

## 2.3. Apporti chimici dai tributari

### 2.3.1. Caratteristiche chimiche e chimico fisiche

Lo studio delle caratteristiche chimiche dei 14 principali tributari del Lago Maggiore e del Ticino emissario sono state effettuate nel 2007 con frequenza mensile. I valori medi annui delle variabili principali sono riportati in tabella 2.3.1 e confermano quanto già evidenziato nelle indagini degli anni precedenti per quanto riguarda il chimismo di base dei corsi d'acqua (pH, conducibilità, alcalinità). La maggior parte di essi sono infatti impostati in bacini composti prevalentemente da rocce ignee (Cannobino, Verzasca, Maggia, S. Giovanni, S. Bernardino, Strona, Erno e Giona) e sono di conseguenza caratterizzati da bassi valori medi di pH, alcalinità totale e conducibilità: i valori nel 2007 sono risultati compresi tra 6,9 e 7,7 unità di pH, 0,2 e 0,5 meq l<sup>-1</sup> e 47 e 152 μS cm<sup>-1</sup> a 20 °C rispettivamente. I tributari che drenano invece areali in gran parte costituiti da rocce sedimentarie (Vevera, Tresa) mostrano valori più elevati delle stesse variabili (7,8-8,1 unità di pH, 1,8-1,9 meq l<sup>-1</sup> e 215-250 μS cm<sup>-1</sup>). Il Toce (bacino Ossola) ed il Ticino immissario sono caratterizzati da valori intermedi sia di pH (7,5 e 7,8) che di alcalinità (0,9 e 1,0 meq l<sup>-1</sup>). I valori massimi di alcalinità e conducibilità caratterizzano le acque di Boesio e Bardello (5,8 e 3,4 meq l<sup>-1</sup> e 780 e 440 μS cm<sup>-1</sup> rispettivamente), a causa di scarichi ad alto tenore di bicarbonati e di sali che interessano i due corsi d'acqua.

Tab. 2.3.1. Valori medi annuali delle principali variabili chimiche e chimico-fisiche sui tributari e sull'emissario del Lago Maggiore campionati nel 2007.

	sigla	pH	T.A. meq l <sup>-1</sup>	Cond. μS cm <sup>-1</sup>	N-NH <sub>4</sub> mg N l <sup>-1</sup>	N-NO <sub>3</sub> mg N l <sup>-1</sup>	N <sub>org</sub> mg N l <sup>-1</sup>	TN mg N l <sup>-1</sup>	TP μg P l <sup>-1</sup>	RSi mg Si l <sup>-1</sup>
<b>Tributari lombardi</b>										
Boesio	(BOE)	7,97	5,82	776	0,37	3,13	1,17	4,67	407	3,1
Bardello	(BAR)	8,04	3,39	437	0,28	2,06	0,82	3,16	488	2,0
Tresa (a)	(TRE)	8,13	1,84	214	0,14	1,06	0,25	1,45	36	0,7
Giona	(GIO)	7,59	0,46	101	0,02	1,06	0,10	1,18	31	4,4
<b>Tributari piemontesi</b>										
Vevera	(VEV)	7,78	1,87	247	0,15	2,93	0,17	3,25	53	5,4
Strona	(STR)	7,60	0,49	118	0,04	1,50	0,10	1,64	30	3,3
Toce Ossola	(TOC)	7,50	0,90	193	0,06	0,74	0,06	0,87	23	2,6
San Giovanni	(SGI)	7,45	0,29	65	0,01	1,23	0,10	1,34	10	4,7
Erno	(ERN)	7,49	0,41	145	0,03	1,63	0,16	1,83	35	4,5
San Bernardino	(SBE)	7,60	0,46	61	0,01	1,11	0,07	1,18	4	3,4
Cannobino	(CAN)	7,35	0,26	47	0,01	0,67	0,09	0,77	7	3,7
<b>Tributari svizzeri</b>										
Maggia	(MAG)	7,71	0,46	69	0,01	0,83	0,09	0,94	6	3,0
Ticino immissario	(TIM)	7,78	1,06	263	0,02	0,84	0,09	0,95	7	2,4
Verzasca	(VER)	6,91	0,25	46	0,01	0,81	0,12	0,94	7	2,7
<b>Emissario</b>										
Ticino emissario	(TEM)	8,19	0,82	147	0,01	0,70	0,15	0,86	10	0,6

