



Consiglio Nazionale delle Ricerche
**Istituto per lo Studio degli
Ecosistemi**

Verbania Pallanza

R E P O R T

CNR-ISE, 08.10

**INDAGINI LIMNOLOGICHE NELL'AREA ANTISTANTE
LA FOCE DEL TORRENTE SAN BERNARDINO
(SOPRALLUOGO DEL 26 OTTOBRE 2010)**

V. Ambrosetti, M. Manca, G. Morabito, M. Rogora, A. Visconti
M. Contesini, P. Giacomotti, P. Panzani, R. Piscia, A. Pranzo, G. Tartari, S. Vanetti

2010

Convenzione tra CNR Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Acetati S.p.A

**INDAGINI LIMNOLOGICHE NELL'AREA ANTISTANTE
LA FOCE DEL TORRENTE SAN BERNARDINO
(SOPRALLUOGO DEL 26 OTTOBRE 2010)**

PREMESSA

Il sopralluogo nell'area lacustre antistante la foce del Torrente San Bernardino è stato eseguito in data 26 ottobre 2010, considerando, come di consueto, 4 stazioni di campionamento per le misure termometriche (Fig.1), mentre due sono state oggetto di indagini chimiche, fitoplanctoniche e zooplanctoniche. Di queste ultime, la prima collocata su un fondale di circa 50 metri ed a 120 metri dalla sponda destra idrografica del fiume (stazione 1); la seconda, su un fondale di circa 100 metri ad una distanza di circa 200 metri dalla riva (stazione 2) (Fig. 1). Lo scopo delle indagini nei due punti è quello di cogliere eventuali alterazioni delle caratteristiche termiche, chimiche e biologiche nella zona interessata dallo scarico finale del depuratore consortile di Verbania gestito dalla S.P.V. (Servizi Pubblici Verbanesi S.r.l.), nel quale confluiscono anche i reflui trattati derivanti dalla Acetati S.p.A.

Le misure in situ di temperatura sono state eseguite con termometro a rovesciamento. I prelievi per le analisi chimiche hanno interessato le profondità 0 - 10 - 20 - 30 e 45 metri per la stazione 1, e 0 - 15 - 30 - 45 - 60 - 75 e 90 metri per la stazione 2.

Nelle due stazioni sono state inoltre eseguite misure di trasparenza con il disco di Secchi e si è proceduto alla raccolta di un campione integrato nello strato 0-20 metri per l'analisi del popolamento fitoplanctonico e la determinazione di clorofilla e feofitina, nonché di campioni di zooplancton con retino (maglie di luce 126 μ m) nello strato 0-40 metri nella stazione 1 e 0-50 metri nella stazione 2.

In questa relazione vengono presentati i risultati delle indagini termiche, chimiche e biologiche; i dati vengono inoltre discussi in relazione alla situazione riscontrata nella stazione pelagica di Ghiffa e alle caratteristiche delle acque tributarie del Torrente San Bernardino.

TERMICA LACUSTRE

Il giorno 26 ottobre 2010, si è proceduto, in concomitanza con i prelievi di acqua per le analisi chimiche e biologiche, ad una campagna di misure termometriche nell'area lacustre antistante la Foce del Torrente San Bernardino, interessata dallo scarico Acetati S.p.a. Si sono rilevati, mediante sonda multiparametrica, gli andamenti termici verticali (con risoluzione ogni 20 cm) in quattro punti situati ad una distanza tra 100 e 200 m dalla riva, a profondità comprese tra i 50 e i 100 m. La posizione delle stazioni relative e i valori delle temperature rilevati sono riportati rispettivamente in Fig. 1 e Tab.1.

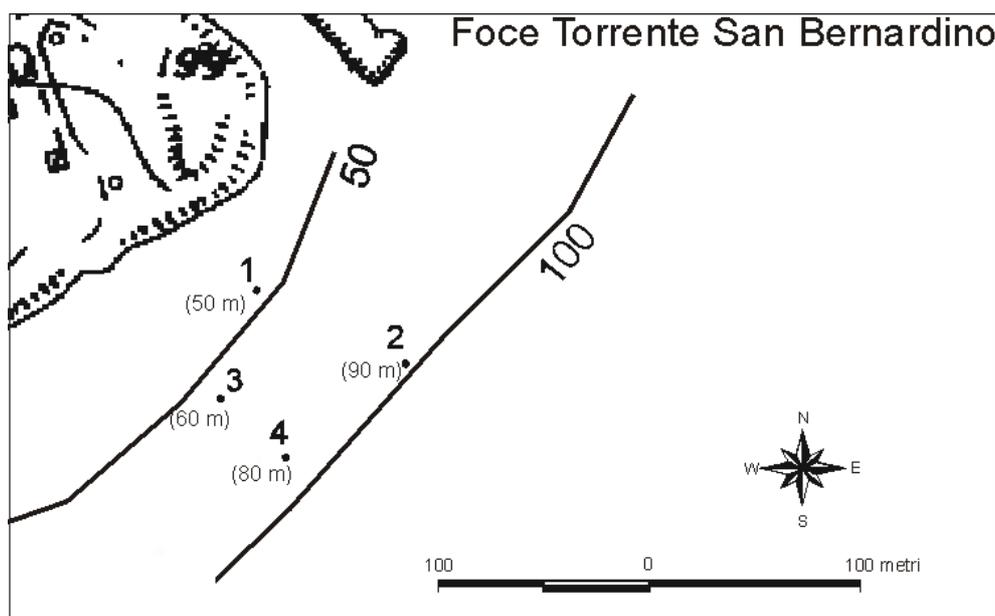


Fig. 1. Ubicazione delle quattro stazioni di misure termometriche situate nella zona interessata dallo scarico. Le stazioni 1 e 2 sono state considerate per le indagini di chimica, fitoplancton e zooplancton.

Tab. 1. Valori di temperatura misurati nelle quattro stazioni rivierasche e a Ghiffa.

Prof. (m)	stz. 1	stz. 2	stz. 3	stz. 4	Ghiffa
0	13.88	13.91	13.92	13.93	14.00
1	13.88	13.92	13.91	13.93	14.00
5	13.87	13.91	13.89	13.91	14.00
10	13.87	13.90	13.87	13.91	14.00
15	13.86	13.88	13.82	13.84	14.00
20	13.80	13.78	13.76	13.75	14.00
25	13.76	13.67	13.57	13.65	13.74
30	13.53	13.50	13.30	13.44	12.10
40	8.01	8.29	8.35	8.26	8.70
45	7.40	7.63	8.10	7.60	7.52
50		7.36		7.38	7.52
55		7.27		7.17	7.30
65		6.91		6.86	7.04
70		6.83		6.78	7.00
75		6.79		6.74	6.98
80		6.70		6.71	6.90
85		6.65		6.69	6.85
100					6.80

I profili termici verticali (Fig.2) rilevati nelle stazioni antistanti la foce del Torrente San Bernardino il 26/10/2010 sono pressoché identici e corrispondono con l'andamento delle strutture termiche rilevate il giorno prima nella stazione pelagica di Ghiffa. Tutti i siti rilevati mostrano un epilimnio ben pronunciato che si estende sino a 20 metri di profondità con una temperatura uniforme di circa 14 °C. Un successivo metalimnio sino a - 40 m con una temperatura nel suo livello inferiore attorno ai 9.0 °C che determina, in

uno strato di poco più di 20 metri, un gradiente termico di quasi 5,0 °C. Al di sotto di questa quota i valori termici di Ghiffa presentano valori leggermente superiori a quelli misurati nella zona rivierasca influenzata probabilmente dall'inserimento delle acque tributarie del San Bernardino (7.3 °C). Nessun anomalia termica è invece attribuibile alla diffusione dello scarico Acetati S.p.A.

