

Studio Idrobiologico Lombardo

Analisi, diagnostica e recupero ambientale - Progetti e ricerche in materia di pesca ed acquacoltura

11 Gennaio 2017

PROGRAMMA DI RIPRISTINO DEGLI EQUILIBRI ECOLOGICI DEL LAGO INCREA Campagna 2016



1) INTRODUZIONE

Il Lago INCREA è un bacino artificiale, ubicato in Regione Lombardia, venutosi a creare a seguito della coltivazione di inerti sotto falda.

Sulla base di un precedente sopralluogo, realizzato nel mese di novembre 2008 sono stati raccolti e di seguito riportati, alcuni dati in merito a questo specchio d'acqua, di seguito riportati.

Tab. 1 - 10/11/08: Lago Increa												
Volume complessivo (mc)				2.000.000				Fornito dal Committente				
Superficie bagnata (mq)				160.000				Fornito dal Committente				
Profondità media (m)				12,5				Determinato matematicamente				
	T	O2	O2 sat	pH	Cond.	P. red.-ox.	N-NH4	N-NO2	N-NO3	P-PO4	Ptot	
S/1	°C	mg/l	%	unità	uS/cm 25°	mV	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l	
0	15,5	8,0	80	7,8	467	+182	0,190	0,012	1,005	8	34	
7	15,5	7,4	74	7,8	472	+177	0,210	0,013	0,961	22	41	
14 (f)	15,3	5,2	52	7,7	487	+184	0,570	0,013	0,689	23	45	

In base ai dati disponibili, sebbene frutto di un unico sopralluogo, la condizione trofica attribuibile al Lago Increa sarebbe quella intermedia tra mesotrofia ed eutrofia, superiore a quella teorica naturale del lago.

Nel corso degli anni successivi sono state segnalate fioriture algali particolarmente consistenti che, in alcuni casi, sono state accompagnate da condizioni di stress del comparto ittico con presenze di morie seppure di lieve entità.

In previsione dell'attivazione di un più articolato piano di controllo e recupero ambientale del lago da attuarsi a partire dal 2016 il nostro Studio è stato contattato per predisporre il relativo programma di lavoro.

Nello specifico, le linee di attività dei programmi di recupero ambientale degli ambienti acquatici, sono rappresentate, in primo luogo dall'acquisizione di parametri chimici, fisici e biologici necessari a descrivere la dinamica ambientale del corpo idrico.

Sulla base di tali elementi è possibile individuare la gerarchia delle criticità ed attivare le relative contromisure, attraverso successivi programmi di intervento.

Nel corso del programma di recupero ambientale un ruolo rilevante è affidato alla fase di monitoraggio che ha il compito di verificare nel tempo l'evoluzione dell'ambiente e l'efficacia degli interventi di riqualificazione messi in atto.

Altrettanto importante è la fase di confronto tra il nostro Studio e la Proprietà dell'ambiente oggetto di riqualificazione al fine di indirizzare gli interventi di recupero in base alle finalità della fruizione del bacino.

Sulla base di specifici incontri con il Committente è stata programmata l'attività del primo anno di lavoro di seguito descritta.

2) MATERIALI E METODI

La prima parte del programma di ripristino degli equilibri ecologici del Lago Increa come già previsto in analoghi progetti di recupero ambientale da noi condotti, è incentrata sulla raccolta dati dei diversi comparti biotici ed abiotici al fine di disporre di un quadro di dettaglio della dinamica dell'ambiente di studio.

Di seguito sono riportati comparti e relativi metodi di indagine coinvolti nel primo anno di lavoro.

2.1) Comparto chimico e fisico

Individuazione della stazione di campionamento

Il programma di lavoro ha previsto l'individuazione di una stazione di campionamento nella zona di massima profondità del bacino (20 m). Tale punto (successivamente indicato come S1), è stato individuato mediante ecoscandaglio e segnalato mediante la collocazione di boa (Foto 1).



Foto 1 – Lago Increa: boa di segnalazione della stazione di campionamento (S1)

Uscite di campionamento

In totale sono state previste 12 uscite di campionamento effettuate con cadenza circa mensile.

Analisi di campo e di laboratorio (foto 2)



Foto 2 – Lago Increa: analisi di campo su campioni d'acqua prelevati

In occasione di ciascuna uscita sono state effettuate le seguenti operazioni.

- Determinazione della trasparenza mediante Disco di Secchi.
- Prelievo di campioni d'acqua in 4 strati di profondità (m 0; 5, 10 e fondo), mediante Bottiglia Van Dorn.
- Su ogni campione prelevato:
 - ✓ determinazione immediata mediante elettro-sonda dei seguenti parametri (temperatura, pH, Conducibilità elettrica, Ossigeno disciolto e sua percentuale di saturazione)
 - ✓ determinazione del potenziale di ossidoriduzione e dell'acido solfidrico, in caso di assenza di ossigeno.
- Conservazione dei campioni prelevati alle differenti profondità per la successiva analisi di laboratorio, mediante spettrofotometro, dei seguenti parametri: azoto ammoniacale, azoto nitrico, azoto nitroso (limitatamente al campionamento di febbraio e previa filtrazione del campione); fosforo ortofosfato (previa filtrazione) e fosforo totale (previa digestione), in tutti i campionamenti.

Determinazione della quota del lago

Tale attività ha previsto, in una fase preliminare la determinazione, da parte del Committente, del livello di falda presso piezometro quotato, ubicato in prossimità del Lago Increa e del livello del lago al fine di costruire una retta di conversione. Successivamente la profondità della falda del piezometro (rilevata in occasione di ciascuna uscita di campionamento), è stata utilizzata per la determinazione del corrispettivo livello quotato del lago, espresso in m s.l.m.

Determinazione della volumetria lacustre

La determinazione della volumetria del Lago Increa è stata effettuata a cura del committente.

2.2) Comparto macrofitico

Analisi della presenza di macrofite acquatiche lungo il perimetro lacuale

Nella giornata del 13/07/2016 due operatori hanno percorso l'intero perimetro del Lago Increa mediante imbarcazione. Nel corso dell'ispezione è stata annotata e riportata su carta la presenza di vegetazione acquatica (sommerso ed emergente).

2.3) Comparto ittico

Analisi quali/quantitativa su materiale catturato mediante rete da posta

La rete, tipo tramaglio, della lunghezza di 50 m e dell'altezza di 2 m (luce maglia interna 16 mm), è stata calata alle ore 10.00 del 21/06/2016 e salpata alle ore 8.00 del 22/06/2016.

Su tutti i pesci catturati sono state eseguite le seguenti determinazioni.

- Identificazione specifica
- Misura della lunghezza totale (cm)
- Misura del peso (g)
- Calcolo del coefficiente di condizione $K = W * 100 / l^3$ (con W = peso in grammi; l = lunghezza totale in cm).

Visual census

Prima della posa della rete è stato effettuato un visual-census dell'ittiofauna ittica presente su un tratto di circa 100 m di riva.

Le specie ittiche identificate sono state considerate come strutturate: S (presenza di classi di età differenti) o non strutturate: NS (individuazione di soli soggetti adulti).

Elaborazioni

- **Analisi dello sforzo di pesca** = m^2 totale di rete impiegata * ore di presenza in pesca
- **Efficacia di cattura numerica specifica** = N° esemplari di una specie catturati per sforzo pesca ($m^2 \cdot h$)
- **Efficacia di cattura numerica totale** = somma delle efficacie di cattura specifiche
- **Consistenza numerica della specie** = rapporto tra numero totale di soggetti appartenenti ad una specie catturati e numero totale dei pesci catturati.
- **Consistenza della biomassa della specie** = rapporto tra peso totale di soggetti appartenenti ad una specie catturati e peso totale dei pesci catturati.
- **Rapporto numerico tra specie autoctone su esotiche** = percentuale della presenza numerica di soggetti autoctoni ed esotici rispetto al totale dei pesci catturati.
- **Rapporto ponderale tra specie autoctone su esotiche** = percentuale della biomassa di soggetti autoctoni ed esotici rispetto alla biomassa totale dei pesci catturati.

2.4) Raccolta immagini

Nel corso dello svolgimento del programma sono state raccolte immagini sia necessarie a fini scientifici sia per rendere disponibile al Committente un'adeguata documentazione fotografica dell'attività svolta.

2.5) Rapporti di avanzamento lavori

Nel corso dello svolgimento del programma sono stati redatti con cadenza bimensile: 6 rapporti di avanzamento lavori in merito al rilevamento dei parametri chimici, un rapporto relativo all'analisi ittica ed uno relativo al censimento delle macrofite acquatiche.

3) RISULTATI

3.1) Comparto chimico e fisico

- **Livello del lago**

In figura 1 viene riportata l'evoluzione del livello del Lago Increa nel corso del 2016.

Dal mese di Gennaio il livello del lago mostra un progressivo calo raggiungendo il valore minimo di 125,65 m s.l.m. in occasione del rilevamento di fine Aprile. Nei mesi successivi si registra un progressivo aumento di livello del lago che raggiunge il valore massimo di 128,03 m s.l.m. nel rilevamento di fine Settembre, cui segue un progressivo calo, ancora in corso in occasione dell'ultimo campionamento (13/12/2016).

L'escursione di livello del lago nel corso del 2016 risulta consistente (2,38 m).

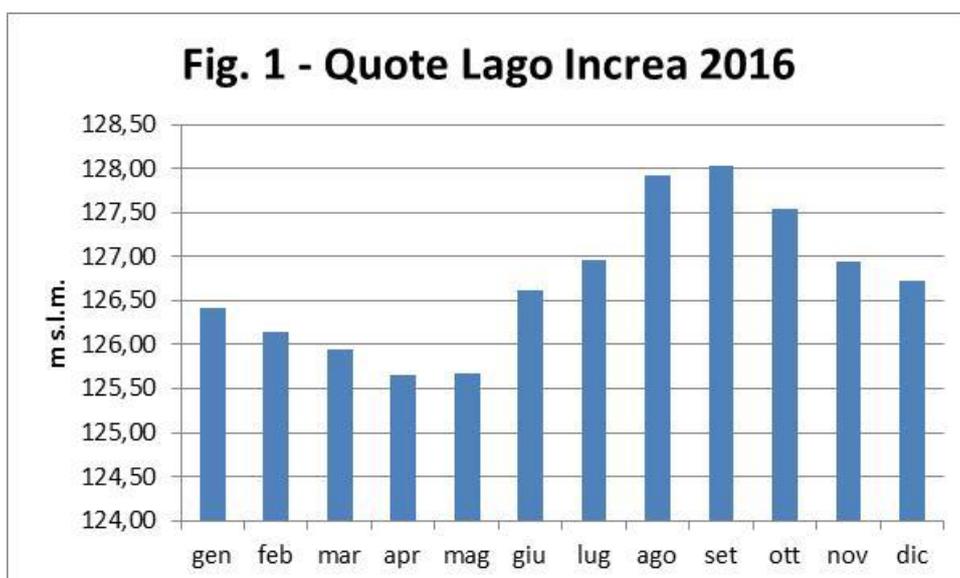
- **Volumetrie**

In tabella 1 sono riportati i risultati relativi al calcolo delle volumetrie dei differenti strati di profondità del Lago Increa (Anno 2008).