(a) Comprensivo delle acque emissarie del Lago di Lugano e del T. Margorabbia

Nel caso di acque emissarie, come per Ticino (Lago Maggiore), Tresa (Lago di Lugano) e Bardello (Lago di Varese), i valori di pH e le loro variazioni interannuali, oltre che dalle caratteristiche litologiche dei bacini, dipendono dai processi a lago. Come si può osservare in figura 2.3.1a che riporta l'andamento dei valori mensili di pH nei tre corsi d'acqua menzionati durante l'ultimo quinquennio, le oscillazioni appaiono molto più marcate nel caso del Ticino emissario, con massimi estivi e minimi invernali accentuati, analoghi a quelli registrati nelle acque epilimniche del Lago Maggiore. Le acque del Tresa presentano oscillazioni meno marcate, anche se più evidenti nel 2006 e nel 2007 rispetto agli anni precedenti. Infine nel Bardello i valori di pH, che, come già accennato, sono influenzati anche dalla presenza di scarichi non sufficientemente depurati, i valori di pH si mantengono stabilmente compresi tra 7,7 e 8,2 (Fig. 2.3.1a).

I dati raccolti nel 2007, considerati unitamente a quelli pregressi disponibili per gli stessi corsi d'acqua, confermano una sostanziale stabilità del loro chimismo di base, come dimostra il confronto tra i valori medi annui di pH e alcalinità dell'anno 2007 e quelli del quinquennio precedente (Fig. 2.3.1b). Quasi tutti i corsi d'acqua hanno mostrato un aumento dei valori di alcalinità nel 2007, rispetto al periodo 2002-2006, evidente soprattutto nei torrenti con concentrazioni elevate quali Bardello e Boesio. Questo risultato conferma quanto già osservato negli anni precedenti, cioè una progressiva tendenza all'aumento dei valori di alcalinità, che potrebbe essere attribuita ad una maggior concentrazione di soluti dovuta alle scarse precipitazioni e quindi alle portate ridotte. I valori medi annui di pH nel 2007 sono stati pressoché identici a quelli del quinquennio 2002-2006, ad eccezione di alcuni corsi d'acqua piemontesi (Erno, S. Bernardino, S. Giovanni) che hanno fatto rilevare valori leggermente più elevati nell'anno di studio (Fig. 2.3.1b).

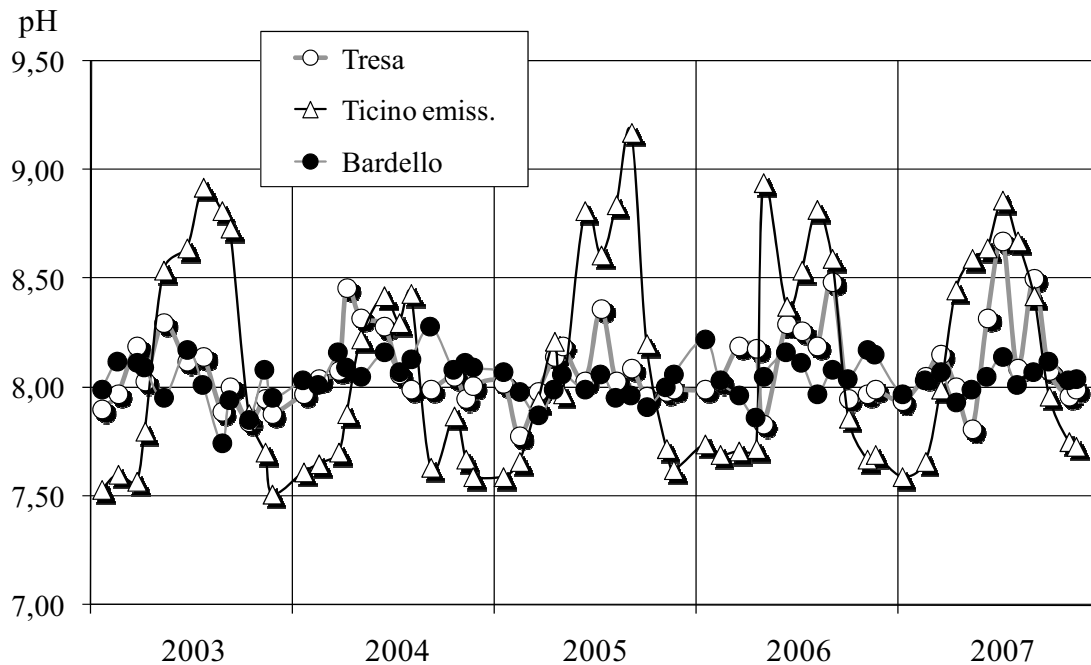


Fig. 2.3.1a. Valori di pH riscontrati nel quinquennio 2003-2007 nelle acque emissarie dei laghi di Lugano (Tresa), Varese (Bardello) e Maggiore (Ticino emissario).