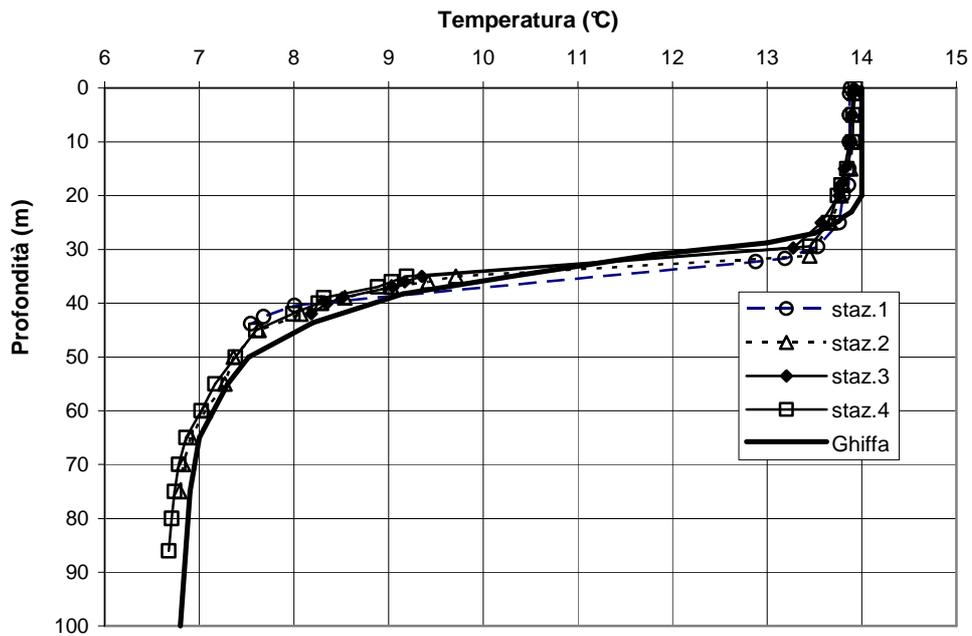


Fig. 2 . Profili termici verticali misurati il 26/10/2010 nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1-2-3-4) e nella stazione pelagica di Ghiffa il 25/10/2010.

ANALISI CHIMICHE

In tabella 2 sono riportati i risultati dei campionamenti eseguiti nella stazione 1, su fondale di 50 metri, ed alla foce del Torrente San Bernardino, mentre la tabella 3 è relativa ai prelievi effettuati nella stazione 2, su fondale di 100 metri, a circa 200 metri dalla riva. La tabella 4 infine riporta i valori misurati nella stazione di Ghiffa, a centro lago, nello strato d'acqua compreso tra la superficie ed i 100 m di profondità.

Le caratteristiche delle acque del Torrente San Bernardino, nel punto di immissione a lago, anche in questa campagna non hanno indicato la presenza lungo il corso d'acqua di scarichi urbani o altre fonti di contaminazione (Tab. 2). L'azoto ammoniacale è pressoché assente e l'azoto organico presenta concentrazioni molto basse ($0,18 \text{ mg N l}^{-1}$), così come il fosforo sia reattivo che totale ($2 \mu\text{g P l}^{-1}$). In generale il chimismo di base del corso d'acqua, rappresentato dai valori di pH (7,6 unità), alcalinità totale ($0,34 \text{ meq l}^{-1}$) e conducibilità ($60 \mu\text{S cm}^{-1}$ a $20 \text{ }^\circ\text{C}$) è quello caratteristico di un torrente il cui bacino imbrifero è impostato prevalentemente in rocce ignee, anche le altre variabili chimiche, come i principali cationi ed anioni, ed i silicati reattivi, non presentano valori al di fuori della norma (Tab. 2).

Il confronto tra le due stazioni rivierasche interessate dallo scarico e la zona pelagica del lago (stazione di Ghiffa) è presentato nelle figure 3-18, che mostrano la distribuzione verticale di pH, saturazione di ossigeno, conducibilità a $20 \text{ }^\circ\text{C}$, delle principali specie ioniche e dei composti di fosforo e azoto, ovvero di tutte quelle variabili chimiche che potrebbero essere influenzate dalla presenza dello scarico o da processi biochimici anomali rispetto a quelli che avvengono normalmente a lago.

I profili dei valori di pH e della saturazione di ossigeno si presentano abbastanza simili nelle tre stazioni (1, 2 e Ghiffa), con un profilo che vede una diminuzione dei valori passando dalle acque superficiali a quelle al di sotto dei 20 m circa. Si passa rispettivamente da 7,7 a 7,2-7,3 per il pH e da 95 a circa 75% per la saturazione di ossigeno (Fig. 3 e 4). Le differenze di valori tra acque superficiali e profonde sono comunque contenute rispetto a quelle che si osservano nei mesi estivi, quando sono più intensi sia i processi di fotosintesi da parte della biomassa algale in epilimnio, che la demolizione della sostanza organica in via di sedimentazione negli strati sottostanti. La stazione di Ghiffa si discosta leggermente da quelle interessate dallo scarico solo per valori di pH e saturazione di ossigeno leggermente inferiori rilevati alla profondità di 30 m (7,2 e 69% rispettivamente) (Fig. 3 e 4). Non si evidenzia quindi l'effetto di un eventuale carico alloctono dovuto alla presenza dello scarico o acque tributarie del San Bernardino sugli andamenti di queste variabili.

L'idrochimica di base, rappresentata da variabili come conducibilità, alcalinità totale, solfati, calcio, magnesio, potassio è risultata estremamente simile nelle due stazioni rivierasche ed in quella pelagica. Tutte queste variabili presentano profili simili, con valori che vanno aumentando a partire dai 30 m di profondità e con un gradiente accentuato proprio tra 30 e 60 m. La conducibilità ad esempio, che esprime il contenuto ionico delle acque, passa da $137\text{-}138 \mu\text{S cm}^{-1}$ a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ nello strato compreso tra 0 e 30 m a valori di poco superiori a $150 \mu\text{S cm}^{-1}$ negli strati più profondi (Fig. 5).

Le variabili considerate, in particolare sodio e cloruri, presentano un lieve aumento dei valori nella stazione 1 alla profondità di 45 m. (Fig. 10 e 12). L'aumento è comunque estremamente contenuto ($3,2 \text{ mg l}^{-1}$ rispetto ai $3,0 \text{ mg l}^{-1}$ della stazione di centro lago per entrambe le variabili).

Tab. 2. Principali caratteristiche fisiche e fisico-chimiche riscontrate nella stazione 1 e alla foce del Torrente San Bernardino il 26 ottobre 2010.

		0 m	-10 m	-20 m	-30 m	-45 m	Foce San Bernardino
Temperatura	°C	13.9	13.9	13.8	13.5	7.7	-
Ossigeno	mg O ₂ l ⁻¹	9.6	9.5	9.3	9.0	8.8	-
Saturazione ossigeno	%	95	94	92	88	75	-
pH		7.71	7.71	7.68	7.62	7.32	7.59
Alcalinità totale	meq l ⁻¹	0.76	0.76	0.76	0.76	0.82	0.34
Conducibilità a 20 °C	µS cm ⁻¹	138	138	138	138	151	60
Azoto ammoniacale	mg N l ⁻¹	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.00
Azoto nitrico	mg N l ⁻¹	0.67	0.66	0.67	0.69	0.89	0.93
Azoto inorganico	mg N l ⁻¹	0.68	0.67	0.67	0.69	0.94	0.93
Azoto organico	mg N l ⁻¹	0.20	0.29	0.19	0.20	0.20	0.18
Azoto totale	mg N l ⁻¹	0.87	0.96	0.86	0.89	1.14	1.11
Fosforo reattivo	µg P l ⁻¹	2	2	3	2	7	2
Fosforo totale	µg P l ⁻¹	7	7	7	7	14	2
Silicati reattivi	mg Si l ⁻¹	0.8	0.8	0.8	0.8	1.6	3.6
Calcio	mg Ca l ⁻¹	20.0	20.0	20.1	20.0	21.9	7.2
Magnesio	mg Mg l ⁻¹	3.4	3.4	3.4	3.4	3.7	1.5
Sodio	mg Na l ⁻¹	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	1.7
Potassio	mg K l ⁻¹	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	0.9
Solfati	mg SO ₄ l ⁻¹	26.9	26.9	27.0	27.1	29.2	7.8
Cloruri	mg Cl l ⁻¹	2.8	2.8	2.8	2.8	3.2	1.1

Tab. 3. Principali caratteristiche fisiche e fisico-chimiche riscontrate nella stazione 2 il 26 ottobre 2010.

