

### 3.4. Carbonio organico e popolamenti batterici eterotrofi

Le concentrazioni di carbonio organico totale misurate lungo la colonna d'acqua nel corso dell'anno sono presentate nella tabella 3.4 insieme ai valori medi relativi alla zona eufotica (0-20 m) ed afotica (20-350 m). Nella stessa tabella sono pure sintetizzati i valori relativi alla frazione particellata del carbonio organico e al particolato totale (seston). Sono pure riportate le densità del popolamento batterico misurate nel corso dell'anno.

I dati della tabella sono graficamente sintetizzati nelle figure 3.4a, 3.4b, 3.4c e 3.4d, rispettivamente relative a Seston, Carbonio Organico Totale (TOC), Carbonio Organico Particellato (POC) e densità del popolamento batterico eterotrofo. Dal loro esame è evidente l'esistenza nel Lago Maggiore di un cospicuo gradiente verticale di concentrazione di tutti i parametri relativi al ciclo del carbonio organico. In particolare negli strati superficiali è presente una variabilità stagionale evidente, che tende a scomparire negli strati profondi della colonna d'acqua.

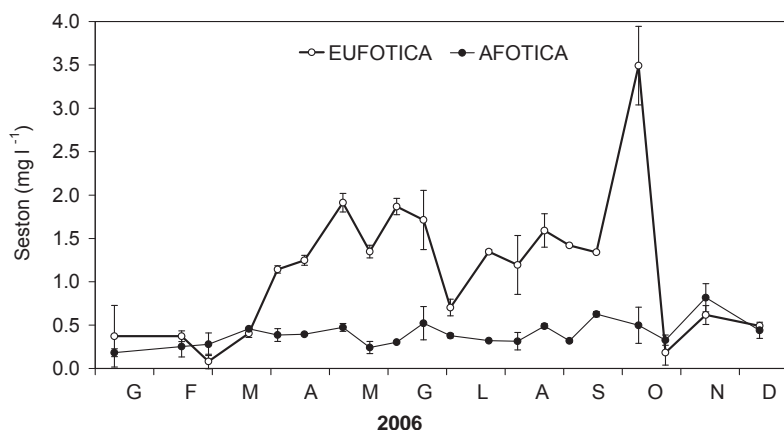


Fig. 3.4a. Concentrazione di Seston nella zona eufotica ed afotica del Lago Maggiore nel corso del 2006. Le barre verticali rappresentano la deviazione standard.

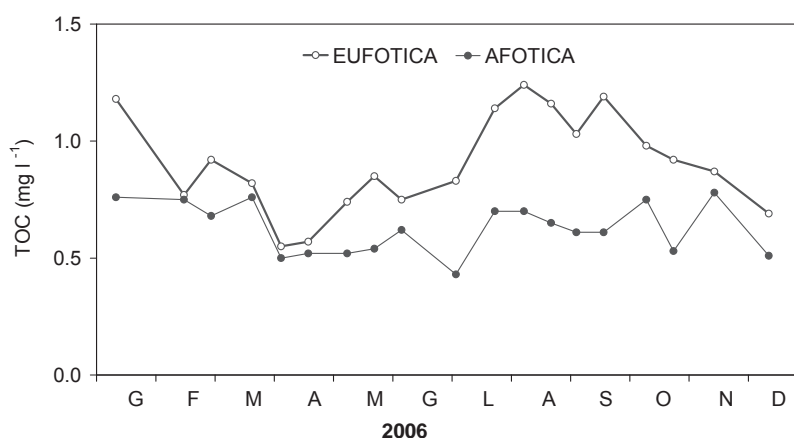


Fig. 3.4b. Concentrazione di Carbonio Organico Totale (TOC) nella zona eufotica ed afotica del Lago Maggiore nel corso del 2006. Errore analitico: CV = 2 %.

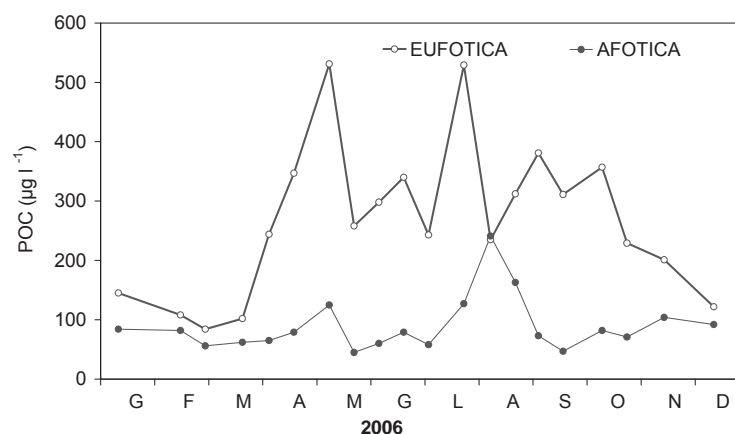


Fig. 3.4c. Concentrazione di Carbonio Organico Particellato (POC) nella zona euphotica ed afotica del Lago Maggiore nel corso del 2006. Errore analitico: CV = 2 – 4 %.