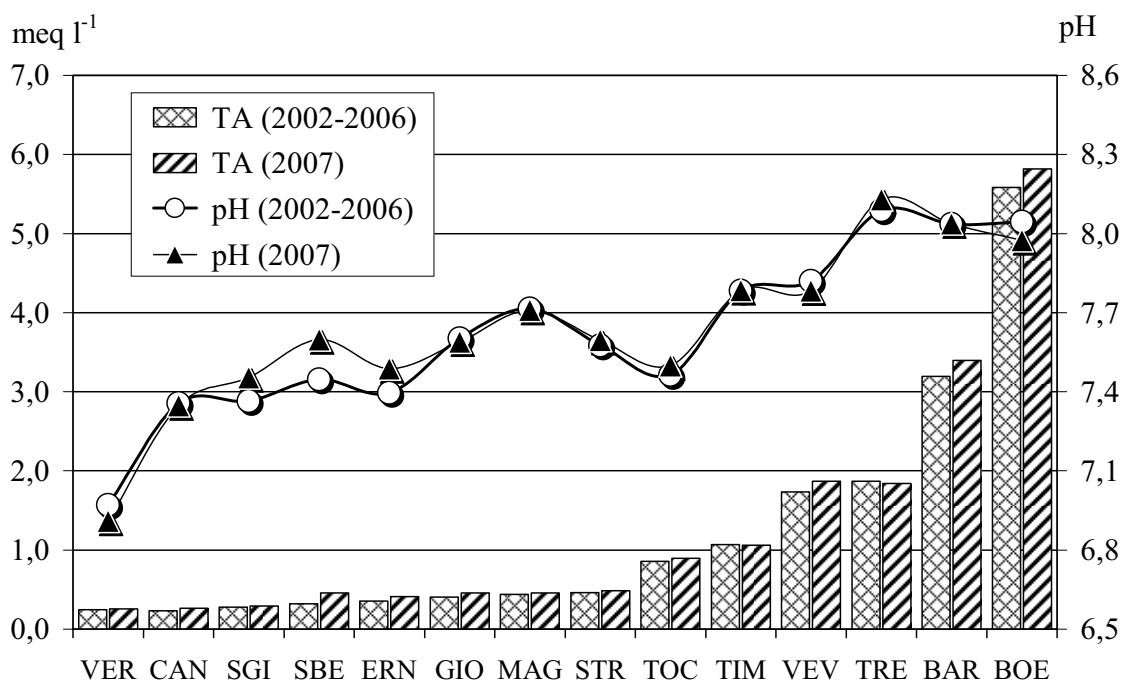


Fig. 2.3.1b. Tributari del Lago Maggiore: valori medi annuali di pH e alcalinità totale relativi al 2007 a confronto con le medie del quinquennio precedente (2002-2006).

Dal punto di vista della qualità delle acque, i torrenti Boesio e Bardello presentano sicuramente la situazione di maggior compromissione, in particolare per quanto riguarda le concentrazioni di fosforo totale (rispettivamente 407 e 488  $\mu\text{g P l}^{-1}$  come valori medi annui). Anche i livelli di azoto ammoniacale (0,37 e 0,28  $\text{mg N l}^{-1}$ ), organico (1,17 e 0,82  $\text{mg N l}^{-1}$ ) e totale (4,67 e 3,13  $\text{mg N l}^{-1}$ ) confermano l'elevato livello di inquinamento di questi immissari (Tab. 2.3.1 e Fig. 2.3.1c). Inoltre tutti i nutrienti considerati hanno presentato nel 2007 concentrazioni maggiori di quelle dell'anno precedente, con l'eccezione dell'azoto ammoniacale che è rimasto pressoché invariato.

I livelli di fosforo totale del Torrente Bardello nel 2007 sono risultati simili a quelli del 2003, cioè ai valori massimi dell'ultimo decennio (Fig. 2.3.1d). Poiché gli interventi di prelievo ipolimnico dal Lago di Varese sono cessati, la situazione del Torrente Bardello non è più imputabile alle sole condizioni idrologiche, ma è da ritenersi indicativa di un incremento negli apporti di reflui civili e/o industriali scarsamente depurati.