		0 m	-15 m	-30 m	-45 m	-60 m	-75 m	-90 m
Temperatura	°C	13.9	13.9	13.4	7.6	7.1	6.8	6.7
Ossigeno	mg O ₂ l ⁻¹	9.5	9.6	9.5	8.6	8.9	9.0	9.1
Saturazione ossigeno	%	94	95	93	74	76	75	76
pH		7.73	7.73	7.59	7.32	7.37	7.34	7.32
Alcalinità totale	meq l ⁻¹	0.76	0.76	0.76	0.80	0.83	0.84	0.84
Conducibilità a 20 °C	µS cm ⁻¹	138	138	138	146	150	151	152
Azoto ammoniacale	mg N l ⁻¹	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Azoto nitrico	mg N l ⁻¹	0.66	0.66	0.69	0.90	0.89	0.86	0.87
Azoto inorganico	mg N l ⁻¹	0.67	0.67	0.69	0.90	0.89	0.86	0.87
Azoto organico	mg N l ⁻¹	0.18	0.19	0.18	0.14	0.11	0.18	0.14
Azoto totale	mg N l ⁻¹	0.85	0.86	0.87	1.04	1.00	1.04	1.01
Fosforo reattivo	µg P l ⁻¹	3	2	3	2	3	5	6
Fosforo totale	µg P l ⁻¹	5	6	5	5	5	5	8
Silicati reattivi	mg Si l ⁻¹	0.8	0.8	0.9	1.4	1.5	1.6	1.6
Calcio	mg Ca l ⁻¹	20.0	20.0	19.9	20.0	21.6	21.9	22.0
Magnesio	mg Mg l ⁻¹	3.4	3.4	3.4	3.4	3.7	3.8	3.8
Sodio	mg Na l ⁻¹	2.7	2.7	2.7	2.7	3.0	3.0	3.0
Potassio	mg K l ⁻¹	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5
Solfati	mg SO ₄ l ⁻¹	26.9	27.0	27.1	28.0	29.2	29.6	29.8
Cloruri	mg Cl l ⁻¹	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0

Tab. 4. Principali caratteristiche fisiche e fisico-chimiche riscontrate nella stazione di Ghiffa il 26 ottobre 2010.

		0 m	-10 m	-20 m	-30 m	-50 m	-100 m
Temperatura	°C	14.0	14.0	14.0	14.0	11.8	7.8
Ossigeno	mg O ₂ l ⁻¹	9.6	9.7	9.5	8.4	7.4	8.8
Saturazione ossigeno	%	95	97	94	83	69	75
pH		7.73	7.73	7.77	7.75	7.23	7.27
Alcalinità totale	meq l ⁻¹	0.77	0.77	0.77	0.76	0.75	0.82
Conducibilità a 20 °C	µS cm ⁻¹	137	138	138	138	138	149
Azoto ammoniacale	mg N l ⁻¹	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Azoto nitrico	mg N l ⁻¹	0.65	0.65	0.65	0.66	0.84	0.89
Azoto inorganico	mg N l ⁻¹	0.66	0.66	0.65	0.66	0.85	0.90
Azoto organico	mg N l ⁻¹	0.20	0.18	0.15	0.17	0.15	0.11
Azoto totale	mg N l ⁻¹	0.86	0.84	0.80	0.83	1.00	1.01
Fosforo reattivo	µg P l ⁻¹	1	2	1	3	1	2
Fosforo totale	µg P l ⁻¹	8	6	6	7	5	4
Silicati reattivi	mg Si l ⁻¹	0.8	0.7	0.7	0.7	1.2	1.5
Calcio	mg Ca l ⁻¹	20.1	20.1	20.1	20.0	20.0	21.5
Magnesio	mg Mg l ⁻¹	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.7
Sodio	mg Na l ⁻¹	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.0
Potassio	mg K l ⁻¹	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5
Solfati	mg SO ₄ l ⁻¹	26.7	26.7	26.7	26.7	26.5	28.7
Cloruri	mg Cl l ⁻¹	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	3.0

I silicati mostrano un profilo estremamente simile nelle tre stazioni, con valori in aumento dagli 0,7-0,8 mg Si l⁻¹ nelle acque superficiali, dove prevale il consumo algale, a circa 1,6-1,7 mg Si l⁻¹ a 90-100 m di profondità (Fig. 13).

Per quanto riguarda i composti dell'azoto (Fig. 14-17), le stazioni interessate dallo scarico non presentano differenze rilevanti rispetto a centro lago nel caso di azoto nitrico ed organico: i nitrati presentano valori più bassi in superficie (circa 0,65 mg N L⁻¹), di nuovo a causa del consumo da parte dei processi biologici, e maggiori in profondità (0,85-0,90 mg N L⁻¹) (Fig. 14). Basse concentrazioni di azoto organico sono state riscontrate in tutte e tre le stazioni: i valori oscillano tra 0,10 e 0,20 mg N L⁻¹, con un leggero aumento nella stazione 1 a 10 m di profondità (Fig. 16). Anche l'azoto ammoniacale ha fatto registrare valori molto bassi, inferiori a 0,01 mg N L⁻¹, con la sola eccezione di un massimo di 0,04 mg N L⁻¹ nella stazione 1 a 45 m di profondità (Fig. 15). Si tratta in tutti i casi di valori contenuti, che rientrano comunque nella normale variabilità di questi composti nelle acque lacustri.

Infine, per quanto riguarda il fosforo totale, le concentrazioni sono risultate comprese tra 5 e 9 µg P L⁻¹, con un massimo di 14 µg P L⁻¹ sempre nella stazione 1 alla profondità di 45 m (Fig. 18). Si tratta anche in questo caso di un livello di fosforo accettabile, che rientra negli ambiti di variazione rilevati normalmente in momenti stagionali diversi o in altre zone del lago, e non tale quindi da indicare una compromissione della qualità delle acque nella zona rivierasca.

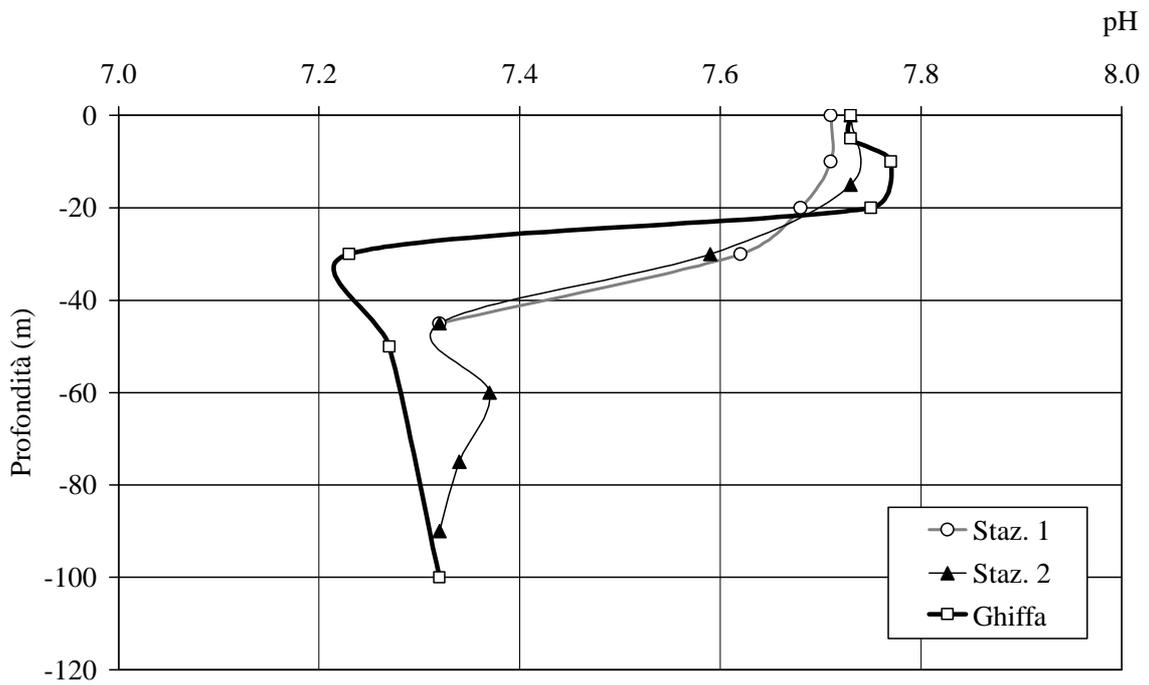


Fig. 3. Distribuzione verticale dei valori di pH nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