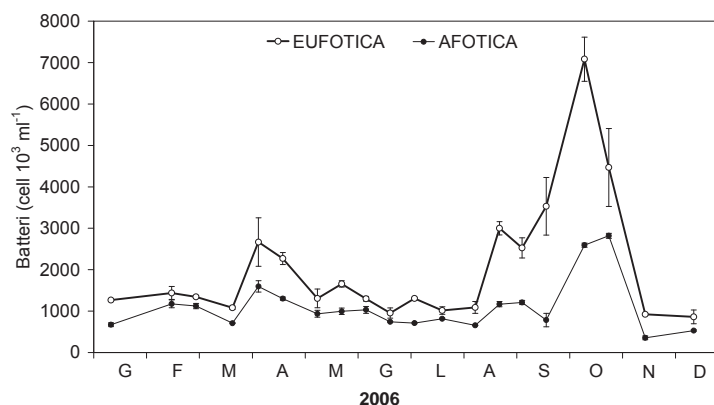


Fig. 3.4d. Densità del popolamento batterico nella zona euphotica ed afotica del Lago Maggiore nel corso del 2006. Le barre verticali rappresentano la deviazione standard.

Considerando in particolare la zona euphotica, quella cioè biologicamente più attiva, dalla figura 3.4e, dove è presentata l'evoluzione della concentrazione di TOC in questi strati nel corso del 2006 confrontata la corrispondente concentrazione media mensile negli anni 1999 - 2005, si può constatare che la concentrazione di questo parametro si è collocata, in generale, su valori compresi nell'ambito di variabilità del periodo di confronto. In primavera, in Aprile, la concentrazione di TOC è risultata inferiore rispetto agli anni precedenti, superando di poco il valore di  $0,5 \text{ mg l}^{-1}$ . Nei mesi estivi la concentrazione di TOC si è mantenuta comunque su valori di poco superiori al  $\text{mg l}^{-1}$ , con un picco estivo ad inizio Agosto di  $1,22 \text{ mg l}^{-1}$  nella zona euphotica, forse in relazione con il decadimento della fioritura di *Anabaena lemmermannii* che, sia pur con minor importanza rispetto al 2005, ha interessato il Lago Maggiore tra Giugno e Luglio.

Esaminando l'evoluzione stagionale della frazione particellata (POC) nella zona euphotica del Lago Maggiore, si vede (Fig. 3.4f) come questa nel 2006 abbia assunto valori piuttosto elevati in Maggio e Luglio, al culmine delle fioriture primaverili ed estive. Come emerge dal confronto con i dati del periodo di riferimento, si tratta di valori abbastanza elevati. Il picco primaverile, probabilmente, è da mettere in relazione con le fioriture algali tardo primaverili che le peculiarità climatiche dei primi mesi del

2006 hanno ritardato ma non disincentivato, fatto questo forse in relazione con la completa omogeneizzazione della massa lacustre raggiunta nei mesi invernali.

