

Commissione Internazionale
per la protezione delle acque italo-svizzere

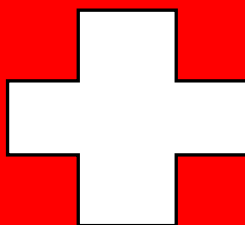
Ricerche sull'evoluzione del Lago Maggiore

Aspetti limnologici

Programma quinquennale 2008 - 2012
Campagna 2008

a cura di Roberto Bertoni

Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi
Sede di
Verbania Pallanza



4.2. Dinamica stagionale e studio della distribuzione orizzontale del carbonio organico

4.2.1. Dinamica stagionale

Le concentrazioni di Carbonio Organico Totale (TOC) misurate lungo la colonna d'acqua nel corso dell'anno 2008 sono presentate nella tabella 4.1 insieme ai valori medi relativi allo strato 0-20 m, pressochè coincidente, nel Lago Maggiore, con la zona fotica ed allo strato 20-350 m, che costituisce la zona afotica. Nella stessa tabella sono pure sintetizzati i valori relativi al particolato totale organico ed inorganico, vivo e morto (seston) ed alla frazione particellata del carbonio organico (POC).

Per quanto riguarda i dettagli metodologici relativi alla determinazione di queste variabili si può sinteticamente ricordare che il materiale particellato è concentrato per filtrazione di un volume noto di campione su filtri in fibra di vetro con porosità nominale di 1 µm, precombusti a 450 °C, previa rimozione con rete da 126 µm del particolato di maggiori dimensioni. Successivamente il seston è determinato gravimetricamente (microbilancia Sartorius M3P), il TOC con combustione ad alta temperatura del campione liquido (Shimadzu 5000C, TOC Analyser), il POC con combustione ad alta temperatura del filtro col suo carico organico (ThermoQuest EA1112 CHN Analyser).

Tab. 4.1. Concentrazioni di seston, Carbonio Organico Particellato (POC), Carbonio Organico Totale (TOC) misurate nel Lago Maggiore nel corso del 2008 (z. euf. = zona fotica, z. af.= zona afotica).

2008	17- gen	27- feb	12- mar	27- mar	08- apr	23- apr	06- mag	22- mag	10- giu	18- giu	09- lug	22- lug	05- ago	20- ago	03- set	24- set	08- ott	21- ott	12- nov	17- dic
Seston mg l⁻¹																				
z. euf.	0,51	0,58	0,75	0,96	1,12	1,10	1,99	2,22	2,31	1,38	1,17	1,36	1,46	0,81	1,19	1,68	1,18	0,92	0,91	0,47
z. af.	0,37	0,19	0,28	0,47	0,31	0,35	0,31	0,34	0,39	0,17	0,29	0,18	0,29	0,28	0,38	0,37	0,29	0,18	0,32	0,20
POC µg l⁻¹																				
z. euf.	139	189	181	232	258	261	403	407	414	247	237	283	437	222	306	252	234	229	165	120
z. af.	84	49	57	82	63	73	68	90	70	34	61	54	53	45	61	55	60	32	58	109
TOC mg l⁻¹																				
20 m	0,71	0,83	0,70	0,70	0,96	0,916	0,87	0,43	0,61	1,13	1,05	1,33	0,68	1,15	1,18	1,32	0,91	1,00	1,15	0,81
50 m	0,44	0,78	0,68	0,61	0,98	0,822	0,71	0,40	0,52	0,99	0,97	0,89	0,75	0,84	0,93	0,78	0,82	0,81	1,00	0,81
100 m	0,52	0,80	0,59	0,47	0,85	0,718	1,40	0,29	0,52	0,87	0,97	0,96	0,95	0,87	0,80	0,73	0,78	0,72	0,66	0,62
200 m	0,30	0,76	0,57	0,51	0,85	0,716	0,64	0,30	0,48	0,95	0,97	0,70	0,82	0,95	0,63	0,91	0,67	0,77	0,61	0,60
300 m	0,48	0,75	0,56	0,49	0,85	0,692	0,73	0,35	0,45	0,99	1,21	0,66	0,79	0,89	0,67	0,71	0,66	0,96	0,66	0,65
350 m	0,54	0,93	0,72	0,68	0,85	0,672	0,67	0,32	0,46	0,97	1,15	0,69	0,82	0,79	0,77	0,88	0,77	0,97	0,65	0,66
z. euf.	0,64	1,12	0,77	0,79	1,07	0,937	1,03	0,59	1,06	1,31	1,68	1,32	1,46	1,31	1,22	1,31	1,48	1,28	1,32	0,92
z. af.	0,43	0,89	0,67	0,63	0,81	0,713	0,80	0,37	0,80	0,94	1,02	1,14	0,56	0,85	1,15	0,81	1,13	0,75	0,88	0,61