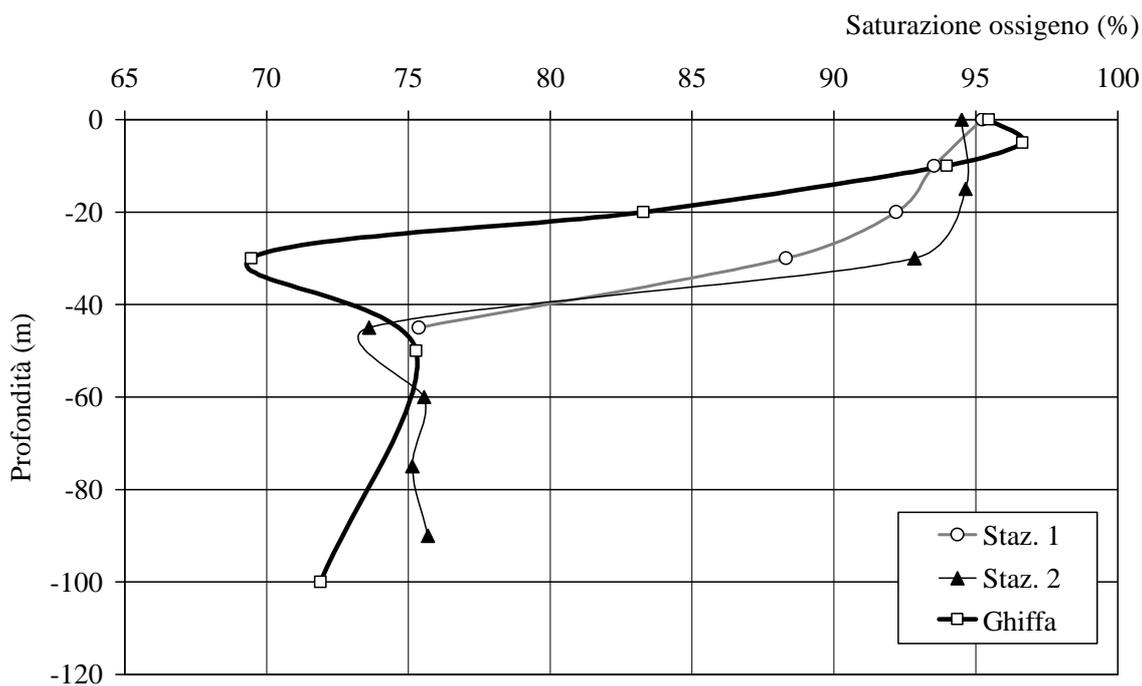


Fig. 4. Distribuzione verticale dei valori di saturazione di ossigeno nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

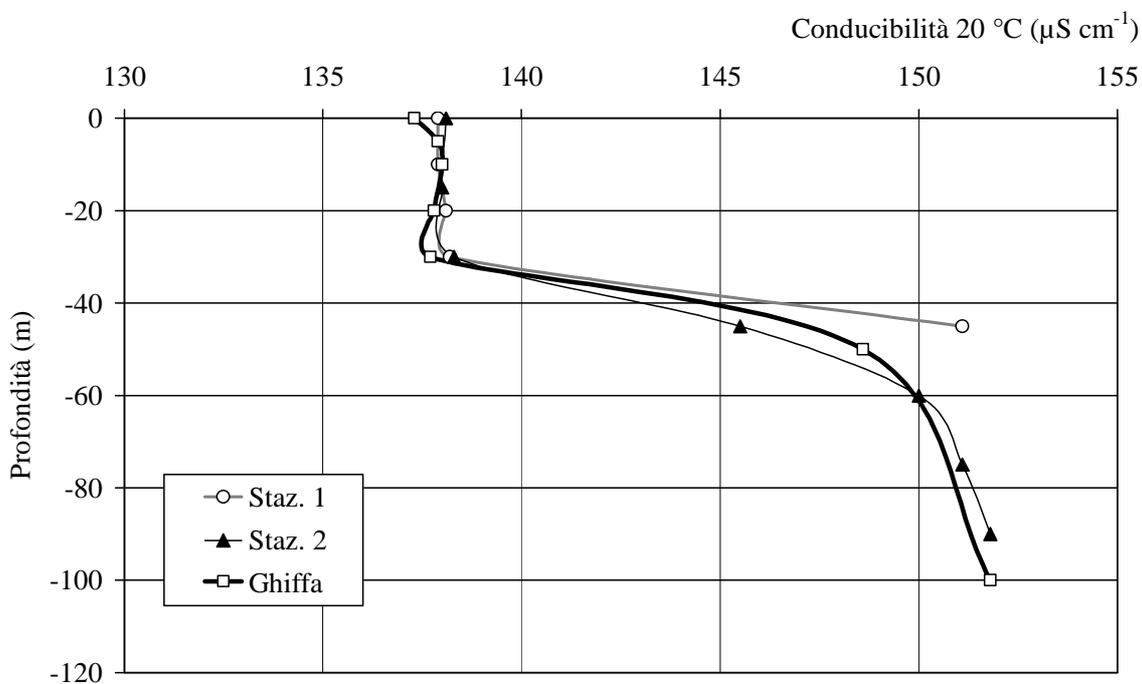


Fig. 5. Distribuzione verticale dei valori di conducibilità nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

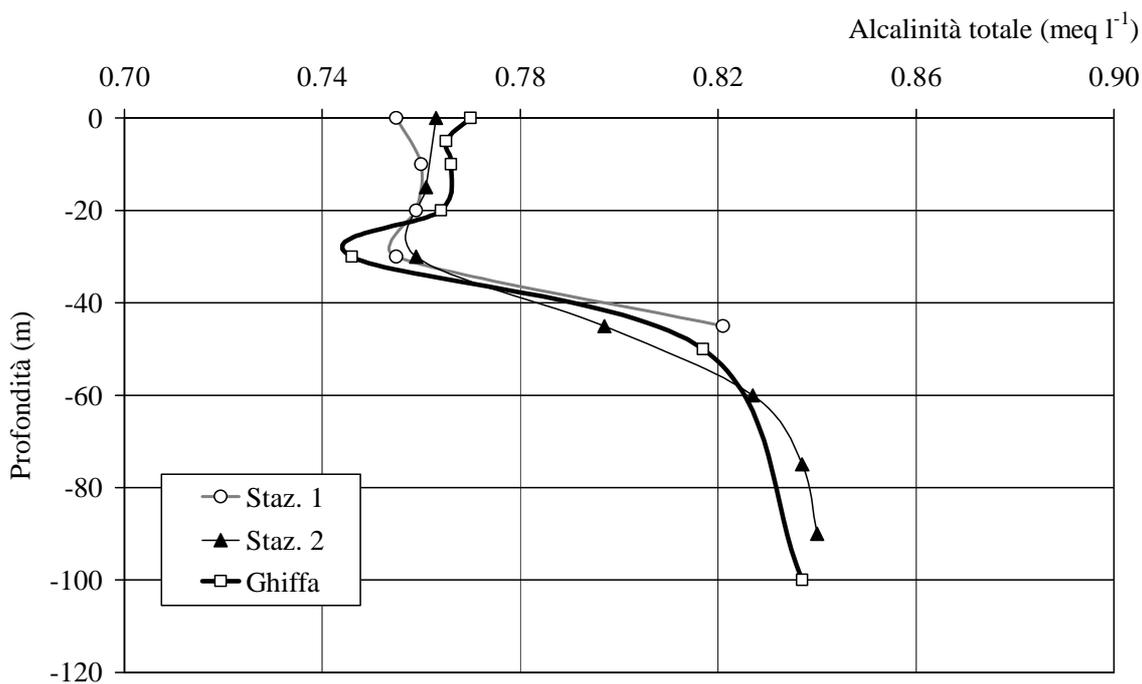


Fig. 6. Distribuzione verticale delle concentrazioni di alcalinità totale nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