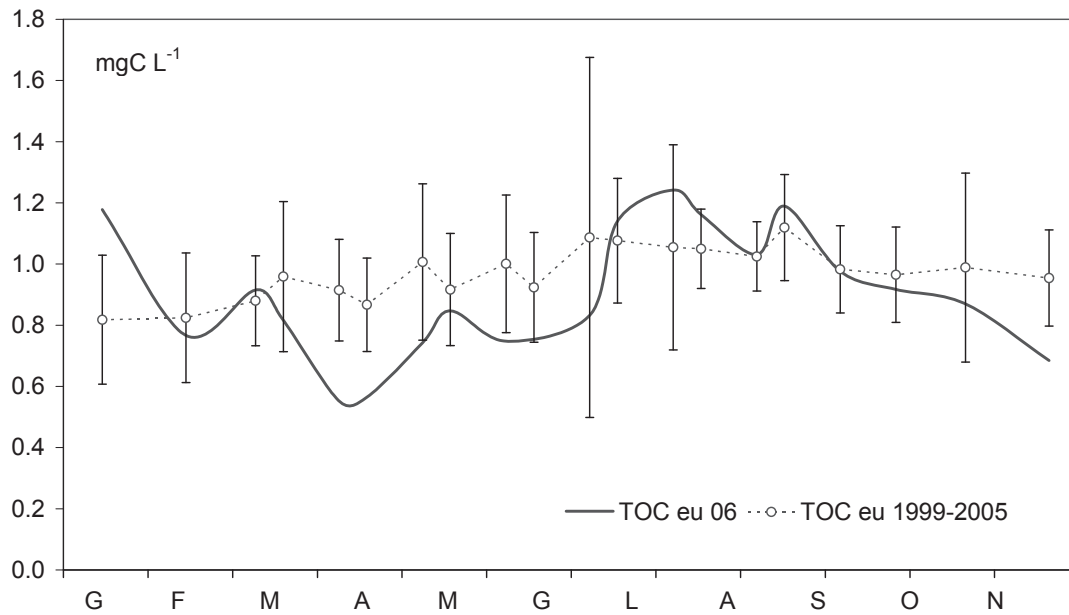


Fig. 3.4e. Valori della concentrazione di carbonio organico totale (TOC:  $\text{mg l}^{-1}$ ) nella zona euphotica del Lago Maggiore: confronto con il periodo 1999–2005 (le barre verticali rappresentano la deviazione standard delle medie mensili).

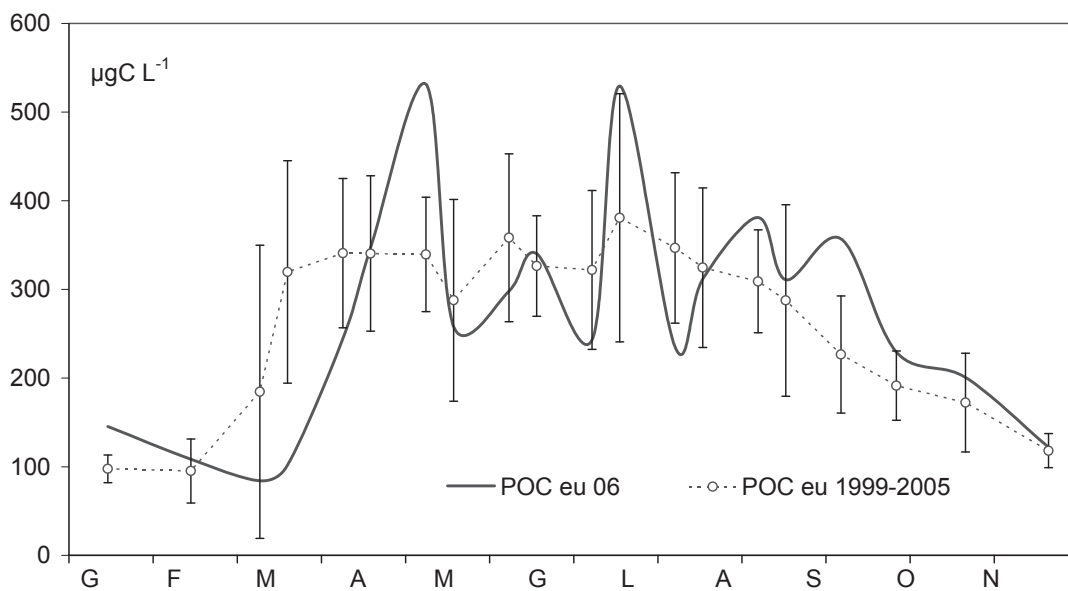


Fig. 3.4f. Valori della concentrazione del POC (carbonio organico particellato con dimensioni  $>1,2 \mu\text{m}$ ) nella zona euphotica del Lago Maggiore: confronto con il periodo 1999–2005 (le barre verticali rappresentano la deviazione standard delle medie mensili).

Tab. 3.4. Concentrazioni di seston, carbonio organico particolato (POC), carbonio organico totale (TOC) e densità del popolamento batterico eterotrofo (CMD) misurate nel Lago Maggiore nel corso del 2006.