I dati della tabella sono graficamente sintetizzati nelle figure 4.14, 4.15, 4.16 e 4.17, rispettivamente relative a seston, Carbonio Organico Totale (TOC), Carbonio Organico Particellato (POC) ed Azoto Organico Particellato (PON). Come già in passato, tutti i

parametri relativi al ciclo del carbonio organico presentano un gradiente verticale di concentrazione più marcato per la componente particellata. La variabilità stagionale di tutti i parametri considerati è molto marcata negli strati superficiali e tende a smorzarsi negli strati profondi della colonna d'acqua, dove i picchi sono generalmente di entità minore.

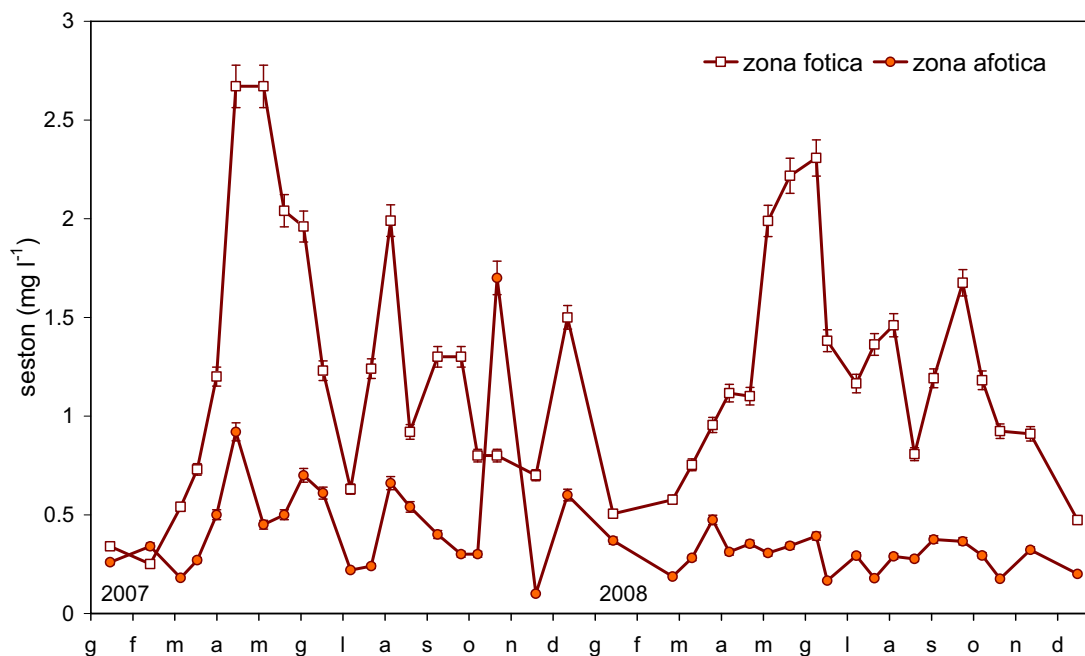


Fig. 4.14. Concentrazione di seston nella zona fotica ed afotica del Lago Maggiore nel corso del 2008, a confronto con la concentrazione del 2007. Le barre verticali rappresentano la deviazione standard.