Per quanto riguarda gli altri tributari, le concentrazioni di fosforo totale nel 2007 sono risultate inferiori a 10  $\mu\text{g P l}^{-1}$  in 6 corsi d'acqua (S. Giovanni, Ticino immissario, Cannobino, San Bernardino, Maggia, Verzasca), comprese tra 11 e 36  $\mu\text{g P l}^{-1}$  in 4 corsi d'acqua (Tresa, Erno, Toce, Strona) e infine superiori a 50  $\mu\text{g P l}^{-1}$  nei rimanenti 2 tributari (Giona e Vevera) (Fig. 2.3.1e). A differenza di quanto rilevato per Boesio e Bardello, il livello qualitativo dei tributari non ha subito un peggioramento nel 2007 rispetto all'anno precedente, al contrario, i torrenti Giona e Vevera hanno visto una riduzione delle concentrazioni medie di fosforo totale, passate da 71 a 54 e da 62 a 53  $\mu\text{g P l}^{-1}$  rispettivamente. Nel complesso la maggior parte dei corsi d'acqua presenta quindi livelli di fosforo compresi nell'obiettivo di qualità da rispettare per il mantenimento dello stato oligotrofo delle acque lacustri. Una conferma dello stato

qualitativo delle acque viene anche dai livelli medi di azoto ammoniacale (0,14-0,15 per Vevera e Tresa e inferiore a 0,06 mg N l<sup>-1</sup> negli altri corsi d'acqua) ed organico (tra 0,16 e 0,25 per Vevera, Tresa e Erno e inferiore a 0,12 mg N l<sup>-1</sup> in tutti gli altri; Tab. 2.3.1 e Fig. 2.3.1c).

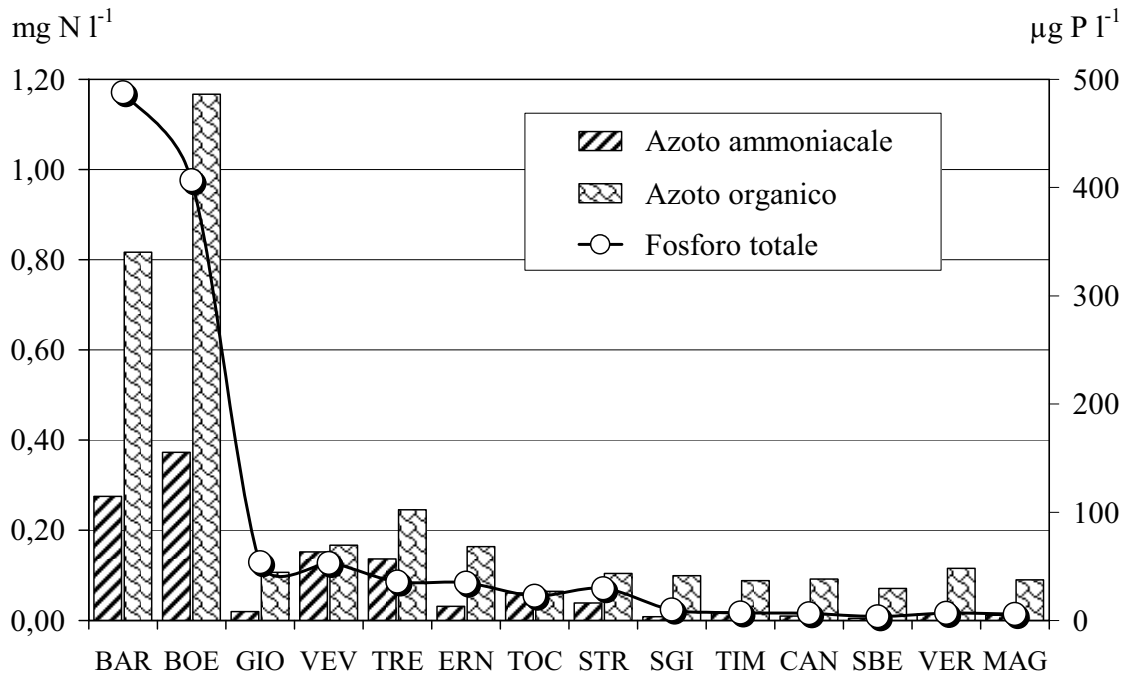


Fig. 2.3.1c. Concentrazioni medie annuali di fosforo totale e d'azoto ammoniacale ed organico misurate nel 2007 sui principali tributari del Lago Maggiore.