	11/1	15/2	1/3	21/3	6/4	20/4	10/5	26/5	7/6	21/6	7/7	25/7	9/8	23/8	5/9	19/9	11/10	25/10	15/11	13/12	
<b>2006</b>																					
<b>Seston mg l<sup>-1</sup></b>																					
zona eufotica	0,37	0,37	0,08	0,41	1,14	1,25	1,91	1,35	1,87	1,71	0,70	1,35	1,19	1,59	1,42	1,34	3,49	0,18	0,62	0,49	
zona afotica	0,18	0,25	0,28	0,46	0,39	0,40	0,47	0,24	0,30	0,52	0,38	0,32	0,31	0,49	0,32	0,63	0,50	0,33	0,82	0,44	
<b>POC µg l<sup>-1</sup></b>																					
zona eufotica	145	108	84	102	244	347	531	258	298	340	243	529	235	312	381	311	357	229	201	122	
zona afotica	844	82	56	62	65	79	125	45	60	79	58	127	241	163	73	47	82	71	104	92	
<b>TOC mg l<sup>-1</sup></b>																					
20 m	0,61	0,57	0,71	0,73	0,54	0,48	0,55	0,57	0,49	0,44	0,44	0,76	0,61	0,67	0,77	0,75	0,76	0,65	0,83	0,64	
50 m	0,60	0,58	0,65	0,66	0,48	0,35	0,48	0,58	0,41	0,35	0,35	0,51	0,58	0,35	0,50	0,66	0,58	0,57	0,73	0,52	
100 m	0,51	0,58	0,66	0,68	0,50	0,41	0,48	0,44	0,41	0,50	0,50	0,64	0,58	0,51	0,51	0,51	0,71	0,52	0,72	0,57	
200 m	0,53	0,60	0,70	0,70	0,51	0,69	0,46	0,41	0,48	0,59	0,59	0,59	0,57	0,50	0,50	0,57	0,71	0,58	0,78	0,69	
300 m	0,55	0,64	0,72	0,72	0,83	0,43	0,43	0,51	0,43	0,84	0,84	0,66	0,70	0,44	0,44	0,66	0,64	0,52	0,77	0,58	
350 m	0,55	0,62	0,69	0,69	0,71	0,41	0,50	0,47	0,40	0,64	0,64	0,69	0,65	0,47	0,50	0,62	0,94	0,56	0,67	0,55	
zona eufotica	1,18	0,77	0,92	0,82	0,55	0,57	0,74	0,85	0,75	0,83	1,14	1,14	1,24	1,16	1,03	1,19	0,98	0,92	0,87	0,69	
zona afotica	0,76	0,75	0,68	0,76	0,50	0,52	0,52	0,54	0,62	0,43	0,43	0,70	0,70	0,65	0,61	0,61	0,75	0,53	0,78	0,51	
<b>CMD</b>																					
<b>cell 10<sup>6</sup> ml<sup>-1</sup></b>																					
zona eufotica	1,27	1,44	1,34	1,08	2,67	2,27	1,31	1,66	1,30	0,96	1,31	1,02	1,09	3,00	2,53	3,53	7,08	4,47	0,92	0,86	
zona afotica	0,67	1,18	1,12	0,71	1,60	1,30	0,94	1,00	1,03	0,74	0,71	0,82	0,66	1,17	1,21	0,78	2,59	2,82	0,36	0,53	

Passando a valutare i risultati relativi ai popolamenti batterici eterotrofi (Fig. 3.4g), la loro abbondanza ha presentato come di consueto una maggiore variabilità nella zona eufotica dove l'influenza dei cambiamenti climatici stagionali e le dinamiche del fitoplancton, la principale fonte autoctona di carbonio organico, e dello zooplancton si fanno sentire maggiormente.

Esaminando in particolare l'evoluzione temporale del popolamento batterico nel 2006 in questi strati d'acqua, presentata nel grafico in figura 3.4g, è evidente che il popolamento batterico è stato caratterizzato da densità inferiori rispetto al periodo di confronto con l'eccezione del mese di Ottobre quando si sono contate fino a 7 milioni di cell ml<sup>-1</sup>.