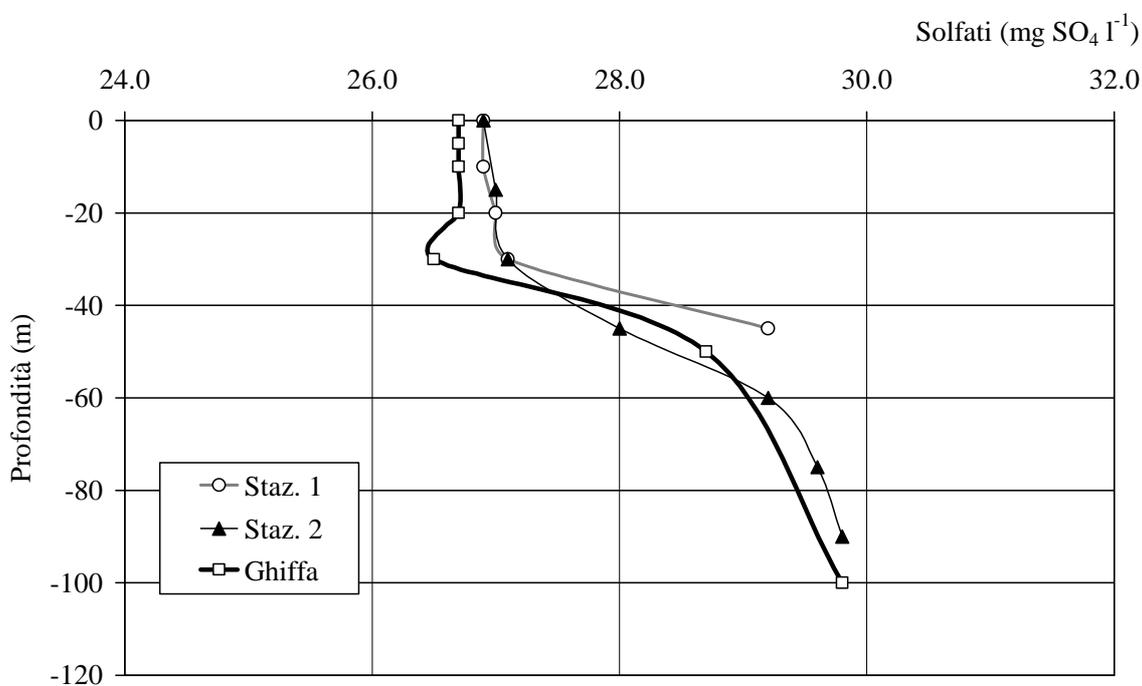


Fig. 7. Distribuzione verticale delle concentrazioni di solfati nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

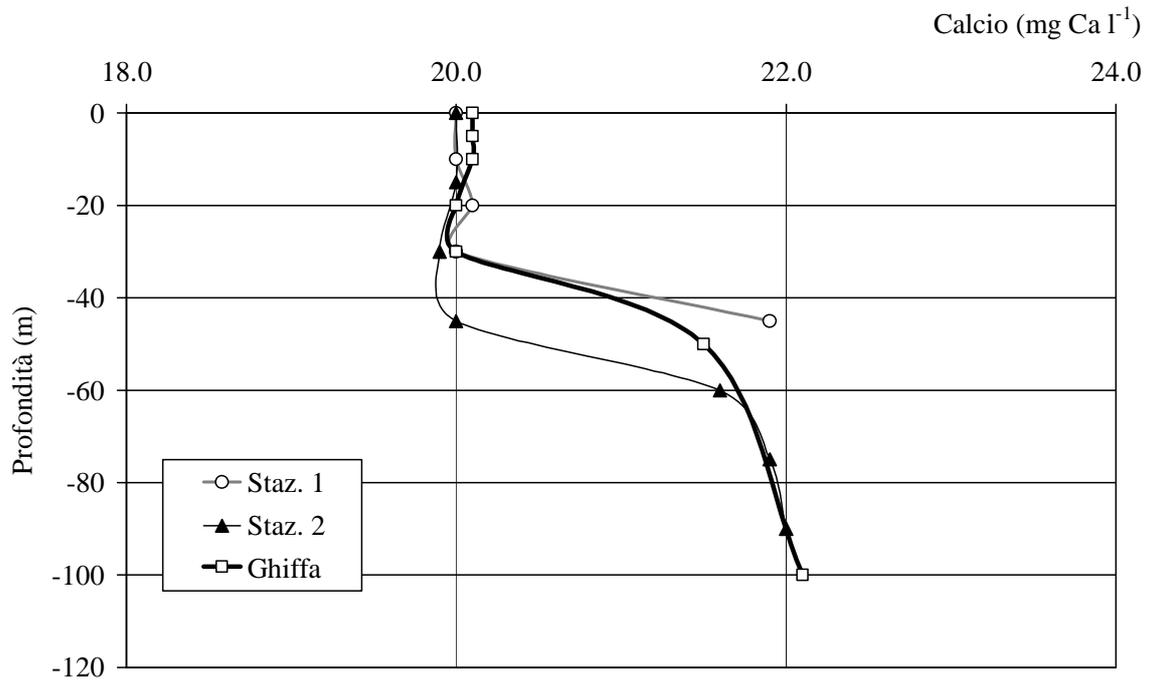


Fig. 8. Distribuzione verticale delle concentrazioni di calcio nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

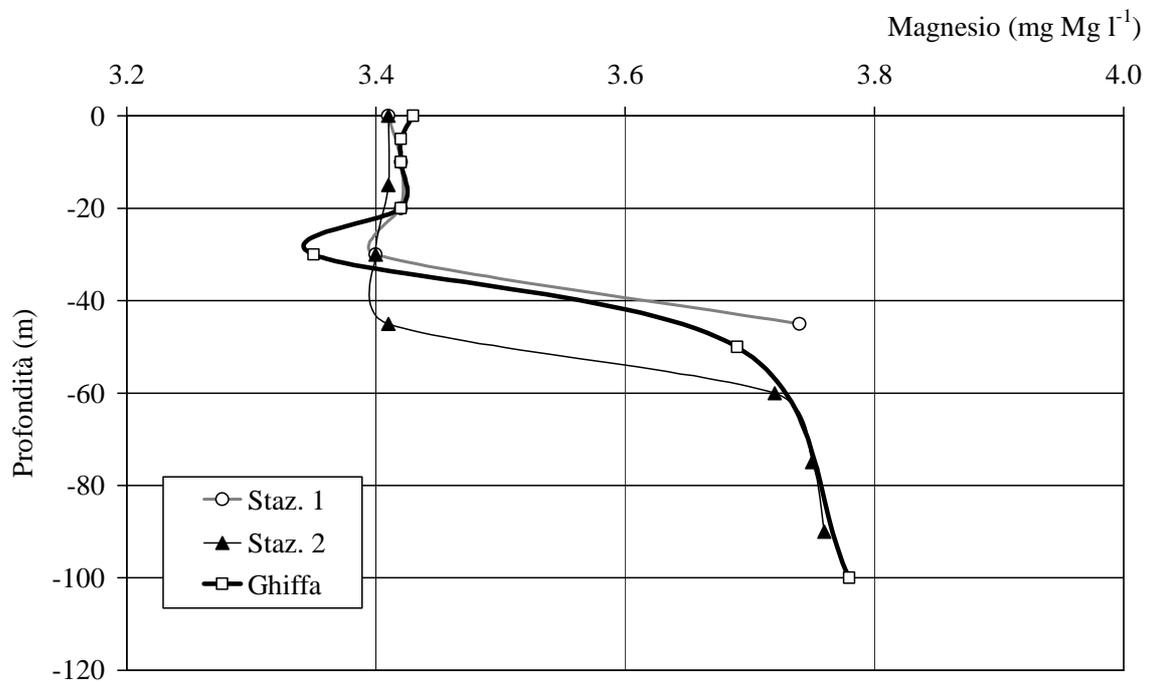


Fig. 9. Distribuzione verticale delle concentrazioni di magnesio nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