Tab. 1 Volumetrie Lago Increa (2008)	
Strato d'acqua (m)	Volumetria (m ³)
0-5	443.635
5-10	345.740
10 – 15	206.193
15 - fondo	47.273
Totale	1.042.841

La determinazione della volumetria dei differenti strati di profondità ha permesso sia di ricalcolare con maggiore precisione la profondità media del lago che di determinare le medie ponderate dei parametri chimici e fisici determinati.

In particolare poiché la **profondità media** di un bacino è calcolata come rapporto tra volumetria e superficie del bacino questa risultata, per il **Lago Increa**, pari a **6,5 m (2008)**.



- **Analisi chimiche e fisiche**

Nella tabella 2 sono riportati i risultati delle analisi effettuate.

Tab. 2 – Lago Increa: risultati delle analisi chimiche e fisiche condotte nel corso del 2016

Data	20/01/2016	23/02/2016	22/03/2016	27/04/2016	18/05/2016	21/06/2016	13/07/2016	29/08/2016	22/09/2016	21/10/2016	24/11/2016	13/12/2016
Quota (m s.l.m.)	126,41	126,15	125,94	125,65	125,67	126,62	126,96	127,92	128,03	127,55	126,95	126,72
Disco Secchi (m)	2,9	2,9	4,4	6,45	3,7	4,25	3,9	3,3	2,1	3,5	1,9	1,6
T m 0 (°C)	7,3	8	11,6	17,7	19,5	24	28,7	27,1	24,1	17,2	12,8	10,5
T m 5(°C)	7,3	8	10,4	17,2	19,1	23,4	28	26,9	24	17,2	12,8	10,5
T m 10 (°C)	7,2	7,5	8,4	11,3	13,1	15,8	16,5	17,8	17	15,8	12,8	10,5
T (fondo) (°C)	7,2	7,4	8,4	9,6	10,3	11,9	12,9	14,9	15,3	14	12,7	10,4
O2 m 0 (mg/l)	8,7	11,2	11,7	11,6	11,7	10,2	11,4	12,9	12,9	9,8	4,4	6,5
O2 m 5 (mg/l)	8,5	11,2	13,5	14,1	13,5	11,2	16,1	15,5	13,4	9,6	4,8	6,8
O2 m 10 (mg/l)	8,6	10,4	10,9	27,7	25,8	22,3	20,7	3,4	2,7	0,7	4,4	7,1
O2 (fondo) (mg/l)	8,5	9,7	7,5	3,7	0,3	0,2	0,3	0,9	0	0,4	4,4	7,9
O2 m 0 (% sat)	73	95	109	124	129	121	149	163,8	154	103	42	58
O2 m 5 (% sat)	67	89	115	140	138	123	195	184,4	150	95	43	57
O2 m 10 (% sat)	63	77	83	227	218	199	189	31,8	25	6	37	56
O2 (fondo) (% sat.)	56	64	51	26	2	2	2	7,1	0	3	33	56
pH m 0	7,3	7,8	8	8,5	8,1	8	8,5	8,1	8,1	7,1	7,4	7,8
pH m 5	7,8	7,8	8	8,6	8,1	8	8,4	8,2	8	7	7,2	7,7
pH m 10	7,5	7,9	7,8	8,7	8,1	8	8,4	8,1	7,6	7,2	7,1	7,7
pH (fondo)	7,7	7,9	7,9	7,9	7,6	8	8,3	7,9	8	7,3	7,1	7,7
Cond. m 0 (uS/cm)	682	676	643	587	560	538	503	463	472	537	625	650
Cond. m 5 (uS/cm)	686	674	642	598	562	532	517	487	462	533	628	643
Cond. m 10 (uS/cm)	680	675	664	633	632	624	663	685	686	695	628	643
Cond. (fondo) (uS/cm)	685	680	668	664	652	781	677	705	707	705	630	644
Red/ox m 0 (mV)	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	160	> 0	> 0	> 0	> 0
Red/ox m 5 (mV)	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	152	> 0	> 0	> 0	> 0
Red/ox m 10 (mV)	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	141	> 0	> 0	> 0	> 0
Red/ox (fondo) (mV)	> 0	> 0	> 0	> 0	148	134	101	136	-115	> 0	> 0	> 0
P-PO4 m 0 (ug/l)	17	22	33	29	12	10	6	12	7	8	12	12
P-PO4 m 5 (ug/l)	17	21	19	16	9	29	14	13	5	6	9	10
P-PO4 m 10 (ug/l)	39	7	23	17	15	25	20	23	22	18	12	12
P-PO4 (fondo) (ug/l)	19	17	21	15	27	137	24	49	90	37	14	18
Ptot m 0 (ug/l)	39	29	93	81	37	51	30	42	40	28	41	21
Ptot m 5 (ug/l)	67	55	93	70	40	43	62	66	39	22	42	27
Ptot m 10 (ug/l)	49	64	198	71	78	38	50	41	64	34	37	21
Ptot (fondo) (ug/l)	66	52	203	86	134	178	86	160	175	102	40	21
N-NH4 m 0 (ug/l)		450										
N-NH4 m 5 (ug/l)		430										
N-NH4 m 10 (ug/l)		460										
N-NH4 (fondo) (ug/l)		480										
N-NO2 m 0 (ug/l)		27										
N-NO2 m 5 (ug/l)		31										
N-NO2 m 10 (ug/l)		30										
N-NO2 (fondo) 0 (ug/l)		47										
N-NO3 m 0 (ug/l)		1746	2184	1744								
N-NO3 m 5 (ug/l)		1721	1713	1674								
N-NO3 m 10 (ug/l)		1714	1988	1572								
N-NO3 (fondo) (ug/l)		1653	2091	1267								
H2S m 0 (mg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H2S m 5 (mg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H2S m 10 (mg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H2S (fondo) (mg/l)	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0

- **Trasparenza (foto 3)**

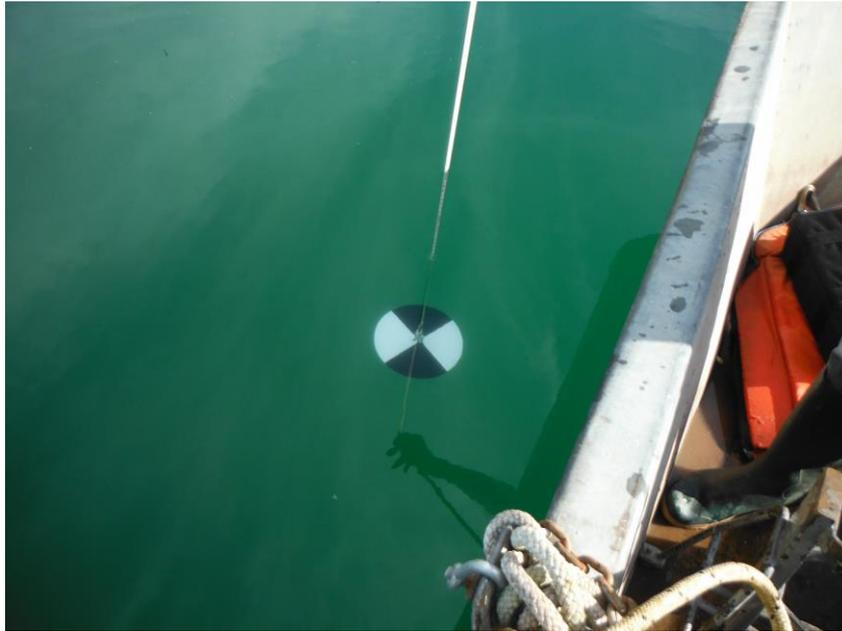
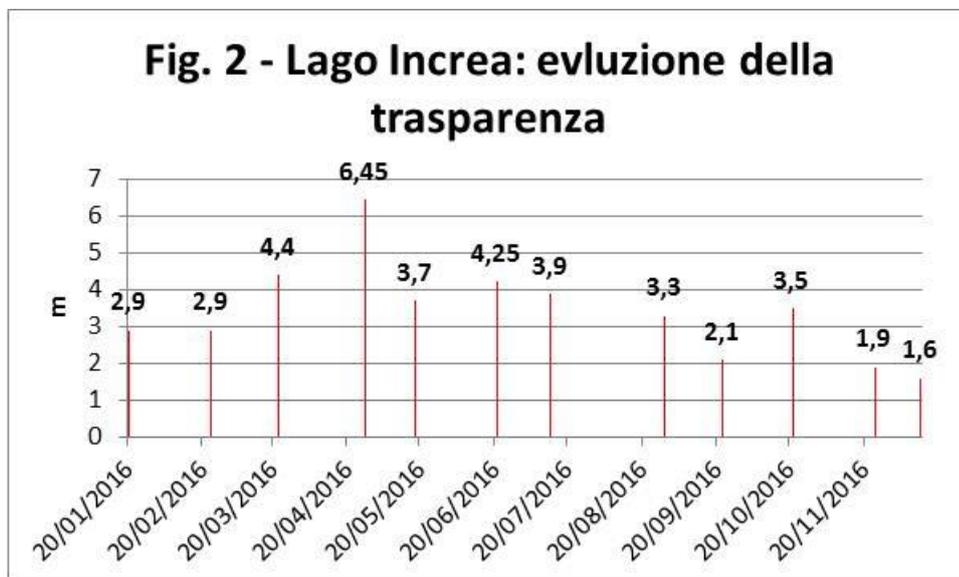


Foto 3 – Lago Increa: Misura della trasparenza mediante disco di Secchi

La misura della trasparenza viene effettuata mediante un disco (disco di Secchi), calato fino alla profondità di scomparsa dello stesso. La trasparenza è determinata come profondità alla quale il disco non risulta più visibile.