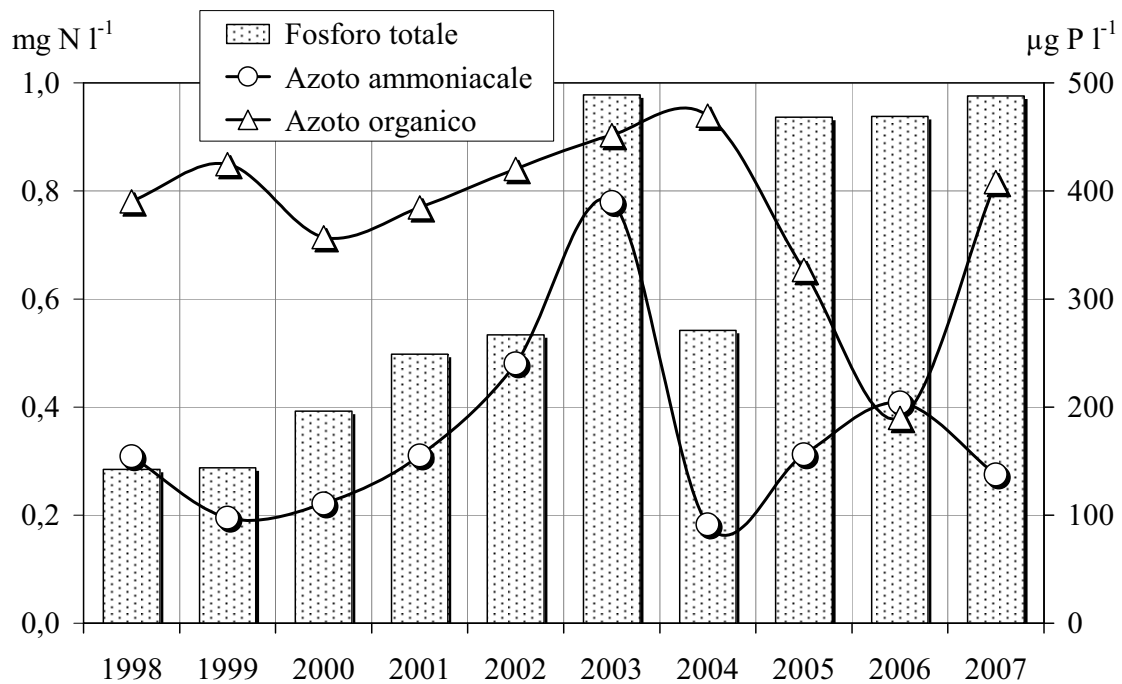


Fig. 2.3.1d. Concentrazioni medie annuali di fosforo totale e d'azoto ammoniacale ed organico misurate dal 1998 al 2007 alla foce del Torrente Bardello.

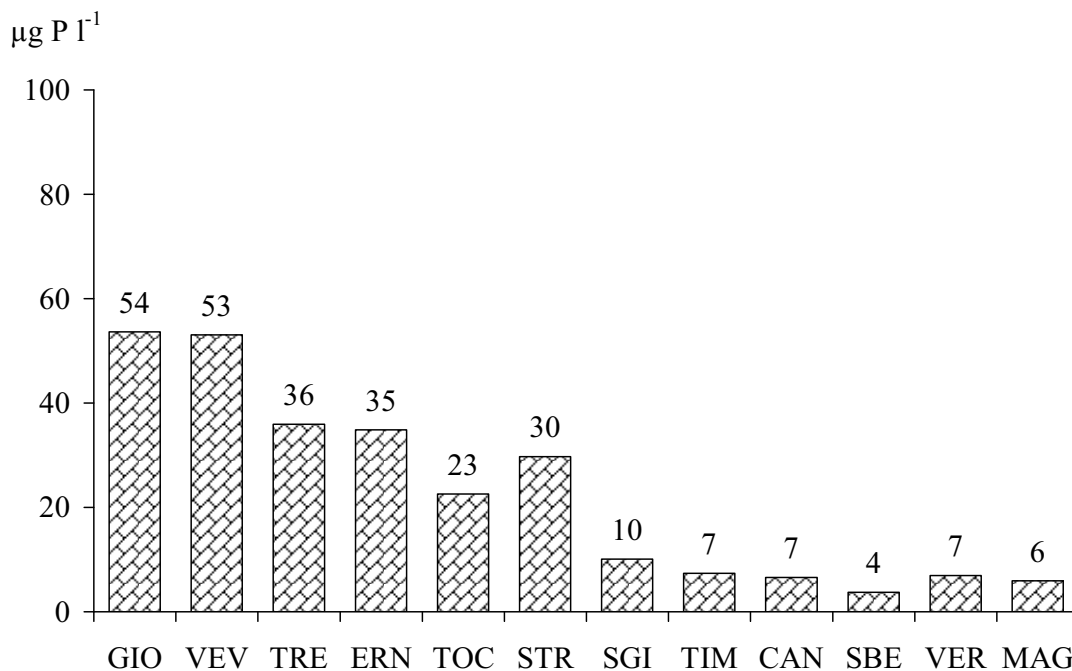


Fig. 2.3.1e. Concentrazioni medie annuali di fosforo totale misurate nel 2007 sui corsi d'acqua campionati ad esclusione di Boesio e Bardello.