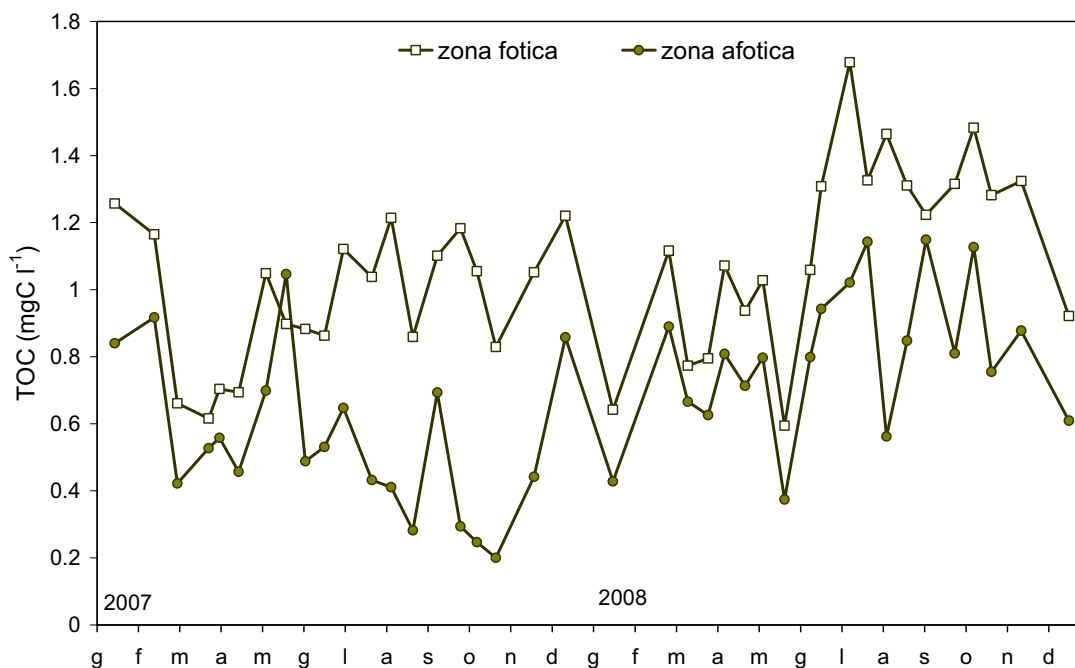


Fig. 4.15. Concentrazione di Carbonio Organico Totale (TOC) nella zona fotica ed afotica del Lago Maggiore nel corso del 2008, a confronto con la concentrazione del 2007. Errore analitico: CV = 2 %.

