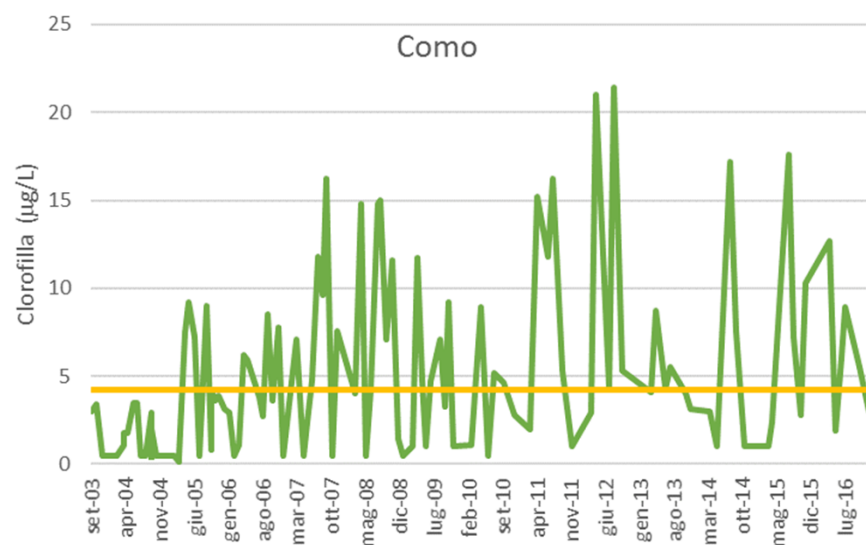
In parecchi profili è possibile notare il minimo metalimnetico

Forte stratificazione con gradiente termico, e di densità, molto elevato



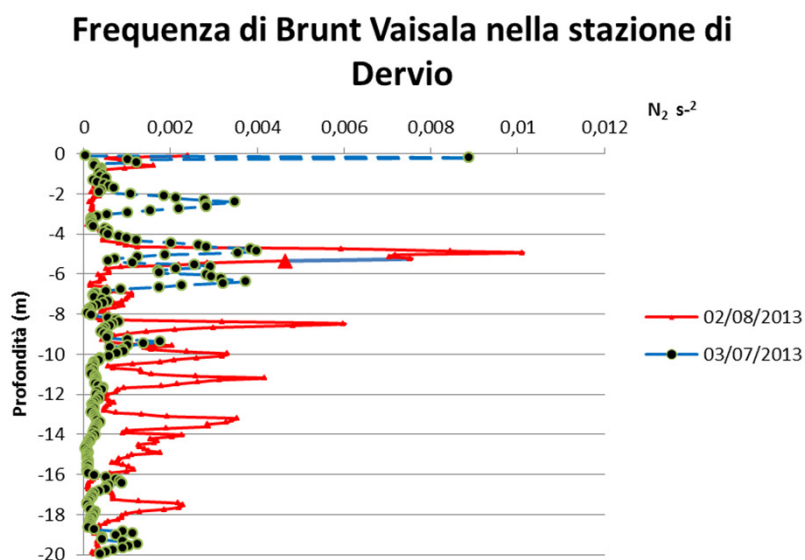
- Componente biologica scelta per il monitoraggio perché è quella che meglio risponde alla pressione dell'eutrofizzazione
- Valutata attraverso l'**indice IPAM** (Italian Phytoplankton Assessment Method) che considera la biomassa, la concentrazione della clorofilla e la composizione in specie

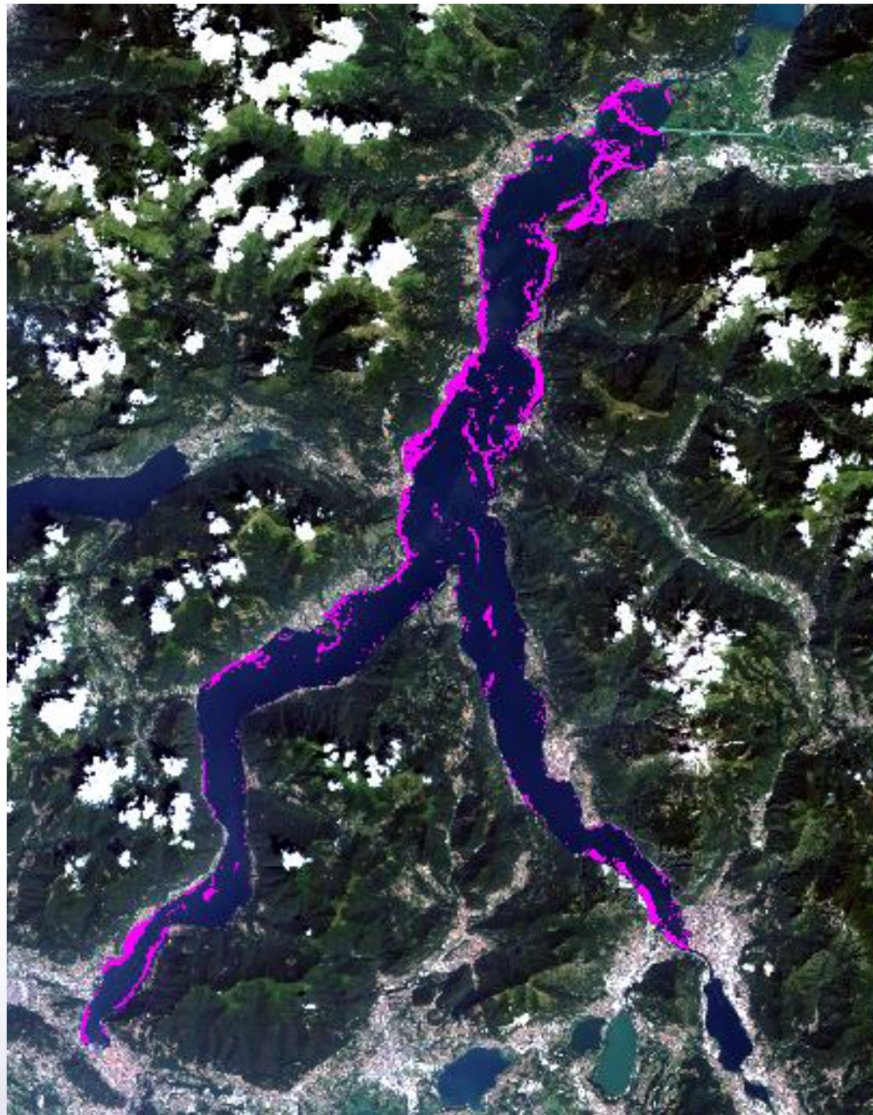
Stazione	Triennio	IPAM	Giudizio
Argegno	2009-2011	0,49	SUFFICIENTE
Como		0,47	SUFFICIENTE
Abbadia Lariana		0,50	SUFFICIENTE
Dervio		0,53	SUFFICIENTE
Argegno	2012-2014	0,49	SUFFICIENTE
Como		0,47	SUFFICIENTE
Abbadia Lariana		0,50	SUFFICIENTE
Dervio		0,53	SUFFICIENTE
Argegno	2014-2016	0,43	SUFFICIENTE
Como		0,43	SUFFICIENTE
Abbadia Lariana		0,48	SUFFICIENTE
Dervio		0,59	SUFFICIENTE