La situazione di compromissione media che caratterizza alcuni corsi d'acqua (Giona, Vevera, Tresa ed Erno) deriva dalla presenza nei bacini drenanti di scarichi non sufficientemente depurati.

Le figure 2.3.1f, 2.3.1g e 2.3.1h riportano rispettivamente le concentrazioni medie areali annuali di azoto ammoniacale, azoto organico e fosforo totale. Dall'analisi di tali dati emerge come il livello qualitativo degli apporti di nutrienti a lago dalle acque tributarie possa essere definito ottimale per l'areale ticinese, medio per quello piemontese, ed infine inaccettabile per quanto riguarda la zona lombarda. I valori delle concentrazioni medie areali annuali registrati nelle tre aree si sono mantenuti su livelli nettamente diversi per tutto il periodo 1998-2007. È da segnalare come i valori relativi all'azoto organico siano andati progressivamente diminuendo nell'areale piemontese, raggiungendo nel 2006-2007 livelli pari o inferiori a quelli del Canton Ticino. I rapporti tra Canton Ticino, Piemonte e Lombardia sono risultati mediamente 1,0:4,0:10,8 per l'azoto ammoniacale (Fig. 2.3.1f); 1,0:1,3:3,4 per l'azoto organico (Fig. 2.3.1g); 1,0:3,1:11,4 per il fosforo totale (Fig. 2.3.1h).

Le concentrazioni medie di fosforo totale e di azoto ammoniacale negli afflussi complessivi al lago dai tributari nel 2007 sono state pressoché identiche a quelle dell'anno precedente, e in generale in linea con quelle dell'ultimo decennio (Figg 2.3.1f, h), mentre hanno mostrato una tendenza alla diminuzione le concentrazioni dell'azoto organico (Fig. 2.3.1g). Considerando invece l'andamento di tutto il periodo 1978-2007, si osserva chiaramente la diminuzione delle concentrazioni medie, sia di fosforo totale che di azoto ammoniacale, negli afflussi totali a lago (Fig. 2.3.1i). Con l'eccezione del massimo registrato nel 2003 (0,09 mg N l<sup>-1</sup>), gli afflussi medi di azoto ammoniacale si sono mantenuti negli ultimi anni su valori medi di 0,05 mg N l<sup>-1</sup>. Quelli di fosforo totale

sono invece leggermente aumentati nell'ultimo triennio (circa  $30 \mu\text{g P l}^{-1}$ ), riportandosi ai livelli dell'inizio degli anni '90 (Fig. 2.3.1i).