L'evoluzione di questo parametro nel corso del 2016 è riportato nel grafico seguente.



La misura della trasparenza esprime l'entità della consistenza di materiale in sospensione presente nelle acque lacustri (più alta la trasparenza minore è la consistenza del materiale in sospensione), riconducibile principalmente, nel caso del Lago Increa, alla consistenza della presenza algale.

L'andamento della trasparenza evidenzia una curva trimodale con tre picchi di entità decrescente rilevati a fine Aprile, fine Giugno e fine Ottobre; tali condizioni possono essere associate ad un calo effettivo della presenza algale o ad un suo approfondimento come di seguito riportato. I bassi valori di trasparenza rilevati a Gennaio e Febbraio sono riconducibili al termine della fioritura dell'alga *P. rubescens*, quelli di novembre e dicembre all'inizio della fioritura della stessa specie al termine dell'anno mentre il minimo di trasparenza di settembre è associato alla fioritura di altra/altre specie algali non identificate.

• Temperatura

L'evoluzione della temperatura rappresenta l'elemento principale della dinamica chimica, fisica e biologica di un bacino lacustre.

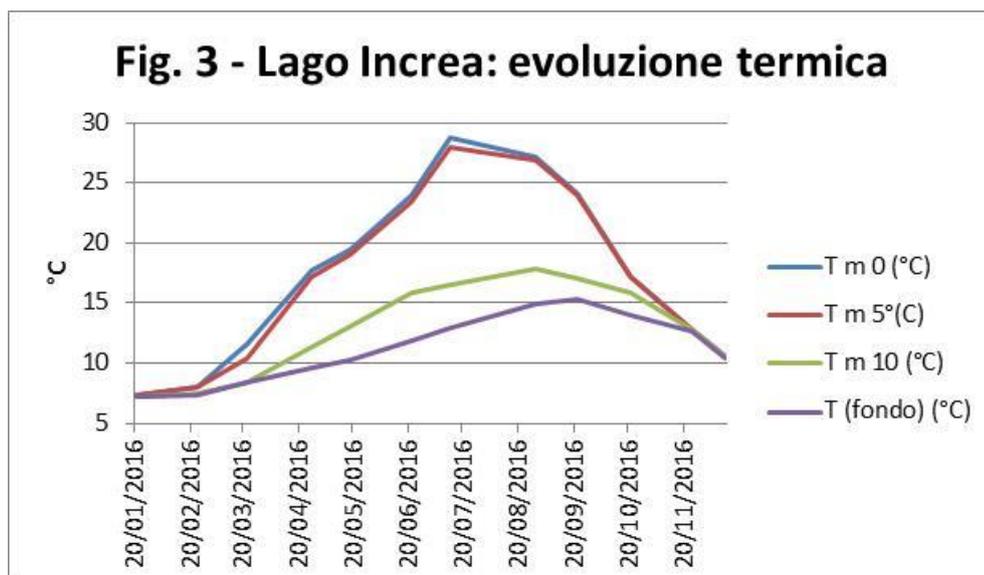
Nel corso dell'anno si presentano due condizioni termiche:

- ✓ La condizione di isotermità (tutta la massa d'acqua alla stessa temperatura)
- ✓ La condizione di stratificazione termica (strati d'acqua sovrapposti aventi differenti temperature).

Laghi con profondità inferiori ai 50 m che non ghiacciano in inverno sono nella maggior parte dei casi monomittici (un periodo di stratificazione termica alternato ad un periodo di destratificazione termica).

Laghi poco profondi che ghiacciano in periodo invernale sono invece dimittici (due periodi di stratificazione termica intervallati da due periodi di destratificazione termica)

L'evoluzione termica del Lago Increa è illustrata in figura 3.



La massa lacustre, termicamente omogenea nei rilevamenti di Gennaio e Febbraio (con minimo di temperatura annuale pari a 7,2°C), mostra una progressiva stratificazione termica a partire da fine Marzo con progressiva e netta separazione dello strato epilimnico (0 – 5 m), da quello sottostante. La zona del termoclinio è individuabile nello strato 5 – 10 m a partire da marzo fino alla fine di ottobre.

La stratificazione termica raggiunge il suo culmine nel rilevamento di luglio (gradiente termico superficie/fondo pari a 15,8 °C), in occasione del quale viene raggiunto il picco di temperatura delle acque superficiali (28,7 °C).

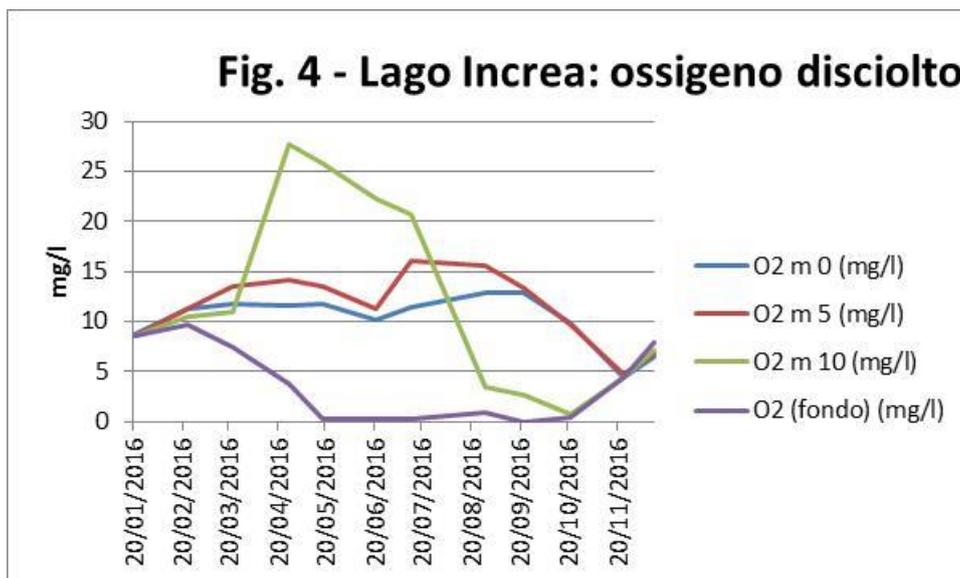
L'inizio della fase di destratificazione termica e di progressivo rimescolamento delle acque si colloca tra la fine di ottobre (gradiente termico superficie/fondo pari a 3,2 °C) e la fine di novembre (gradiente termico superficie/fondo pari a 0,1 °C).

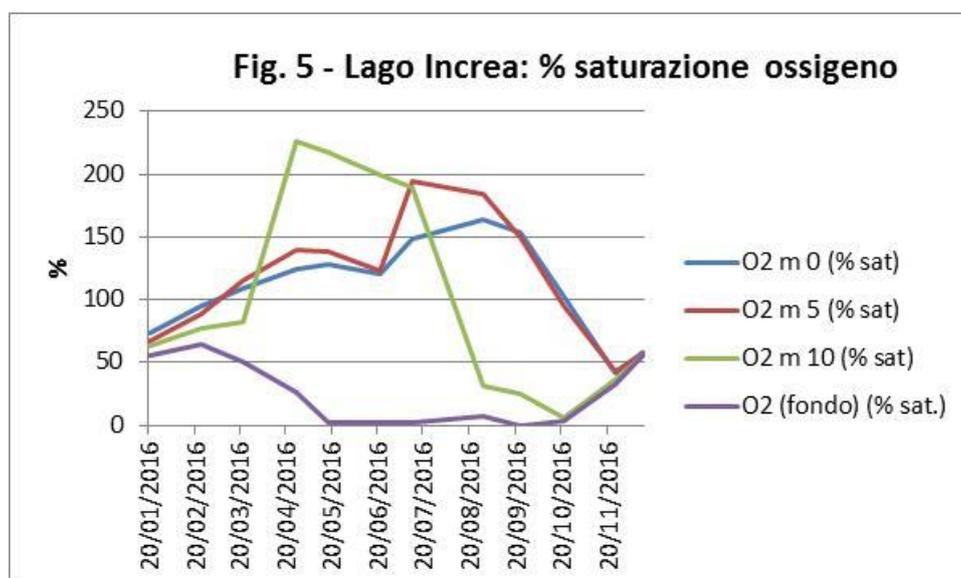
- **Ossigeno disciolto e sua percentuale di saturazione**

L'ossigeno disciolto rappresenta uno se non il principale fattore limitante le biocenosi acquatiche. La sua concentrazione in acqua è infatti notevolmente inferiore rispetto alla sua presenza in atmosfera. Le fonti principali di ossigeno all'interno dell'ambiente lacustre sono rappresentate dallo scambio tra aria e acqua e dalla produzione da parte della componente vegetale (fitoplancton e macrofite sommerse) attraverso il processo di fotosintesi.

La sottrazione di ossigeno nella massa lacustre è dovuta al processo di respirazione da parte di organismi acquatici e dei processi di mineralizzazione della sostanza organica da parte della comunità batterica.

L'evoluzione di questo parametro nel Lago Increa è illustrato nelle figure 4 e 5.





All'inizio dell'anno il bacino appare ancora in condizione di recupero ossidativo (percentuale media di saturazione dell'ossigeno compresa tra il 56 ed il 73%), così come nel mese di Febbraio (percentuale media di saturazione dell'ossigeno compresa tra il 64 ed il 95%).

A partire da marzo si assiste al progressivo impoverimento di ossigeno limitatamente alla zona di fondo per effetto combinato dell'interruzione del rimescolamento e del processo di degradazione della biomassa algale proveniente dagli strati superficiali.

La condizione di ipossia spinta in questa zona viene raggiunta a fine Maggio (percentuale di saturazione pari al 2%), tuttavia la condizione di anossia viene registrata solo nel rilevamento di Settembre, in occasione del quale si assiste all'inversione del potenziale di ossido-riduzione (da positivo a negativo) e alla comparsa di acido solfidrico, sebbene in condizioni modeste (0,2 mg/l).

L'evoluzione della concentrazione dell'ossigeno negli strati soprastanti evidenzia, al contrario condizioni di ipersaturazione, con picchi a 10 m (nei rilevamenti di Aprile, Maggio e Giugno), indice di intensa attività fotosintetica e quindi di elevata presenza algale. Il picco di saturazione dell'ossigeno si porta progressivamente in superficie a partire da luglio a testimonianza dello spostamento verso la superficiale della biomassa algale, mentre il fenomeno dell'ipossia si estende allo strato dei 10 m (% di saturazione dell'ossigeno pari al 31,8% ad Agosto e al 6% a Ottobre).