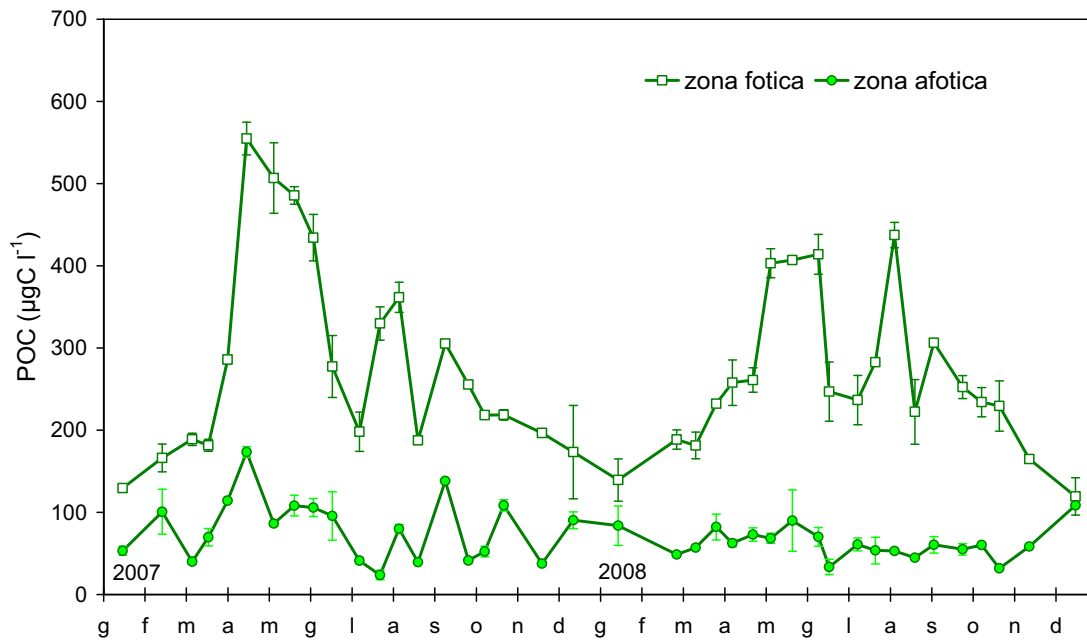


Fig. 4.16. Concentrazione di Carbonio Organico Particellato (POC) nella zona fotica ed afotica del Lago Maggiore nel corso del 2008, a confronto con la concentrazione del 2007. Le barre verticali rappresentano la deviazione standard.

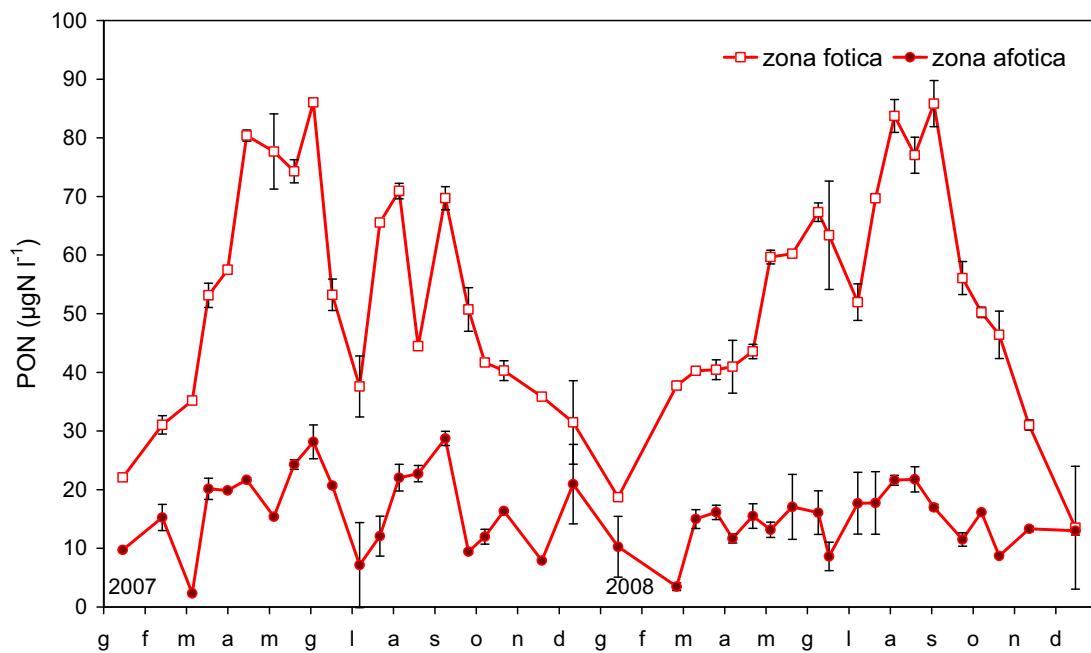


Fig. 4.17. Concentrazione di Azoto Organico Particellato (PON) nella zona fotica ed afotica del Lago Maggiore nel corso del 2008, a confronto con la concentrazione del 2007. Le barre verticali rappresentano la deviazione standard.

Il confronto dei dati del 2008 relativi alla concentrazione dei diversi parametri sopra elencati con quelli del 2007 permette di constatare che nessuna variabile ha mostrato

una variazione di concentrazione tale da far pensare ad importanti modificazioni del comparto della sostanza organica nel periodo di studio.