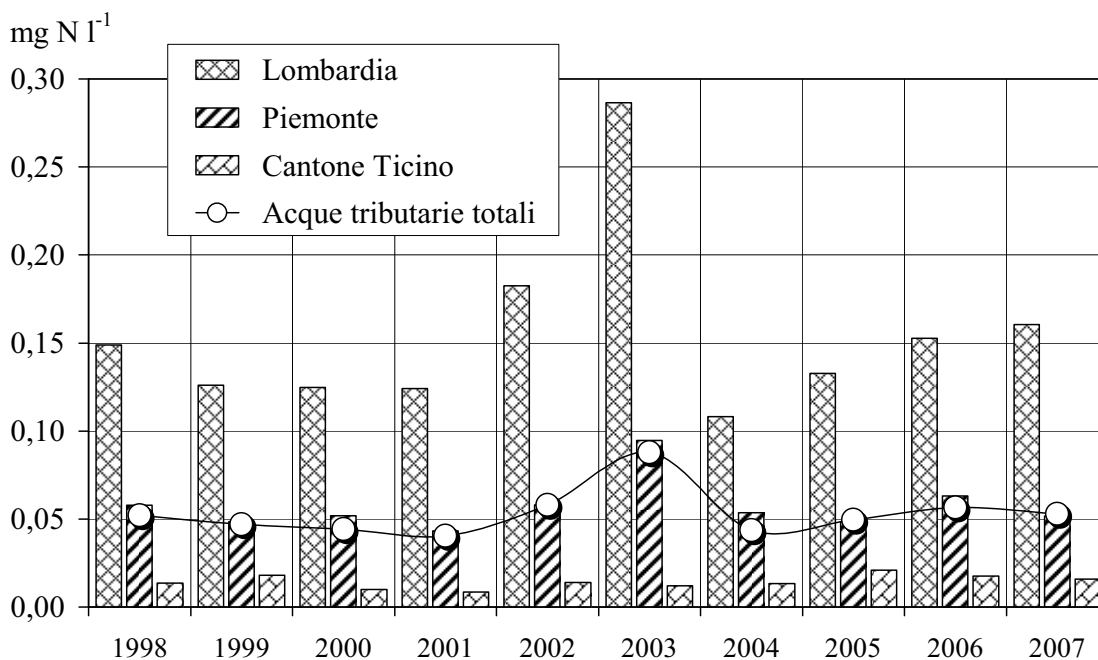


Fig. 2.3.1f. Lago Maggiore. Concentrazioni medie areali annuali di azoto ammoniacale nel decennio 1998-2007 nelle acque tributarie totali e in quelle campionate in Lombardia (compresi gli apporti derivanti dal Lago di Lugano attraverso il Tresa), Piemonte, Cantone Ticino.

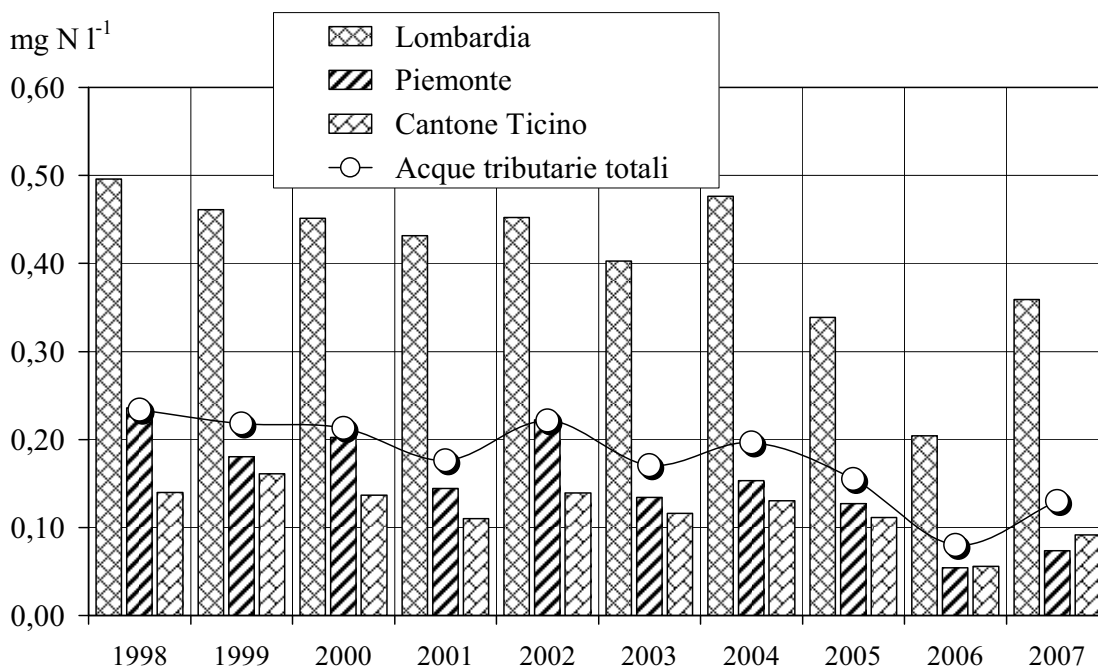


Fig. 2.3.1g. Lago Maggiore. Concentrazioni medie areali annuali di azoto organico nel decennio 1998-2007 nelle acque tributarie totali e in quelle campionate in Lombardia (compresi gli apporti derivanti dal Lago di Lugano attraverso il Tresa), Piemonte e Cantone Ticino.