Alla fine di novembre, a seguito dell'inizio della fase di completa destratificazione termica, ha inizio la fase di recupero ossidativo. La miscelazione dei differenti strati d'acqua comporta una condizione di iposaturazione di ossigeno estesa all'intera massa lacustre (valori di saturazione dell'ossigeno compresi tra 33 e 43%). Nel rilevamento di dicembre il recupero ossidativo prosegue con valori di iposaturazione in diminuzione (valori di saturazione dell'ossigeno compresi tra 56 e 58 %).

- **pH**

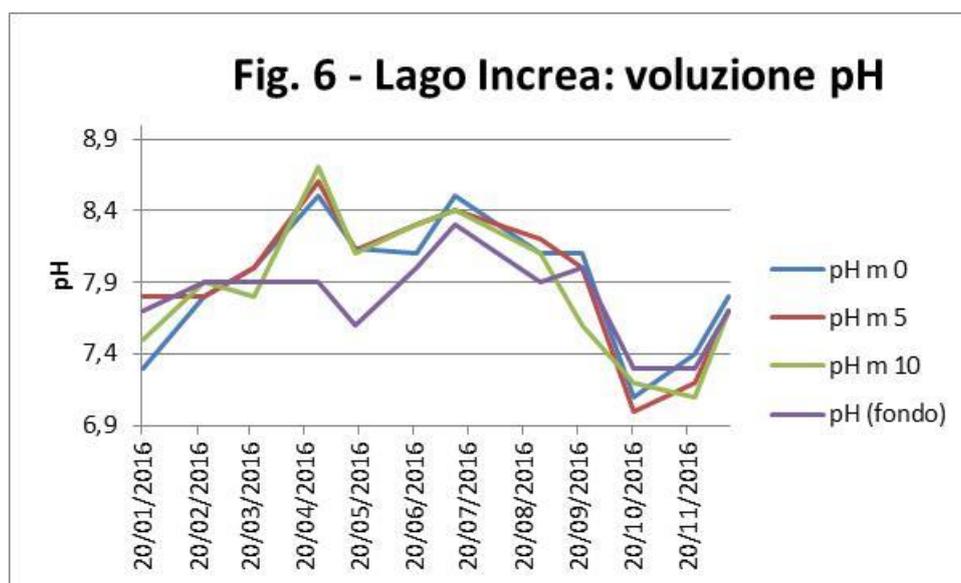
Il **pH** è una scala di misura dell'acidità o della basicità di una soluzione acquosa.

Convenzionalmente, il pH di soluzioni acquose assume valori compresi fra 0 (massima acidità) e 14 (massima basicità). Valori inferiori a 0 e maggiori di 14 sono possibili, naturalmente, ma sono indicativi di soluzioni fortemente acide o basiche rispettivamente, corrispondenti a valori che rendono sperimentalmente difficile la misura elettrochimica e comportano, comunque, deviazioni significative dall'idealità. Al valore intermedio di 7 corrisponde la condizione di neutralità, tipica dell'acqua pura a 25 °C.

Negli ambienti lacustri del nostro territorio i valori di pH sono generalmente prossimi alla condizione di neutralità o di debole alcalinità (valori compresi tra 7 e 8).

L'attività fotosintetica sottraendo anidride carbonica tende a portare il valore di pH verso una maggiore basicità, al contrario i processi di respirazione, producendo anidride carbonica tendono a portare il valore di pH verso una maggiore acidità.

In figura 6 viene riportata l'evoluzione di questo parametro nella massa lacustre nel corso del 2016.



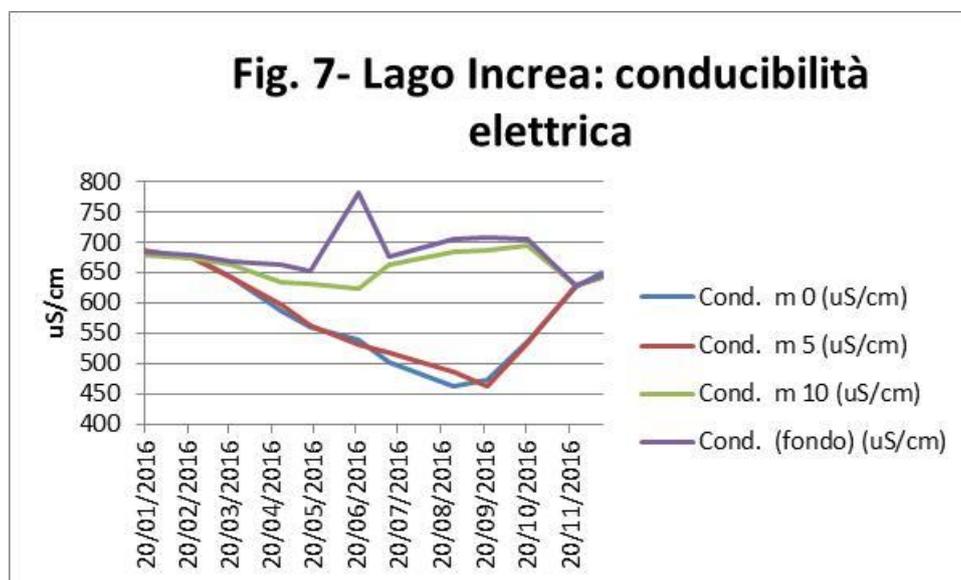
In accordo con quanto sopra riportato i valori di pH, uniformi e lievemente basici nei primi mesi, tendono ad aumentare nello stato superficiale per effetto dell'attività fotosintetica (valore massimo pari a 8,7 nello strato dei 10 m a fine aprile) e a diminuire nel sottostante strato ipolimnico. In concomitanza con l'inizio del processo di circolazione delle acque i valori di pH nella massa lacustre tendono ad abbassarsi (per effetto della risalita di sostanze riducenti), e verso una maggiore omogeneità e tornano a risalire durante la fase di recupero ossidativo.

- **Conducibilità elettrica**

La conducibilità elettrica esprime in modo specifico la consistenza della presenza di sali disciolti in quanto presenti in forma ionica. Poiché si riscontra un aumento della conducibilità elettrica in modo proporzionale alla quantità delle sostanze disciolte, questo è un parametro utile per ottenere una misura, seppur approssimata, del contenuto di sali disciolti. Generalmente negli ambienti lacustri naturali i valori di conducibilità elettrica sono prossimi a 200 uS/cm e, nel caso di bacini artificiali originati per estrazione di inerti sotto falda, prossimi a 400-500 uS/cm.

Il valore di conducibilità elettrica, in assenza di particolari fenomeni perturbativi, tende ad essere stabile nel tempo all'interno del singolo ambiente lacustre.

In figura 7 viene riportato l'andamento di questo parametro nella massa lacustre nel corso del 2016.



Nel corso della fase terminale del primo periodo di destratificazione 2015-2016 (Gennaio- Febbraio 2016), i valori di conducibilità elettrica appaiono relativamente omogenei nella massa lacustre approssimandosi al valore di 680 uS/cm.

Durante la fase di stratificazione la conducibilità elettrica si riduce negli strati epilimnici e del metalimnio, per effetto dell'attività fotosintetica che comporta un assorbimento di sali (valore minimo di 462 uS/cm a 5 m nel rilevamento di settembre), e tende a mantenersi costante o ad aumentare nello strato ipolimnico (valore massimo di 781 uS/cm nella zona di fondo a luglio), per effetto dei processi di mineralizzazione batterica.

Nel corso della seconda fase di destratificazione (da Ottobre a Dicembre), i valori di conducibilità elettrica tornano ad uniformarsi e ad aumentare progressivamente nel corso del recupero ossidativo, fino ad approssimarsi, a fine anno, sui 640 uS/cm.

I valori di conducibilità misurati nel presente anno si discostano sensibilmente rispetto a quelli rilevati nel corso del campionamento 2008. In particolare, confrontando il valore medio sulla colonna d'acqua all'inizio della fase di circolazione nel mese novembre 2008: 475 uS/cm e novembre 2016: 628 uS/cm, il valore di conducibilità elettrica appare incrementato del 33%. Tale evoluzione meriterebbe un approfondimento.

- **Potenziale di Ossido-riduzione**

Il potenziale Redox è un parametro elettro-chimico dell'acqua, che indica una serie di reazioni chimiche che determinano lo scambio di elettroni fra elementi e componenti differenti. Il potenziale redox si misura in millivolts (mV) su una scala compresa fra - 999 e + 999. La misurazione del potenziale Redox consente, quindi, di misurare il potere ossidante o riducente di una soluzione acquosa.

Le ossidazioni sono influenzate dall'ossigeno (elemento ossidante), mentre le riduzioni sono influenzate dall'idrogeno (elemento riducente). Il potenziale Redox è, quindi, il parametro chimico che misura l'equilibrio delle sostanze ossidanti e riducenti dell'acqua. In condizioni di anossia il potenziale di ossidoriduzione diviene progressivamente più negativo permettendo di avere una elemento di valutazione della consistenza delle sostanze riducenti quali ad esempio ammoniaca ed acido solfidrico (tossiche per gli organismi acquatici). Nel corso della campagna di indagine 2016 il potenziale redox risulta negativo (- 115 mV), solo nel rilevamento di settembre e limitatamente alla zona di fondo; tale condizione deve essere interpretata come un elemento positivo rispetto alla valutazione idroqualitativa del Lago Increa.

- **Acido solfidrico**

L'acido solfidrico H₂S è una sostanza tossica che viene prodotta nella zona anossica del lago per effetto dell'attività di particolari batteri anaerobi che utilizzano come fonte di ossigeno composti ossidati dello zolfo.

La presenza di acido solfidrico nell'acqua è segnalata dal tipico odore di uova marce.

Nel corso della campagna di monitoraggio 2016 la presenza di acido solfidrico è stata rilevata solo al termine della stagione estiva (Settembre), limitatamente alla zona di fondo ed in concentrazioni modeste (0,2 mg/l).

- **Composti azotati**

Nel corso della campagna 2016, le concentrazioni dei composti inorganici dell'azoto sono state determinate limitatamente al rilevamento di Febbraio, individuato in via preliminare come periodo terminale della fase di circolazione delle acque del Lago Increa.

In generale al termine della circolazione invernale l'azoto inorganico è presente principalmente nella forma ossidata: nitrati (N-NO₃), che rappresenta la fonte principale di azoto per la componente algale; tuttavia, alla fine di febbraio la concentrazione di ammoniaca (NH₄), appare ancora consistente (media sulla colonna attorno ai 450 ug/l espressi come azoto ammoniacale N-NH₄) a dimostrazione di una fase di recupero ossidativo non ancora ultimato. La concentrazione guida di ammoniaca per le acque a ciprinidi risulta pari a 200 ug/l quella imperativa inferiore a 1.000 ug/l.