Date le concentrazioni relativamente modeste di TOC e POC reperite anche nei periodi più produttivi (mesi primaverili ed estivi), si tratta di un risultato confortante perchè viene consolidata la valutazione di oligotrofia del Lago Maggiore. In effetti, la concentrazione di sostanza organica disciolta e particellata costituisce un valido proxy dello stato trofico di un lago perchè un eventuale incremento della produttività lacustre non può che esitare in un incremento di sostanza organica.

4.2.2. Distribuzione orizzontale

Con il 2008 si è pure iniziato lo studio sistematico della distribuzione spaziale dei parametri di base del ciclo del carbonio organico. Scopo di questa parte della ricerca è di pervenire ad una valutazione, per il Lago Maggiore, dell'eterogeneità spaziale delle variabili che hanno un ruolo rilevante nella catena alimentare microbica. Questa informazione ha un elevato valore diagnostico perché consente, in un ambiente sottoposto a forte pressione antropica lungo tutto il suo perimetro, di evidenziare precocemente la collocazione areale di eventuali fenomeni degenerativi della qualità del lago e, quindi, di avviare indagini mirate alla localizzazione territoriale delle cause del fenomeno degenerativo.

Benché sia da tempo accertata l'esistenza di una eterogeneità spaziale rilevante nei mari e negli oceani, nei corpi idrici relativamente piccoli come i sistemi delle acque interne l'eterogeneità spaziale è spesso trascurata o studiata solamente per la frazione planctonica, dotata di una certa mobilità in risposta, per esempio, a stimoli luminosi. Tuttavia anche in ambienti di modeste dimensioni l'eterogeneità spaziale è tutt'altro che trascurabile (Downing, 1991). In particolare nel Lago Maggiore è stato dimostrato, valutando su scala stagionale e per due anni la distribuzione spaziale del carbonio organico particellato e disciolto nonché della frazione picoplanctonica, che le acque epilimniche non si possono, particolarmente nelle stagioni di maggior produzione, considerare omogenee per quanto riguarda queste variabili (Bertoni *et al.*, 2004).

La variabilità nella distribuzione spaziale di seston TOC, POC e PON è stata studiata nell'agosto 2008, effettuando una serie di campionamenti in 27 stazioni, distribuite lungo l'intero bacino lacustre. In particolare, sono state individuate 12 stazioni pelagiche e 15 stazioni litorali, queste ultime posizionate in corrispondenza dell'isobata dei 25 metri (Fig. 4.4, cap. 4.1). I campionamenti sono stati effettuati utilizzando un campionatore integratore che preleva un singolo campione integrato nello strato 0-20 m (Brev. M196A000121) e che può essere, quindi, considerato rappresentativo della zona fotica del Lago Maggiore.

La distribuzione del seston (Fig. 4.18) mostra una differenza di concentrazione tra le porzioni settentrionali e meridionali del lago ove mediamente la concentrazione è di 2.235 mg l^{-1} , valore circa doppio rispetto a quello del bacino nord. È inoltre presente un picco di concentrazione nella zona litorale prossima ad Intra che, tuttavia, essendo molto localizzato, potrebbe essere imputabile a situazioni transitorie, quali, ad esempio, opere di sistemazione di tratti terminali di alvei fluviali. Il prosieguo delle indagini consentirà di chiarire se questo è il caso o se esistano specifici fenomeni locali responsabili della distribuzione osservata. C'è da ricordare che la concentrazione di questa variabile è fortemente condizionata dagli apporti di particellato inorganico fine

dal bacino imbrifero. Era quindi da attendersi che la sua variabilità fosse modesta all'epoca del campionamento, effettuato in un periodo di assenza di precipitazioni.