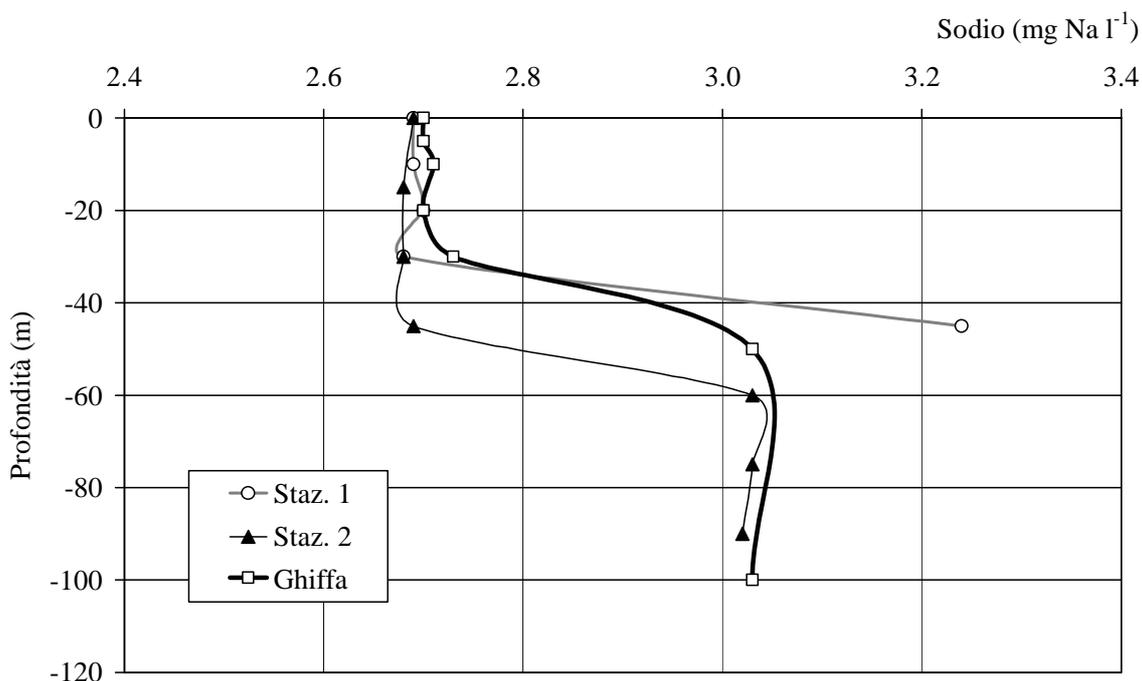


Fig. 10. Distribuzione verticale delle concentrazioni di sodio nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

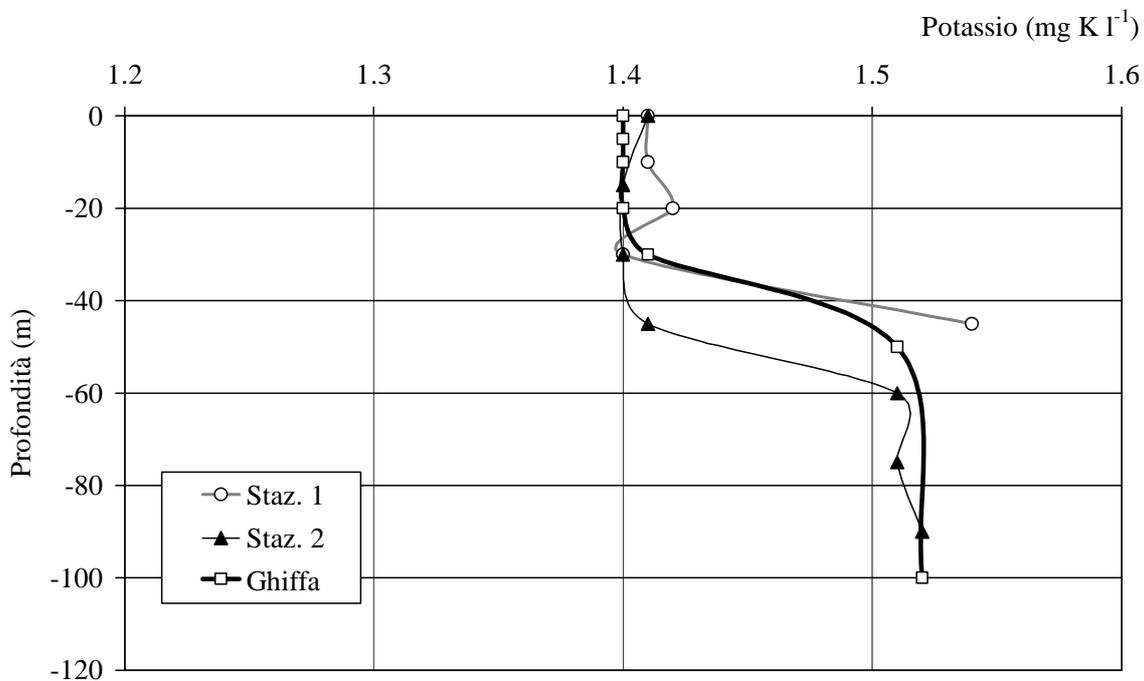


Fig. 11. Distribuzione verticale delle concentrazioni di potassio nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

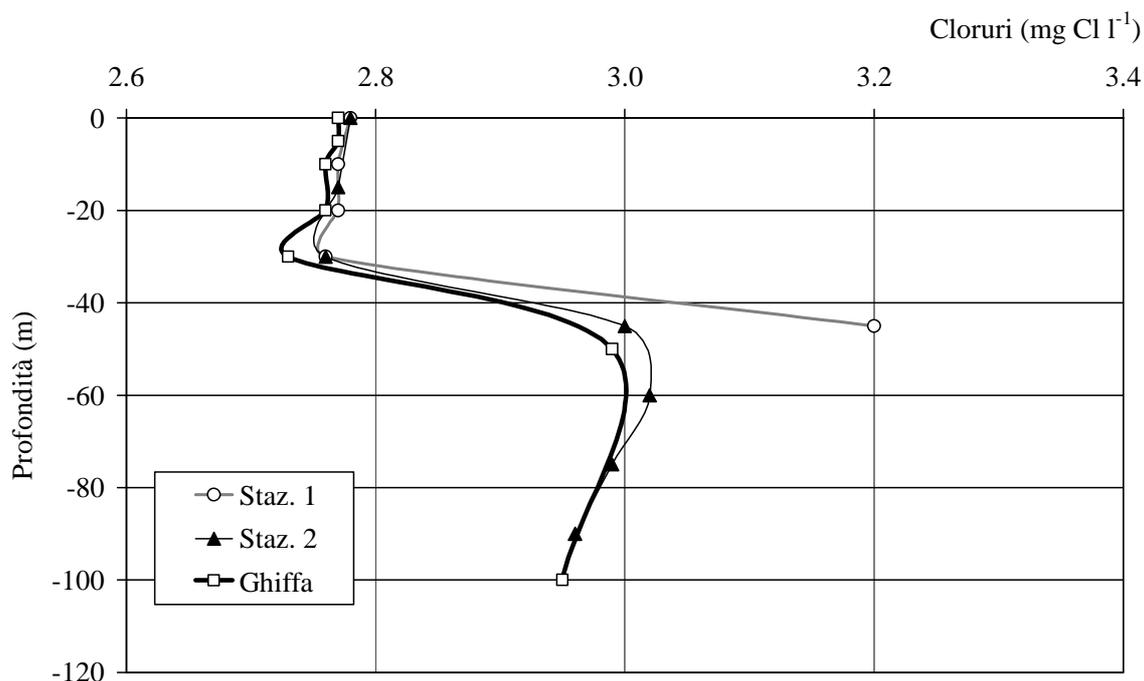


Fig. 12. Distribuzione verticale delle concentrazioni di cloruri nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

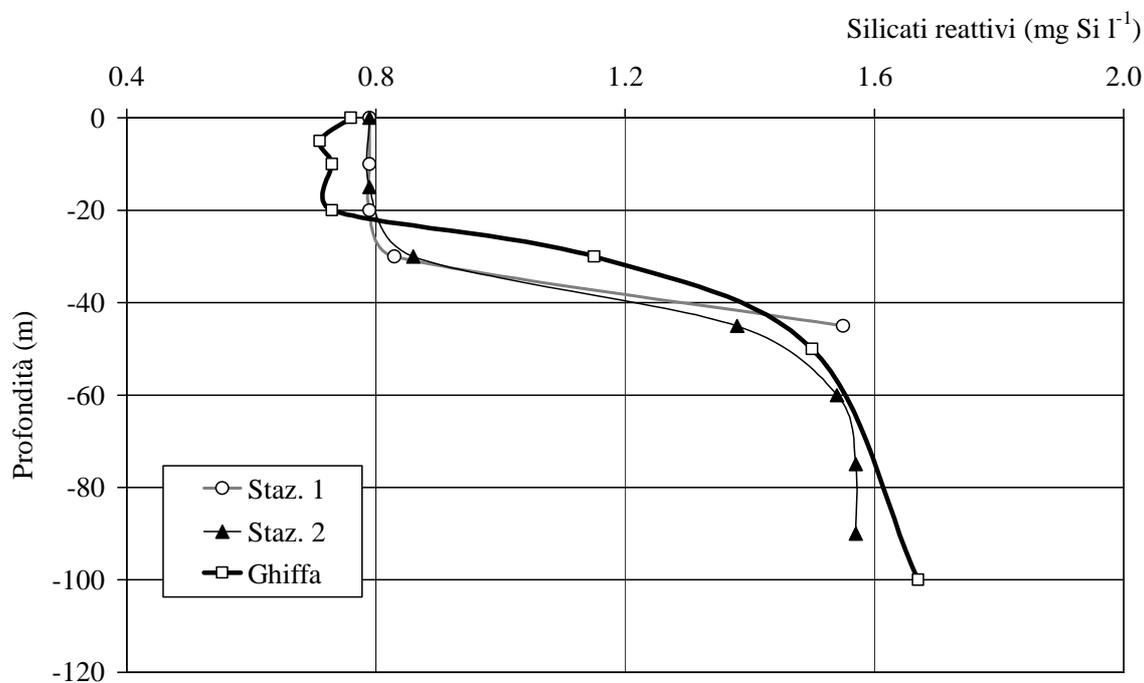


Fig. 13. Distribuzione verticale delle concentrazioni di silicati reattivi nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