I nitriti (NO₂) rappresentano una forma intermedia di ossidazione dell'ammoniaca considerata tossica per l'ittiofauna al di sopra degli 80 ug/l (espressi come azoto nitroso: N-NO₂).

Complessivamente la concentrazione media dell'azoto inorganico sulla colonna d'acqua a fine Febbraio risulta pari a poco meno 50 ug/l.

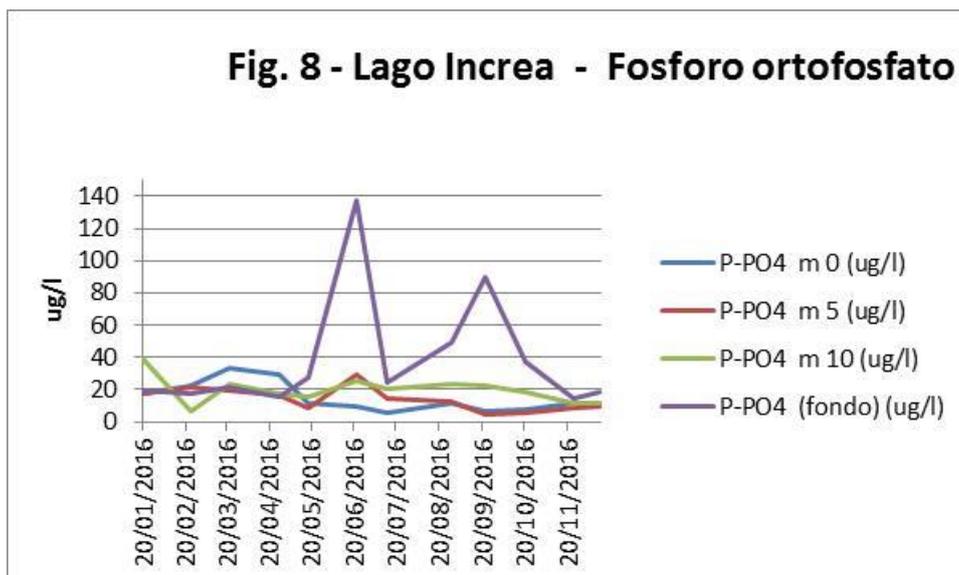
L'analisi dell'azoto nitrico a Febbraio ha restituito un dato medio prossimo ai 1.700 ug/l, quella a Marzo (eseguita anche non prevista nel presente programma di lavoro), un dato di concentrazione media sulla colonna d'acqua pari a poco meno di 2.000 ug/l (espresso come azoto nitrico: N-NO₃) segnale di una condizione di ulteriore ossidazione dei composti azotati all'interno della massa lacustre.

- **Fosforo ortofosfato**

Il fosforo ortofosfato (P-PO₄) rappresenta la forma di fosforo immediatamente disponibile per la componente algale e costituisce il nutriente limitante in merito alla proliferazione di tale comparto.

Nel caso del Lago Increa (Fig. 8), questo parametro evidenzia andamenti differenti nei diversi strati di profondità studiati.

Nella porzione epilimnica (0-5 m), la concentrazione del fosforo ortofosfato tende progressivamente a diminuire con il progredire del periodo di stratificazione termica (per effetto del suo impiego da parte della componente algale), raggiungendo valori molto contenuti a fine ottobre (inferiori a 8 ug/l). Il valore medio in questo strato d'acqua si attesta, nel corso dell'anno, sui 14,5 ug/l e sui 12,5 ug/l, nel corso della stratificazione termica (Aprile -Ottobre).



Nella zona del termoclinio (tra i 5 ed i 10 m) le concentrazioni di questo parametro si mantengono, sempre nel periodo di stratificazione termica, su valori, più alti rispetto a quelli dello strato epilimnico superficiale fino all'inizio della circolazione.

Il valore medio in questo strato d'acqua si attesta infatti, nel corso dell'anno, sui 19 ug/l e sui 20 ug/l, nel corso della stratificazione termica (Aprile – Ottobre).

Nella zona di fondo (attorno ai 20 m), le concentrazioni dell'ortofosfato si mantengono, sempre nel periodo di stratificazione termica, su valori più alti rispetto a quelli degli strati soprastanti fino all'inizio della circolazione.

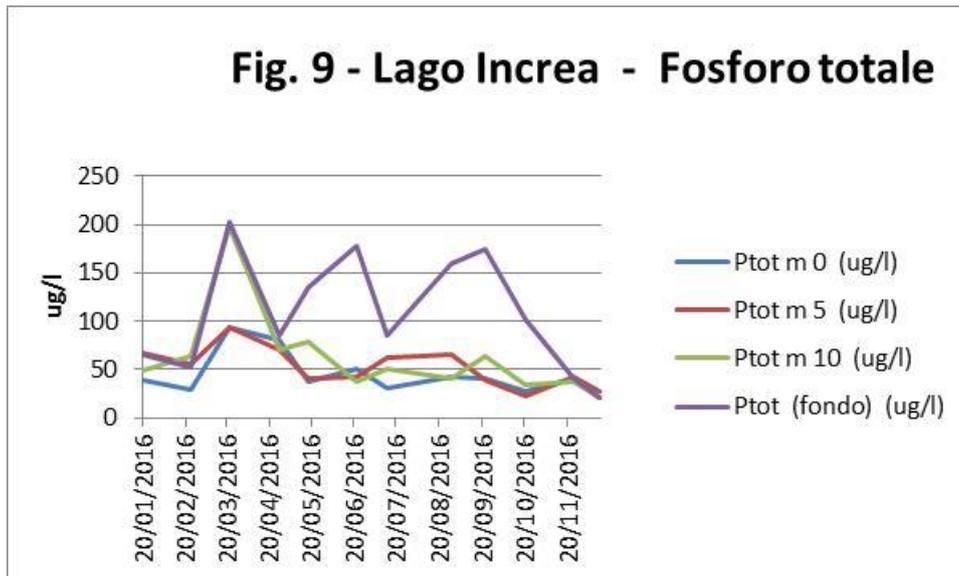
Il valore medio in questo strato d'acqua si attesta, nel corso dell'anno, sui 39 ug/l e sui 54 ug/l, nel corso della stratificazione termica (Aprile –Ottobre).

- **Fosforo totale**

Il fosforo totale comprende sia la frazione disciolta P-PO4 che quella organica (che rappresenta la frazione di ortofosfato temporaneamente sottratto all'ambiente da parte degli organismi acquatici), quindi fornisce un'informazione più precisa del contenuto effettivo di fosforo presente nel bacino.

In particolare, la concentrazione media ponderata di questo parametro al termine del periodo di destratificazione, viene generalmente utilizzata per valutare lo stato di trofia di un lago.

Nel caso del Lago Increa (Fig. 9), questo parametro evidenzia andamenti differenti nei diversi strati di profondità considerati.



Nella porzione epilimnica (0 – 5 m), la concentrazione del fosforo totale aumenta progressivamente nel corso della fase terminale della destratificazione termica 2015-2016, raggiungendo un picco di 93 ug/l a fine Marzo; nel corso della stratificazione termica questo parametro tende progressivamente a diminuire raggiungendo un minimo di 22-28 ug/l ad ottobre. Il valore medio in questo strato d'acqua si attesta, nel corso dell'anno, sui 44 ug/l presso la superficie e sui 52 ug/l a 5 metri e, nel corso della stratificazione termica (Aprile –Ottobre), sui 44 ug/l in superficie e sui 49 ug/l a 5 m.

All'inizio della fase di completa miscelazione il fosforo totale raggiunge nello strato 0-5 m un valore di poco superiore ai 40 ug/l per scendere a poco più di 20 ug/l in dicembre.

Nella porzione metalimnica (5 – 10 m), la concentrazione del fosforo totale aumenta in modo ancora più accentuato nel corso della fase terminale della destratificazione termica 2015-2016, raggiungendo un picco di 198 ug/l a fine Marzo; nel corso della stratificazione termica questo parametro mostra una serie di fluttuazione riconducibili a scambi con il sottostante strato ipolimnico. Il valore medio in questo strato d'acqua si attesta, nel corso dell'anno, sui 62 ug/l e sui 53 ug/l, nel corso della stratificazione termica (Aprile –Ottobre).

All'inizio della fase di completa miscelazione 2016-2017, il fosforo totale raggiunge nello strato dei 10 m valore di poco inferiore ai 40 ug/l per scendere a poco più di 20 ug/l in dicembre.

Nella zona di fondo la concentrazione del fosforo totale aumenta in modo analogo a quella dei 10 m nel corso della fase terminale della destratificazione termica 2015-2016, raggiungendo un picco di 203 ug/l a fine Marzo; nel corso della stratificazione termica questo parametro mostra fluttuazioni riconducibili a scambi con il soprastante strato del metalimnio e con il sedimento. Il valore medio in questo strato d'acqua si attesta, nel corso dell'anno, sui 109 ug/l e sui 131 ug/l, nel corso della stratificazione termica (Aprile –Ottobre).

All'inizio della fase di completa miscelazione il fosforo totale raggiunge nello strato dei 20 m il valore di 40 ug/l per scendere a poco più di 20 ug/l in dicembre.

3.2) Comparto vegetale

- **Analisi della presenza di macrofite acquatiche lungo il perimetro lacuale**

In data 13/07/2016, lungo l'intero tratto della sponda occidentale non è stata osservata la presenza di macrofite acquatiche.

La vegetazione presente in acqua appare costituita da specie terrestri sommerse a seguito del consistente innalzamento del livello del lago.

Lungo la sponda settentrionale è stata rilevata la presenza di una sola specie di macrofita acquatica emergente: *Phragmites australis* (foto 4), comunemente nota come cannuccia di palude.

Questa specie risulta peraltro presente con soggetti giovanili isolati, limitatamente al tratto intermedio di questa sponda.

La rimanente vegetazione presente in acqua appare costituita da specie terrestri sommerse a seguito del consistente innalzamento del livello del lago.

Lungo la sponda orientale è stata rilevata la presenza di una sola specie di macrofita acquatica emergente: *Phragmites australis*.

Questa specie risulta peraltro presente con pochissimi soggetti giovanili isolati, limitatamente al tratto intermedio di questa sponda.