- Differenza di produzione tra la stazione di Como e il resto del lago
- Sia le concentrazioni di fosforo che le caratteristiche fisiche della colonna d'acqua consentono una maggiore produzione algale in termini di biomassa e concentrazione di clorofilla
- La minore turbolenza favorisce anche la formazione di fioriture algali

- Dal 2000 si è verificata una serie di episodi di fioriture superficiali di **cianobatteri** con una frequenza che è aumentata negli ultimi anni
- In alcuni casi i *blooms* erano contenuti e limitati ad alcune zone
- Nel 2000, 2003, 2006, 2016 (settembre solo nel ramo occidentale): fioriture di *Microcystis aeruginosa/wesenbergii*
- Nel 2006, 2010, 2011, 2012, 2013, 2016 (luglio): fioriture di *Dolichospermum lemmermannii*
- L'episodio del 2013 è stato molto esteso, con biovolumi elevati ed elevate concentrazioni di clorofilla *a* in superficie, pari a 141 µg/L





In viola sono evidenziati gli aggregati superficiali di *Dolichospermum lemmermannii* (2 agosto 2013)

Elaborazione effettuata da IREA-CNR, Milano (M. Bresciani)



Corpo idrico	Triennio	Stato chimico	>SQA-MA	>SQA-CMA
Bacino di Como	2009-2011	NON BUONO	-	mercurio
Bacino di Lecco		NON BUONO	-	mercurio
Bacino di Como	2012-2014	NON BUONO	-	mercurio
Bacino di Lecco		NON BUONO	-	mercurio
Bacino di Como	2014-2016	NON BUONO	cadmio	cadmio, nichel
Bacino di Lecco		NON BUONO	-	cadmio, nichel

Classificazione ufficiale (Piano di Tutela e Utilizzo delle Acque – 2016)

Corpo idrico	Sessennio	Stato chimico
Bacino di Como	2009-2014	NON BUONO
Bacino di Lecco		NON BUONO

Lo stato chimico non buono nel primo sessennio è stato determinato dalla presenza di mercurio per il quale non è stata rilevata una sorgente specifica (anche problemi analitici: LOQ molto vicino a SQA).

La presenza di cadmio è legata alla litologia del bacino imbrifero: la sua presenza è stata riscontrata nei corsi d'acqua del bacino in zone prive di pressioni antropiche.

Lo stato stazionario in cui versa il Lario dal punto di vista trofico impone una valutazione in merito ai risultati raggiunti dal risanamento e un aggiornamento dei carichi insistenti.

La valutazione dello stato ecologico e delle dinamiche delle diverse componenti dell'ecosistema in relazione ai cambiamenti climatici ed alle pressioni antropiche implica la disponibilità di dati relativi a tutte le variabili climatiche, idrologiche ed idrodinamiche che consentano anche l'utilizzo di approcci di tipo modellistico.

Per il Lario sarà necessaria, nei prossimi anni, una valutazione in merito agli inquinanti chimici presenti nei diversi comparti (sedimenti, biota) in relazione a quanto previsto dal DLgs 172/2015.

In relazione alle fioriture di cianobatteri vi è una criticità rispetto alla valutazione delle concentrazioni delle tossine algali (anatossine) che non sono trattate dalla legislazione in materia sanitaria.

E' importante prevedere lo sviluppo e l'applicazione di nuove metodologie d'indagine sia per l'identificazione delle specie che per l'acquisizione in continuo di grandezze ambientali necessarie per la caratterizzazione qualitativa e quantitativa degli ecosistemi lacustri.