La distribuzione del TOC, presentata in figura 4.19, evidenzia una modesta diversità spaziale con una concentrazione media di $0,99 \text{ mg C l}^{-1}$. C'è da ricordare, a questo proposito, che il TOC è per la maggior parte costituito da sostanza organica disciolta che, quindi, possiede una elevata diffusibilità. Va sottolineato che, anche se apparentemente ci sono concentrazioni più elevate nella parte settentrionale del bacino che successivamente si riducono per aumentare nuovamente nella porzione più meridionale del lago, si tratta in realtà di variazioni modeste. L'escursione di concentrazione del TOC è infatti solamente di $0,18 \text{ mg C l}^{-1}$.

Più eterogenea risulta essere la distribuzione spaziale del POC (Fig. 4.20) che presenta un marcato gradiente di concentrazione crescente lungo l'asse nord-sud del lago (nord: $380 \mu\text{g l}^{-1}$; sud: $471 \mu\text{g l}^{-1}$), in accordo con quanto emerso dall'esame del seston. Il POC nel Lago Maggiore è di origine prevalentemente autoctona perchè è sempre risultato fortemente correlato ai popolamenti fitoplanctonici (Bertoni & Callieri, 1992). Il gradiente di concentrazione osservato potrebbe essere il risultato di una differenza di produttività tra le porzioni settentrionali e meridionali del lago che rifletterebbe il gradiente nella concentrazione di clorofilla precedentemente illustrato (Fig. 4.6, cap. 4.1).

La distribuzione spaziale del PON (Fig. 4.21) rivela anch'essa l'esistenza di un gradiente di concentrazione crescente nord-sud (nord: $94 \mu\text{g l}^{-1}$; sud: $102 \mu\text{g l}^{-1}$) ed inoltre una differenza statisticamente significativa tra stazioni pelagiche e litorali (t test $p < 0,001$) non evidente per gli altri parametri. Questa distribuzione del PON, indice della ricchezza in azoto organico della frazione particellata, può indicare una composizione diversa del particellato, più ricco in azoto nelle stazioni pelagiche. Fanno eccezione le due stazioni litorali prossime ai torrenti Boesio e Bardello.

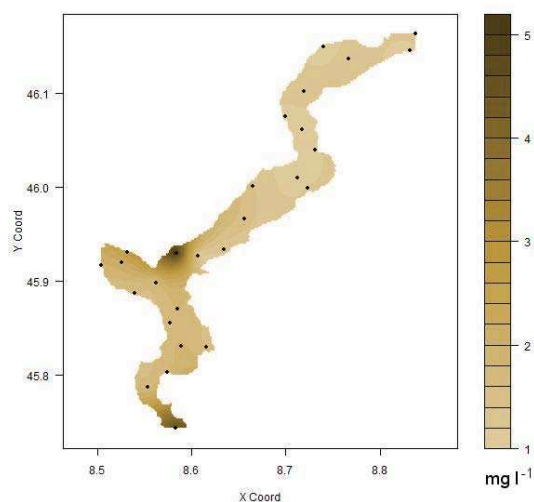


Fig. 4.18. Distribuzione spaziale del seston (mg l^{-1}) nell'Agosto 2008.

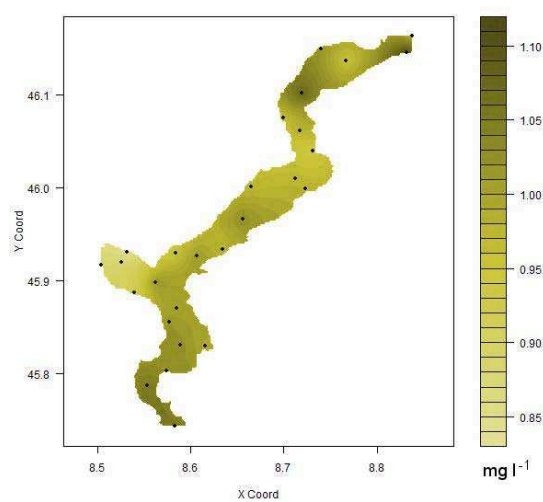


Fig. 4.19. Distribuzione spaziale del TOC (mg l^{-1}) nell'Agosto 2008.