La rimanente vegetazione presente in acqua appare costituita da specie terrestri sommerse a seguito del consistente innalzamento del livello del lago.

Sulle specie arboree presenti sono evidenti i segni di sofferenza (seccume), causati dal prolungato periodo di sommersione.

Lungo la sponda meridionale è stata rilevata la presenza di una sola specie di macrofita acquatica emergente: *Phragmites australis*.

Questa specie risulta peraltro presente con pochi soggetti giovanili isolati, limitatamente al tratto prossimo alla sponda orientale di questa sponda.

Per eventuali approfondimenti (mappa della distribuzione delle macrofite acquatiche, immagini fotografiche), si rimanda allo specifico rapporto: **Rapporto di avanzamento lavori 6 (Analisi presenza macrofite acquatiche)**.



Foto. 4 – *Phragmites australis*

3.3) Comparto ittico

- **Campionamento mediante rete da posta (Foto 5)**



Foto 5 – Lago Increa: campionamento ittico mediante rete da posta

Analisi dello sforzo di pesca

Lo sforzo di pesca è stato calcolato come metri quadri di rete messi in opera per ore di permanenza della rete nel bacino.

Sulla base della superficie complessiva della rete: 100 m² e delle ore di permanenza: 22, lo sforzo di pesca complessivo è risultato pari a:

$$2.200 \text{ (m}^2 \cdot \text{ora)}.$$

Risultati delle catture

In totale (Tab. 3), sono stati catturati 11 soggetti per un totale di 8.227 g, appartenenti 6 specie ittiche di seguito indicate.

Tab. 3 – Lago Increa: risultati delle catture effettuate con rete da posta

N°	Specie	Nome comune	lt (cm)	W (g)	Sesso	K	Esotica/Autoctona
1	<i>Acipenser baeri</i>	Storione siberiano	96	4525	nd	0,51	E
2	<i>Rutilus rutilus</i>	Gardon	31	407	m	1,37	E
3	<i>Rutilus rutilus</i>	Gardon	32	397	nd	1,21	E
4	<i>Perca fluviatilis</i>	Pesce persico	19	83	f	1,21	A
5	<i>Lepomis gibbosus*</i>	Persico sole		14			E
6	<i>Lepomis gibbosus</i>	Persico sole	11,3	21		1,46	E
7	<i>Lepomis gibbosus</i>	Persico sole	12,1	23	f	1,30	E
8	<i>Lepomis gibbosus</i>	Persico sole	12,4	33	f	1,73	E
9	<i>Lepomis gibbosus</i>	Persico sole	13,2	39	m	1,70	E
10	<i>Micropterus salmoides</i>	Persico trota	47	1250	f	1,20	E
11	<i>Sander lucioperca</i>	Luccioperca	58,5	1435	f	0,72	E

In base al numero dei soggetti catturati e alla relativa biomassa è stata determinata (Tab. 4), la resa della pescata in termini numerici ($N^{\circ}/m^2\text{ora}$) e di biomassa ($g/m^2\text{ora}$), di seguito riportata per specie.

Tab. 4 - Lago Increa: numero di individui e biomassa delle specie ittiche catturate per unità di sforzo

Specie	$N^{\circ}/m^2\cdot h$	g/m^2+h
Storione siberiano	0,0005	2,06
Gardon	0,0009	0,37
Pesce persico	0,0005	0,04
Persico sole	0,0023	0,06
Persico trota	0,0005	0,57
Luccioperca	0,0005	0,65
Totale	0,0050	3,74

- **Visual census**

Il visual-census ha permesso di identificare tre specie ittiche.

Cyprinus carpio: non strutturata (NS)

Micropterus salmoides: strutturata (S)

Lepomis gibbosus: strutturata (S).

In occasione del campionamento di ottobre è stato inoltre osservato (foto 6), un esemplare di luccio (*Esox sp*) non è stato possibile tuttavia indicare se si trattava di *E. lucius* (esotico) o dell'autoctono *E. cisalpinus*.



Foto 6 - Lago Increa Ottobre 2016: *Esox* sp.

Descrizione delle specie catturate e/o rinvenute

Storione siberiano (*Acipenser baerii*)



- **Famiglia:** Acipenseridi
- **Origine:** L'areale di questa specie comprende la Siberia tra il fiume Ob' e il Kolyma nonché tributari del Lago Bajkal
- **Dimensioni massime:** 2 m; 200 kg.
- **Alimentazione:** bentofago.
- **Interesse commerciale nei paesi di origine:** elevato.
- **Interesse commerciale In Italia:** elevato.
- **Interesse per pesca dilettantistica:** elevato.

Gardon (*Rutilus rutilus*)



- **Famiglia:** CIPRINIDI
- **Distribuzione originale:** Europa ad esclusione di Grecia, Italia, Penisola Iberica, Irlanda.
- **Dimensioni massime:** 0,5 m; 1,5 kg.
- **Alimentazione:** Onnivoro: larve di insetti, plancton e detrito vegetale.
- **Interesse commerciale nei paesi di origine:** modesto.
- **Interesse commerciale In Italia:** scarso.
- **Interesse per pesca dilettantistica:** buono.
- **Carni:** discrete ma poco apprezzate per presenza di miospine.

Note: appare in competizione alimentare con il persico.

Carpa (*Cyprinus carpio*)



- **Famiglia: CIPRINIDI**
- **Distribuzione originale: Asia.**
- **Dimensioni massime: 1,3 m; 40 kg.**
- **Alimentazione: bentofago onnivoro: larve di insetti, plancton e detrito vegetale.**
- **Interesse commerciale nei paesi di origine: elevato.**
- **Interesse commerciale In Italia: scarso.**
- **Interesse per pesca dilettantistica: elevato.**
- **Carni: discrete ma poco apprezzate per presenza di miospine.**

Nota: *C. carpio* compare nell'elenco delle 100 tra le peggiori specie alloctone invasive del mondo, stilato dal gruppo ISSG (Gruppo di studio sulle specie invasive della IUCN (International Union for the Conservation of Nature).

Luccio (Esox sp)

- **Famiglia:** Esocidi
- **Origine:** Europa centro settentrionale
- **Dimensioni massime:** 1,5 m; 30 kg
- **Alimentazione:** ittiofago
- **Interesse commerciale nei paesi di origine:** BUONO
- **Interesse commerciale In Italia:** BUONO
- **Interesse per pesca dilettantistica:** ELEVATO
- **Carni:** BUONE
- **Nota:** In Italia è presente una forma differente da quella europea.
- **Un tempo al vertice della catena alimentare ne è stato scalzato dal siluro**

Note: sopra specie autoctona (*E. flaviae*); sotto specie esotica (*E. lucius*)



Pesce persico (*Perca fluviatilis*)



- **Famiglia:** Percidi
- **Origine:** Eurasia
- **Dimensioni massime:** 0,6 m; 2 kg
- **Alimentazione:** ittiofago
- **Interesse commerciale nei paesi di origine:** ELEVATO
- **Interesse commerciale In Italia:** ELEVATO
- **Interesse per pesca dilettantistica:** elevato
- **Carni:** OTTIME

Persico sole (*Lepomis gibbosus*)



- **Famiglia:** Centrarchidi
- **Origine:** America settentrionale
- **Dimensioni massime:** 0,25 m; 0,3 kg
- **Alimentazione:** bentofago, ittiofago (micropredatore)
- **Interesse commerciale nei paesi di origine:** ELEVATO
- **Interesse commerciale In Italia:** Scarso
- **Interesse per pesca dilettantistica:** Scarso
- **Carni:** BUONE

Persico trota (*Microperus salmoides*)



- **Famiglia:** Centrarchidi
- **Origine:** America settentrionale
- **Dimensioni massime:** 0,6 m; 4 kg
- **Alimentazione:** ittiofago
- **Interesse commerciale nei paesi di origine:** ELEVATO
- **Interesse commerciale In Italia:** basso
- **Interesse per pesca dilettantistica:** elevato
- **Carni:** BUONE

Nota1: prima introduzione in Italia nel Lago di Monate fine 1800.

Nota2: *M. salmoides* compare nell'elenco delle 100 tra le peggiori specie alloctone invasive del mondo, stilato dal gruppo ISSG (Gruppo di studio sulle specie invasive della IUCN (International Union for the Conservation of Nature)).

Sandra o Lucioperca (Sander lucioperca)



- **Famiglia: Percidi**
- **Origine: Eurasia**
- **Dimensioni massime: 1,3 m; 15 kg**
- **Alimentazione: ittiofago**
- **Interesse commerciale nei paesi di origine: ELEVATO**
- **Interesse commerciale In Italia: ELEVATO**
- **Interesse per pesca dilettantistica: elevato**
- **Carni: OTTIME**
- **Note: Prima introduzione in Italia nel Lago di Comabbio (Va) 1902.**

4) DISCUSSIONE

4.1) Comparto chimico e fisico

Premessa: in considerazione dell'innalzamento del livello del lago di oltre 5 m rispetto al 2008 le volumetrie del Lago Increa risultano così modificate.

Strato (m)	Volume m ³
0-5,56	881.699
5,56-10,56	443.635
10,56-20,56	551.933
20,56-fondo	47.273
Totale	1.924.540

Così modificata è inoltre la superficie del bacino nel 2016: 167.000 m²

Così modificata la profondità media: 11,52 m

In base all'evoluzione termica del 2016, il Lago Increa può essere catalogato come lago monomittico temperato (un unico periodo di rimescolamento delle acque e un unico periodo di stratificazione termica).

Sulla base dei dati disponibili l'inizio del periodo di rimescolamento delle acque può essere collocato tra la seconda e la terza settimana di novembre per concludersi tra la fine di febbraio e l'inizio di marzo.

Durante il periodo di stratificazione termica, si assiste ad un progressivo esaurimento della concentrazione di ossigeno nella zona più profonda che arriva ad interessare anche lo strato dei 10 metri indicativamente tra la fine di luglio e le prime settimane di agosto.

La condizione di anossia è stata tuttavia rilevata unicamente a fine estate e limitatamente alla zona di fondo così come la presenza di acido solfidrico.

Nella prima parte del periodo di stratificazione termica si assiste anche ad un repentino innalzamento della concentrazione di ossigeno, riconducibile, con ogni probabilità, ad un'intensa attività fotosintetica, che si localizza tra aprile e giugno nello strato dei 10 m e sale in quello dei 5 m da luglio a settembre.