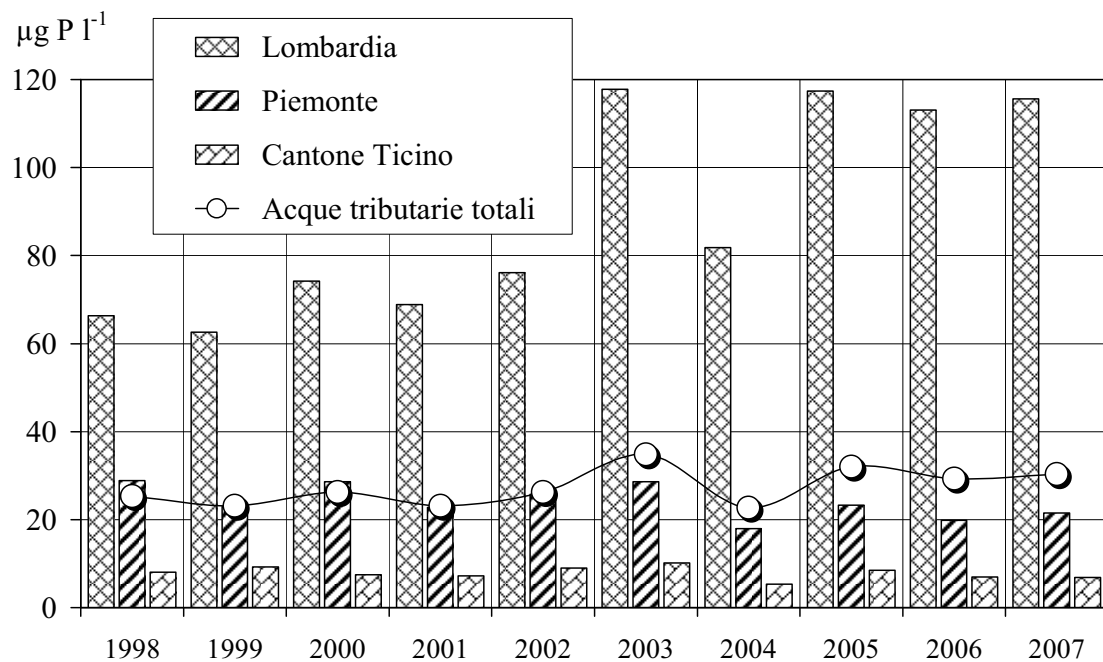


Fig. 2.3.1h. Lago Maggiore. Concentrazioni medie areali annuali di fosforo totale nel decennio 1997-2007 nelle acque tributarie totali e in quelle campionate in Lombardia (compresi gli apporti derivanti dal Lago di Lugano attraverso il Tresa), Piemonte e Cantone Ticino.

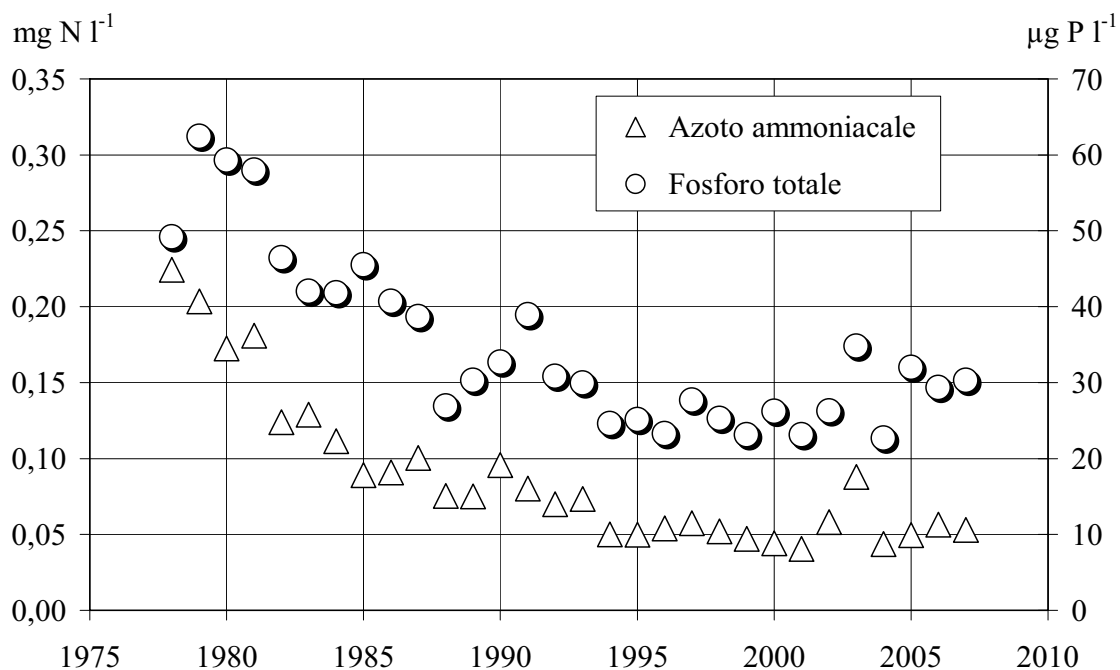


Fig. 2.3.1i. Lago Maggiore. Evoluzione a lungo termine delle concentrazioni medie annuali di fosforo totale e azoto ammoniacale negli afflussi totali al lago (valori ponderati dalle concentrazioni areali dei singoli tributari).