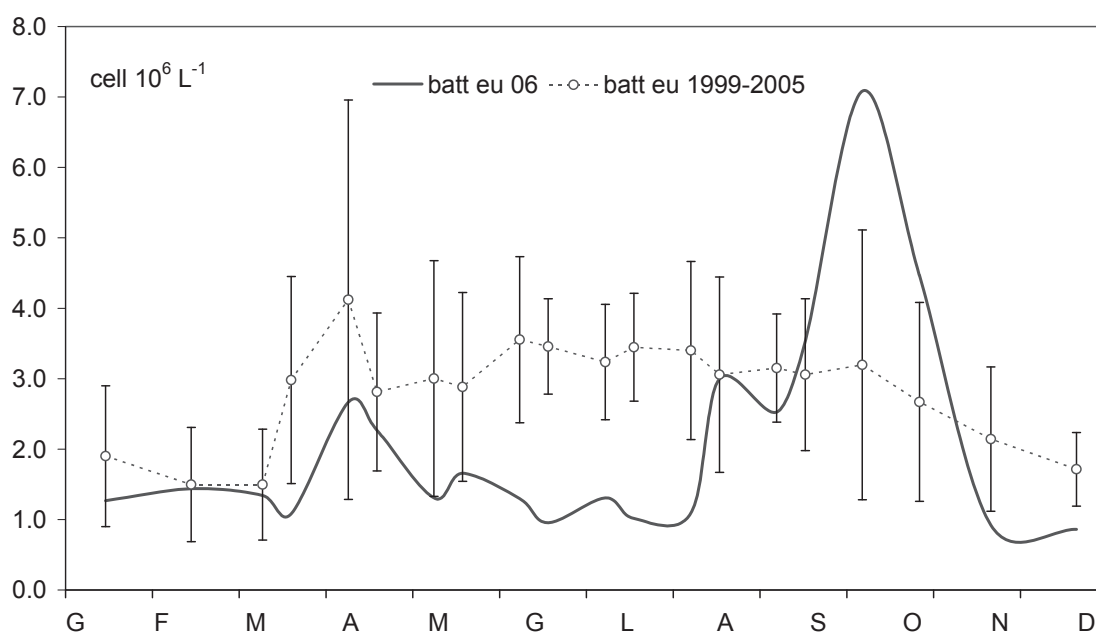


Fig. 3.4g. Variazione del numero totale di batteri nella zona eufotica del Lago Maggiore: confronto con il periodo 1999–2005 (le barre verticali rappresentano la deviazione standard delle medie mensili).

È da segnalare che il cospicuo picco di densità batterica del mese di Ottobre nella zona eufotica è stato affiancato da un parallelo notevole incremento dell'abbondanza di batteri nella zona afotica ove si sono contate fino a 2,8 milioni di cellule ml<sup>-1</sup>.

Come già nello scorso anno si è effettuato un confronto statistico dei volumi medi cellulari dei due morfotipi cocchi e bacilli. Si è ricorsi ad una trasformazione dei dati di biovolume con una funzione di smoothing esponenziale (Statistica6: time series forecasting) che permette di ridurre la "stagionalità" dei dati. In figura 3.4h sono presentati i dati di biovolume cellulare batterico così trasformati. L'analisi statistica effettuata su di essi ha mostrato che esiste una differenza significativa con  $P < 0,01$  tra la zona eufotica ed afotica. Anche nel 2006 in quest'ultima zona i batteri sono risultati significativamente più grandi. Come già detto, questa differenza può dipendere dalle condizioni fisico-chimiche delle acque ipolimnetiche, dove la temperatura può limitare la duplicazione e dove il substrato organico è in concentrazione inferiore ed è più refrattario, nonché da una pressione di grazing dimensionalmente selettiva, da parte

della frazione più grande del microzooplancton, che potrebbe controllare la struttura della comunità batterica nella zona eufotica.

In conclusione lo studio dei popolamenti batterici ha mostrato che i batteri sono numericamente più abbondanti nella zona eufotica rispetto alla zona afotica ma che, tuttavia, i popolamenti che vivono in profondità sono significativamente più grandi. Infine, il notevole incremento numerico del popolamento batterico in Ottobre, popolamento che risulta anche costituito da cellule di maggiori dimensioni sia negli strati superficiali che in quelli profondi, potrebbe essere imputabile ad un input alloctono poiché si sono avute cospicue piogge in Agosto e Settembre. Però in assenza di una analisi qualitativa, certamente auspicabile per il futuro, dei popolamenti batterici non è però possibile confermare tale ipotesi.

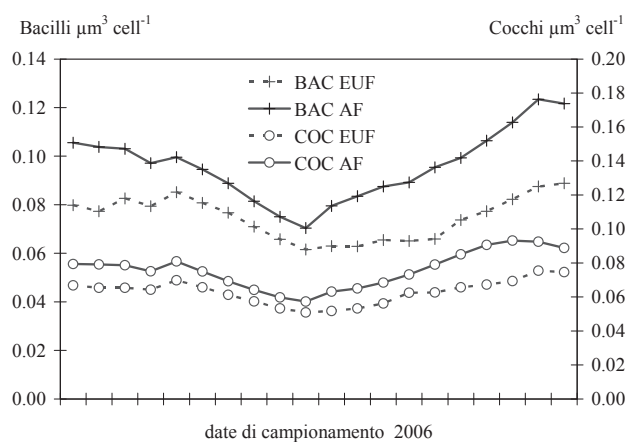


Fig. 3.4h. Variazione del biovolume medio cellulare dei batteri (dati smoothed), suddivisi nei morfotipi a cocco e bacillo nella zona eufotica ed afotica del Lago Maggiore nel corso del 2006.