Gli andamenti del pH e della conducibilità elettrica confermano la dinamica sopra descritta indicando la presenza, durante il periodo di stratificazione termica, di uno strato più superficiale dove prevale l'attività fotosintetica e di produzione di biomassa algale e di uno, più profondo, termicamente separato dal primo, dove prevale l'attività di consumo e mineralizzazione della sostanza organica, non più vitale, in sedimentazione.

In particolare il dato della conducibilità elettrica media, misurato nel 2016 (676 uS), appare sensibilmente superiore rispetto a quello misurato nel 2009 475 uS.

Questo dato appare anomalo in quanto il parametro conducibilità elettrica tende ad essere stabile nel tempo all'interno di un bacino.

Il valore di conducibilità elettrica al termine del periodo di circolazione 2015-216, è stato usato per il calcolo della concentrazione naturale teorica di fosforo totale, in base all'indice morfoedafico (MEI), attraverso la seguente formula.

$$\log P = 0,87 + (0.27 \pm 0.11)\log \text{MEI con } r = 0.71 (1)$$

Con:

- ✓ Conducibilità media a 20°C = 652/1,1= 593 uS/cm
- ✓ Profondità media = Volume/superficie lago = 1.924.540/167.000 = 11,52
- ✓ MEI = Conducibilità media a 20°C/profondità media = 1,711402431

In base alla 1, la **concentrazione naturale di fosforo totale** calcolata per il Lago Increa risulta compresa **tra i valori di 14 e 33 ug/l** (valore medio 21,5 ug/l).

Per quanto attiene ai nutrienti, la concentrazione misurata (media ponderata), dell'azoto inorganico a Febbraio, verso il termine del periodo di rimescolamento invernale: 2.197 ug/l risulta paria 43 volte quella del fosforo totale (51 ug/l: media ponderata) e a 130 volte quella del fosforo ortofosfato (17 ug/l: media ponderata).

Tuttavia, dall'analisi dei dati disponibili, la condizione di riferimento più adatta per la valutazione della concentrazione media del fosforo appare quella di marzo (P_{tot} = 139 ug/l; P-PO₄ = 24 ug/l). Nel mese di marzo, tuttavia non era prevista la determinazione dei composti azotati anche se, considerando che la frazione rappresentata dal solo azoto nitrico: 1956 ug/l, rappresenti quella predominante, il nutriente limitante nel Lago Increa è sicuramente rappresentato dal fosforo.

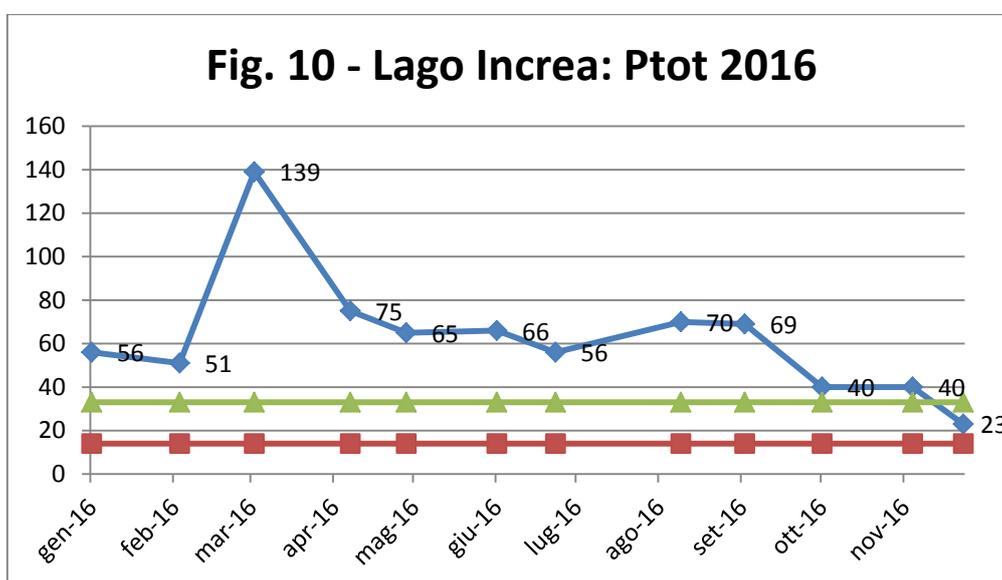
In figura 10 viene riportata l'evoluzione della concentrazione media ponderata del fosforo totale all'interno della massa lacustre nel corso del 2016.

I dati, fino a settembre, appaiono sempre superiori al valore naturale teorico massimo (33 ug/l), per riportarsi attorno ai 40 ug/l nei rilevamenti di Ottobre e Novembre e scendere fino a 23 ug/l in Dicembre.

Nel contempo al termine del periodo di circolazione (Marzo), si assiste ad un picco di concentrazione di fosforo totale (139 ug/l).

Le situazioni riscontrate nei due estremi (Marzo e Dicembre), apparirebbero riconducibili alla liberazione e successivo riassorbimento di fosforo da parte dei sedimenti.

Trattandosi tuttavia della prima campagna di monitoraggio, si rimanda ad una fase successiva la conferma di questa ipotesi.



La concentrazione media ponderata di fosforo totale misurata al termine del periodo di rimescolamento delle acque (in questo caso individuata nel mese di marzo), è utilizzata per definire lo stato trofico di un bacino secondo la Tab. 4.

Tab. 5 - Stato trofico dei laghi in base alla concentrazione di fosforo totale al termine del periodo di circolazione invernale

STATO TROFICO	Ptot. ug/l
Ultra-oligotrofo	≤ 4.0
Oligotrofo	≤ 10.0
Mesotrofo	10 - 35
Eutrofo	35-100
Iperotrofo o Iperotrofo	≥ 100

Il Lago Increa, sulla base dei dati disponibili (139 ug/l), risulterebbe quindi nella condizione di ipertrofia (segnalato in rosso) mentre il suo livello trofico naturale (14 – 33 ug/l), si collocherebbe sullo stato di mesotrofia (segnalato in verde).

4.2) Comparto vegetale

Con riferimento alla frazione fitoplanctonica, nel 2016, non sono stati effettuati rilevamenti specifici e quindi non si dispone di dati relativi all'elenco delle specie presenti.

Limitatamente a *P. rubescens*, è stata osservata la consistenza di quest'alga presso la superficie nei rilevamenti di Gennaio 2016 e Dicembre 2016.



Foto 7 – Fioritura invernale di *P. rubescens*

Come già accennato, la condizione di elevata ipersaturazione nello strato dei 10 m da Aprile a Giugno ed in quello dei 5 m da Luglio a settembre depongono per una consistente presenza algale che tuttavia non è stata analizzata nel presente anno.

In merito allo sviluppo di cianofitiche di cui *P. rubescens* è un rappresentante, il meccanismo favorente appare rappresentato dalla progressiva riduzione di fosforo ortofosfato nello strato superficiale e dalla sua maggiore disponibilità nella zona più profonda dove scarsa illuminazione e temperatura favoriscono la sopravvivenza e lo sviluppo di cianofitiche.

L'analisi della presenza di macrofite acquatiche eseguita nella stagione estiva ha fatto registrare assenza di vegetazione sommersa e galleggiante e presenza, estremamente limitata (foto 8), di vegetazione emergente, rappresentata dalla sola specie *P. australis* (vedi rapporto di avanzamento lavori N° 6).



Foto 8 – Lago Increa: individui isolati di *P. australis*

Le principali cause di questa situazione andrebbero ricercate **nell'ampia fluttuazione del livello del lago** (2,38 m nel 2016), che crea una fascia non colonizzabile sia dalla vegetazione sommersa che da quella terrestre, **nell'azione di pascolo** o nella presenza di **elementi chimici** in grado di contrastare lo sviluppo delle macrofite. Con riferimento al dato di trasparenza delle acque, questa apparirebbe compatibile con lo sviluppo di vegetazione acquatica sommersa a profondità di almeno 4-5 m e quindi in grado di costituire un anello vegetale sommerso permanente; sotto tale aspetto l'escursione di livello non sarebbe in grado da solo di impedire lo sviluppo delle macrofite. In merito all'azione di pascolo è stato accertato da studi da noi condotti in analoghi bacini, che due specie ittiche in particolare (Carpa e Amur), sono in grado, se numericamente consistenti, eliminare la presenza di macrofite. Non sono disponibili dati in merito alla presenza di sostanze fitotossiche.

Poiché la vegetazione acquatica rappresenta un elemento fondamentale per il mantenimento degli equilibri ecologici all'interno dell'ambiente lacustre, la ricostituzione di un adeguato anello vegetale sommerso e/emergente deve essere considerata come priorità strategica per il Lago Increa.

A fini di substrato riproduttivo e di rifugio degli stadi giovanili delle specie acquatiche, ed in particolare di quelle ittiche, un ruolo sostitutivo può essere giocato dalla vegetazione terrestre sommersa a seguito delle consistenti fluttuazioni del livello idrico del lago. Tale funzione è tuttavia vincolata al periodo riproduttivo della singola specie. Nel caso specifico del 2016, le uniche specie

che potrebbero aver avuto accesso (almeno nella parte terminale del loro periodo riproduttivo), ad idonei substrati vegetali di deposizione, sono risultate quelle a maturazione estiva (carpa e tinca), si segnala infatti che, ancora alla metà di giugno 2016, la vegetazione terrestre non era ancora stata raggiunta e sommersa dalle acque del lago. Nel caso del luccio, che si riproduce dalla fine di febbraio alla fine di marzo, l'accesso ad idonei substrati riproduttivi risulta essere stato precluso per l'intera stagione riproduttiva 2016.

4.3) Comparto ittico

Struttura del pescato con rete

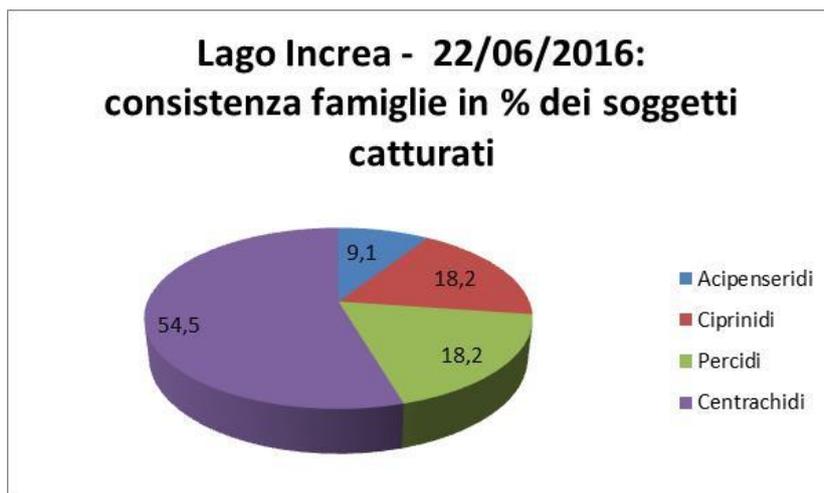
L'analisi della struttura del pescato con rete nel corso dell'estate 2016 permette di rilevare i seguenti raggruppamenti.