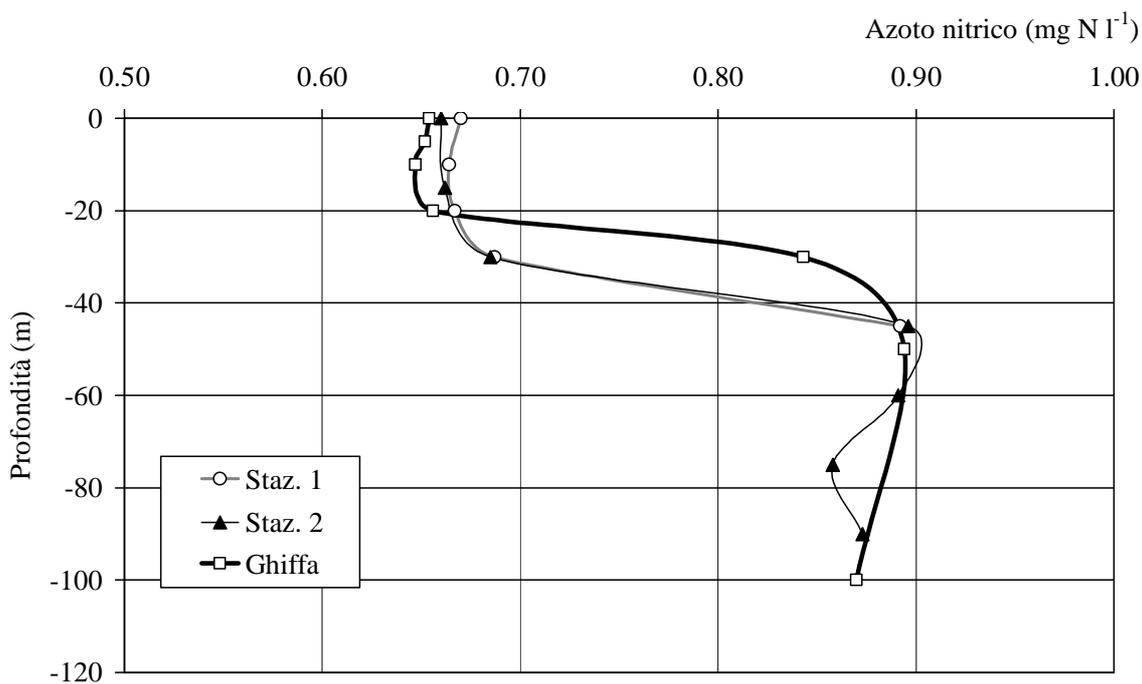


Fig. 14. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto nitrico nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

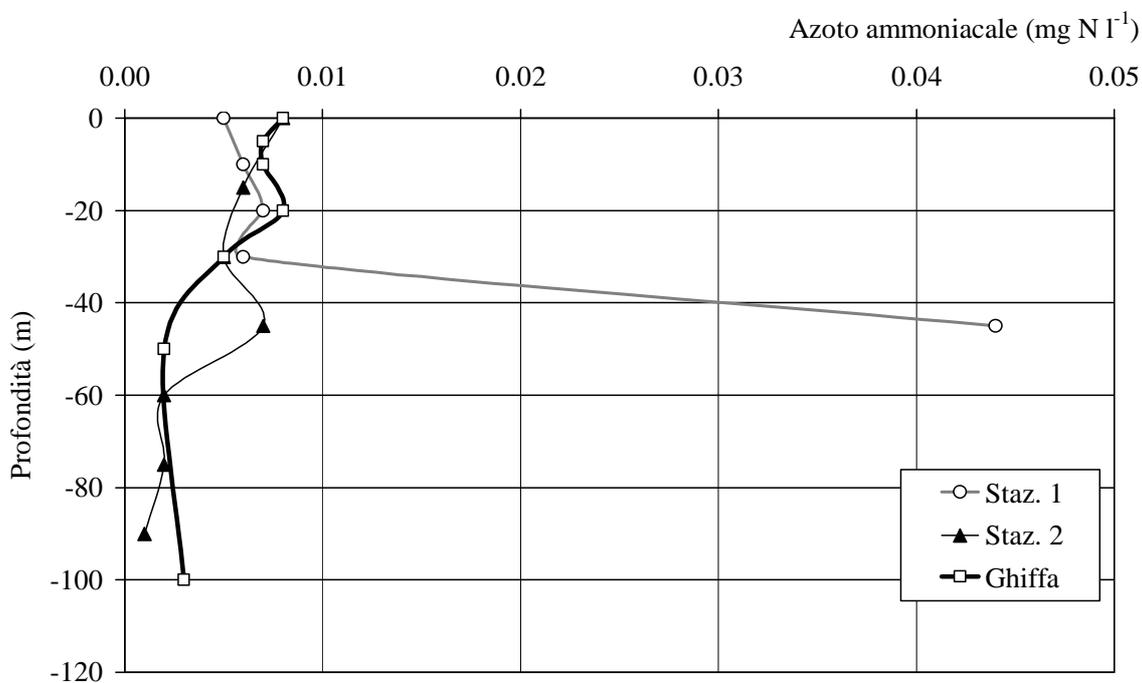


Fig. 15. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto ammoniacale nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

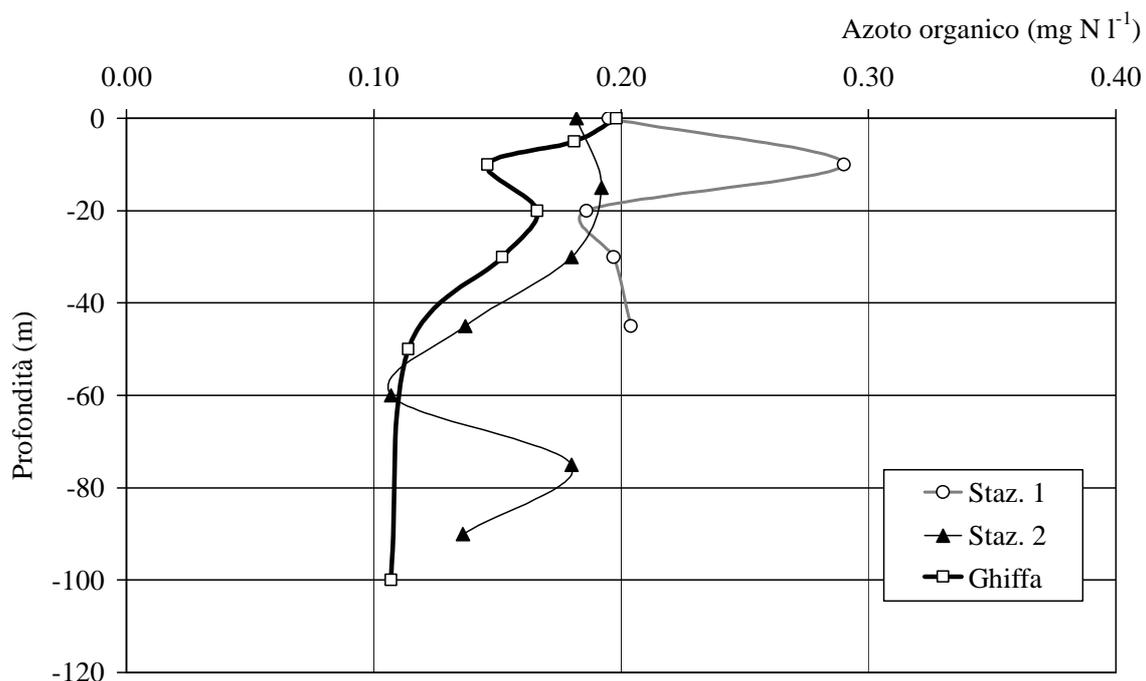


Fig. 16. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto organico nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