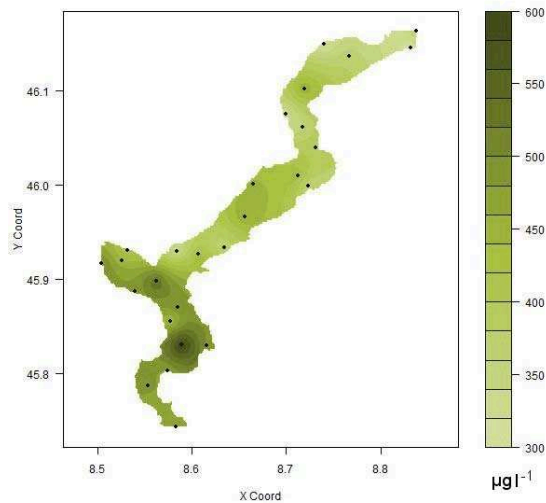


Fig. 4.20. Distribuzione spaziale del POC ($\mu\text{g l}^{-1}$) nell'Agosto 2008.

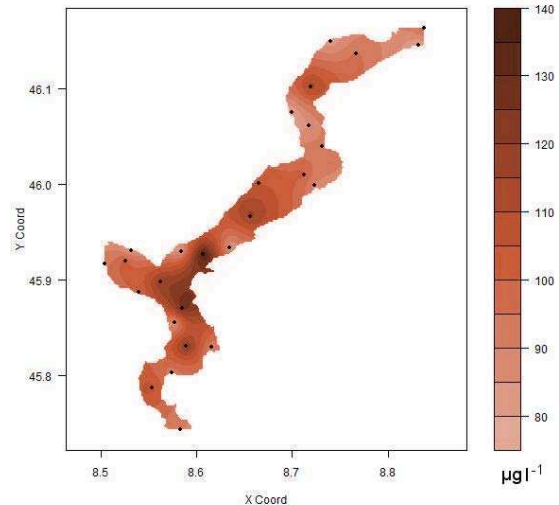


Fig. 4.21. Distribuzione spaziale del PON ($\mu\text{g l}^{-1}$) nell'Agosto 2008.

In conclusione, lo studio della distribuzione spaziale delle variabili legate al ciclo del carbonio organico ha confermato l'esistenza di una certa eterogeneità nella loro distribuzione, da considerare anche alla luce delle caratteristiche termiche del bacino del Lago Maggiore, già illustrate nel capitolo precedente. Degni di nota sono i seguenti risultati:

- la concentrazione di TOC risulta piuttosto omogenea lungo l'asse del lago, pur mostrando variazioni locali di modesta entità;
- le concentrazioni del seston, del POC e del PON presentano un evidente gradiente crescente da nord a sud supportando l'ipotesi di una maggior produttività della porzione meridionale del lago. A determinare questa fenomenologia potrebbe concorrere anche la più elevata temperatura delle acque meridionali del lago, oltre che, ovviamente, l'accumulo verso valle di nutrienti veicolati dai tributari.
- le stazioni della parte centrale del lago, tra le quali è inclusa quella di Ghiffa storicamente assunta come rappresentativa dell'intero corpo d'acqua, nel periodo della ricerca hanno comunque mostrato caratteristiche prossime a quelle medie dell'intero lago.

BIBLIOGRAFIA

- Bertoni, R. & C. Callieri. 1992. Organic carbon trend during the oligotrophication of Lago Maggiore. In: R. de Bernardi, R. Pagnotta and A. Pugnetti (Eds), *Strategies for lake ecosystems beyond 2000. Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 52: 191-205.
- Bertoni, R., R. Piscia & C. Callieri. 2004. Horizontal heterogeneity of seston, organic carbon and picoplankton in the photic zone of Lago Maggiore, Northern Italy. *J. Limnol.*, 63(2): 244-249.
- Downing, J.A. 1991. Biological and physical heterogeneity in lakes. In: J. Kolasa and S. Pickett (Eds), *Ecological heterogeneity*. Springer-Verlag, New York: 160-180.