- Rapporto tra famiglie

Il pescato 2016 risulta costituito da 4 famiglie (tabella e grafico seguente): **Acipenseridi** (9,1% in numero e 55 % in biomassa): una specie, un soggetto catturato, **Ciprinidi** (18,2% in numero e 9,8% in biomassa): una specie, 2 soggetti catturati, **Percidi** (18,2% in numero e 18,5% in biomassa): due specie, 2 soggetti catturati, **Centrarchidi** (54,5% in numero e 16,8% in biomassa): 2 specie, 6 soggetti catturati.

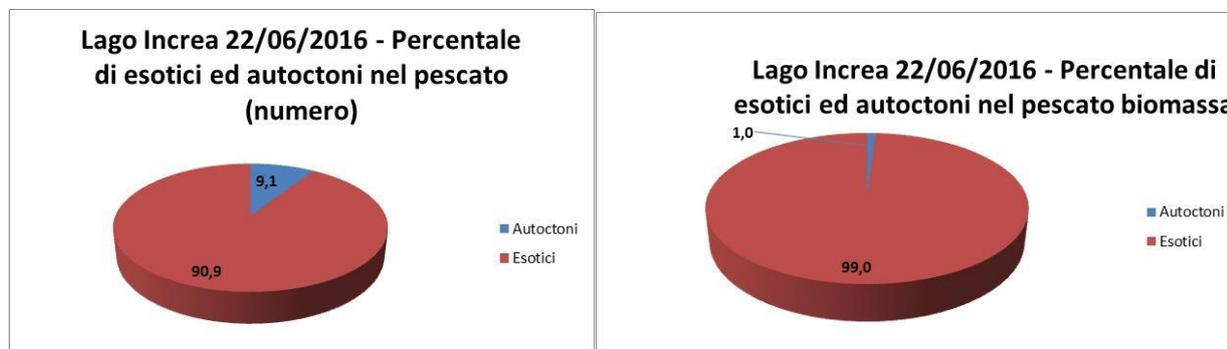
Tab. 6 - Lago Increa, Giugno 2016: Rapporti percentuali delle famiglie all'interno del pescato

Famiglia	% su N°	% su peso (g)
Acipenseridi	9,1	55,0
Ciprinidi	18,2	9,8
Percidi	18,2	18,5
Centrarchidi	54,5	16,8
totale	100,0	100,0



- Rapporto tra esotici ed autoctoni.

Il rapporto percentuale tra autoctoni ed esotici nel pescato 2016 (vedi grafico seguente), risulta nettamente a vantaggio dei secondi sia in termini di densità (90,9% contro 9,1%), che di biomassa (99% contro 1%).



Popolamento ittico

Sulla base dei dati disponibili è possibile stilare una prima lista delle specie ittiche presenti nel Lago Increa.

Tab. 7 – Lago Increa: elenco delle specie ittiche rinvenute nel corso della campagna di monitoraggio 2016			
Nome comune	Acclimatazione certa	Acclimatazione probabile	Acclimatazione dubbia
Storione siberiano	No	No	No

Carpa comune	No	Si	No
Gardon	No	Si	No
Pesce persico	Si	No	No
Luccioperca	No	Si	No
Persico trota	Si	No	No
Persico sole	Si	No	No

5) CONCLUSIONI

Sulla base dei dati raccolti nel corso del primo anno di monitoraggio del Lago Increa questo appare come un tipico ambiente monomittico temperato.

Il livello trofico così come ricavato attraverso la determinazione della concentrazione di fosforo totale al termine del periodo di circolazione risulta quello di **ipereutrofia** mentre quello naturale teorico sarebbe quello di mesotrofia.

Il nutriente limitante è rappresentato dal fosforo.

La dinamica idroqualitativa del lago nel corso del 2016 evidenzia, nel corso del periodo di stratificazione termica, la presenza di uno strato più superficiale caratterizzato da fenomeni produttivi che comportano imponenti livelli di ipersaturazione dell'ossigeno e quella di un ambiente prossimo al fondo in cui prevale l'attività di consumo ed il conseguente calo consistente della concentrazione di ossigeno. La condizione di anossia in questo secondo ambiente appare tuttavia come fenomeno temporaneo essendo stata rilevata solo nel campionamento di settembre.

Le caratteristiche chimiche e fisiche costituiscono attualmente una condizione favorevole all'affermazione di alghe cianofee e alla loro sopravvivenza nello strato d'acqua individuabile nel termoclinio (5-10 m), durante la fase di stratificazione termica, comportando durante il periodo di rimescolamento delle acque la fioritura di *Planktothrix rubescens*.

L'assenza di macrofite acquatiche rappresenta un ulteriore elemento di instabilità del bacino a favore della componente algale.

Con riferimento alla comunità ittica i dati sono sicuramente parziali e dovranno essere progressivamente implementati anche se sulla base del campionamento effettuato nel 2016, il popolamento ittico appare poco strutturato con dominanza di specie esotiche.

6) INDIVIDUAZIONE DELLE LINEE DI INTERVENTO

Sulla base dei dati finora acquisiti possono essere individuate preliminarmente alcune linee di intervento.

6.1) Monitoraggio

- Prosecuzione della raccolta di dati fisico-chimici per la costituzione di un database dell'evoluzione trofica del bacino.
- Un approfondimento destinato alla definizione dei periodi di stratificazione e destratificazione termica.

- La verifica dell'evoluzione dello strato anossico.
- Individuazione delle possibili cause della variazione della conducibilità elettrica.
- Ricerca di elementi fitotossici.
- Con riferimento al comparto fitoplanctonico risulta di primaria importanza la valutazione dell'evoluzione dell'alga tossica *Plankthotrix rubescens* all'interno della massa lacustre.
- Determinazione delle specie algali presenti.
- Determinazione delle specie zooplanctoniche presenti.
- Progressivo aggiornamento sul popolamento ittico del lago.

6.2) Riquilificazione

- Comparto chimico e fisico

Questi interventi sono rimandati in attesa degli approfondimenti necessari a ricostruire con maggiore dettaglio la dinamica idroqualitativa del lago.

- Prove di ricostituzione dell'anello vegetale sommerso ed emergente.
- Per il 2017 (entro non oltre il mese di febbraio), sono da ritenersi necessari interventi mirati al recupero delle potenzialità riproduttive naturali della specie *Esox lucius*.
- Con riferimento alle IAS (Specie Aliene Invasive), in base all'esperienza maturata dal nostro studio, è possibile prevedere da subito l'impostazione e la realizzazione di un programma di controllo della/e specie di *Trachemys* sp. Presenti nel bacino.

6.3) Gestione

- Gestione della Pesca

Nel corso del 2017 è previsto come intervento gestionale la costituzione di un Centro Privato di Pesca.

Il programma di gestione comporterà un ampliamento delle conoscenze del comparto ittico attraverso specifica convenzione con il settore alieutico.

Studio Idrobiologico Lombardo

Dr. Fabrizio Merati

GLOSSARIO

Anossia: assenza di ossigeno.

Attività fotosintetica: processo di natura biologica della componente vegetale che comporta la produzione di sostanza organica e di quella di ossigeno attraverso il consumo di anidride carbonica.

Epilimnio: strato d'acqua superficiale a temperatura omogenea.

Destratificazione termica del lago: condizione in cui l'intera massa lacustre si trova alla stessa temperatura.

Gradiente termico: differenza di temperatura tra due strati d'acqua.

Ipolimnio: strato d'acqua profondo a temperatura omogenea.

Ipossia: concentrazione dell'ossigeno inferiore al 100%.

Lacuale: del lago

Mineralizzazione: processo di degradazione delle sostanze organiche provenienti da esseri viventi fino alla loro completa trasformazione in composti inorganici semplici.

Percentuale di saturazione ossigeno in acqua: la percentuale di saturazione di ossigeno nell'acqua viene calcolata in base al rapporto percentuale della concentrazione di ossigeno misurata e la concentrazione dello stesso in acqua all'equilibrio alle stesse condizioni di pressione e temperatura, considerata pari al 100%.

Recupero ossidativo: fase in cui, a seguito e nel corso del completo rimescolamento delle acque, la concentrazione dell'ossigeno lacustre tende ad aumentare per scambio con l'aria atmosferica.

Respirazione: processo di natura biologica che comporta il consumo ossigeno e di sostanza organica associato alla produzione di anidride carbonica.

Specie alloctona: (sinonimi: esotica, aliena): specie evolutasi naturalmente all'interno di un territorio differente da quello in cui è stata ritrovata e trasferita in tale ambiente per azione volontaria o involontaria dell'uomo.

Specie autoctona (sinonimi: nativa): specie evolutasi o trasmigrata naturalmente all'interno di un territorio.

Termoclinio: zona di transizione tra strato d'acqua superficiale rimescolato e termicamente omogeneo e quello profondo.

Visual census: rilevamento visivo

INDICE

1) INTRODUZIONE	Pag. 1
2) MATERIALI E METODI	Pag. 1
2.1) Comparto chimico e fisico	Pag. 2
2.2) Comparto macrofitico	Pag. 3
2.3) Comparto ittico	Pag. 3
2.4) Raccolta immagini	Pag. 4
2.5) Rapporti di avanzamento lavori	Pag. 4
3) RISULTATI	Pag. 5
3.1) Comparto chimico e fisico	Pag. 5
3.2) Comparto vegetale	Pag. 18
3.3) Comparto ittico	Pag. 19
4) DISCUSSIONE	Pag. 28
4.1) Comparto chimico e fisico	Pag. 28
4.2) Comparto vegetale	Pag. 30
4.3) Comparto ittico	Pag. 33
5) CONCLUSIONI	Pag. 35
6) INDIVIDUAZIONE DELLE LINEE DI INTERVENTO	Pag. 35
6.1) Monitoraggio	Pag. 35
6.2) Riqualificazione	Pag. 36
6.2) Gestione	Pag. 36
GLOSSARIO	Pag. 37