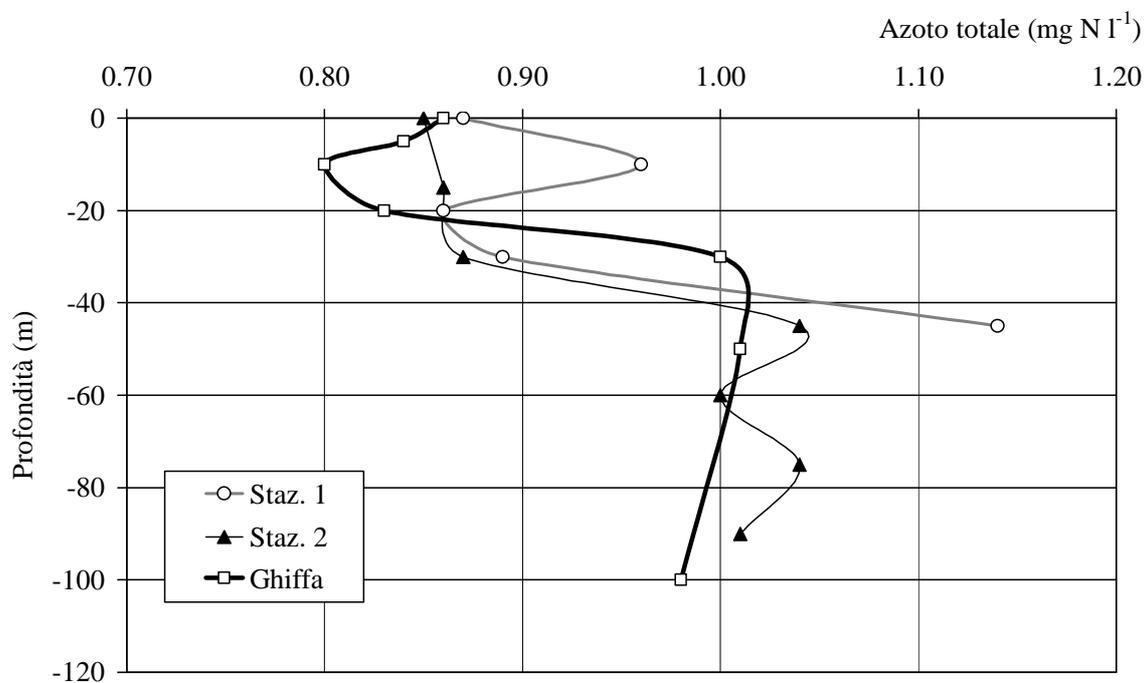


Fig. 17. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto totale nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

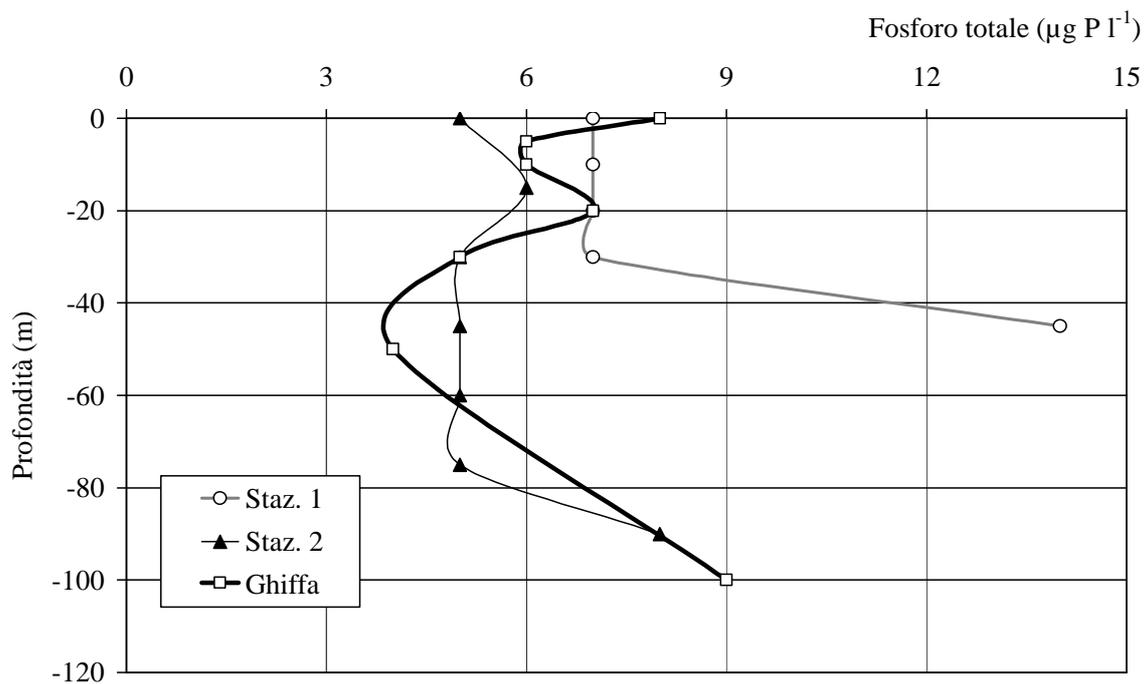


Fig. 18. Distribuzione verticale delle concentrazioni di fosforo totale nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

POPOLAMENTI PLANCTONICI

FITOPLANCTON

I campionamenti effettuati ad ottobre del 2010 corrispondono al periodo dell'anno nel quale la temperatura dell'acqua e la radiazione luminosa possono diventare limitanti per la crescita dei popolamenti algali. La tendenza verso una riduzione della densità algale si riflette in un aumento della trasparenza della colonna d'acqua. La trasparenza misurata nelle tre stazioni di prelievo risulta simile nella stazione 2 ed in quella di Ghiffa, mentre nella stazione 1 mostra un valore più basso (Tab. 5). La minore trasparenza nella stazione 1 non sembra legata alla variabilità spaziale delle concentrazioni di clorofilla, che sono più basse in questa stazione: è quindi probabile che una maggiore torbidità di origine non algale abbia determinato una riduzione della trasparenza. Nella stazione di Ghiffa è stata misurata una concentrazione di clorofilla leggermente più alta rispetto agli altri due siti di campionamento, che rispecchia la maggiore concentrazione algale in questa stazione: d'altra parte, l'elevata concentrazione di feofitina farebbe pensare ad una fase di senescenza più accentuata dei popolamenti algali in questa stazione, fatto non insolito, se consideriamo che in questa stagione il fitoplancton entra nel periodo terminale della fase di crescita annuale. Tuttavia, bisogna osservare che questo dato va interpretato con grande cautela, poiché il metodo analitico impiegato non permette una valutazione precisa dei feopigmenti.

In termini di densità algale, la stazione di Ghiffa risulta essere quella con una maggiore abbondanza di fitoplancton (Tab. 6). Diverse sono le classi algali che determinano questa densità algale più elevata: bisogna considerare che tra il campionamento di Ghiffa e quelli effettuati nelle stazioni 1 e 2 intercorre una settimana, intervallo temporale nel quale un rallentamento della crescita potrebbe portare ad un bilancio netto negativo sulla densità dei popolamenti algali, spiegando le differenze numeriche osservate.

In generale, peraltro, a fronte di una maggiore abbondanza fitoplanctonica a Ghiffa, la struttura della comunità è analoga nei tre siti campionati, pur esistendo una certa variabilità nell'importanza relativa di alcuni organismi.

Infatti, per quanto riguarda la struttura dei popolamenti (Tab. 6), si osserva, in generale, una sostanziale uniformità nella composizione specifica, in particolare a carico delle specie più importanti.

Bisogna inoltre considerare che in questo periodo dell'anno le concentrazioni algali sono molto basse e questo rende più elevata la probabilità di commettere degli errori analitici. Infatti, alcune tra le specie in questione sono state rinvenute con concentrazioni talmente basse da fare pensare che la loro presenza o assenza in una delle tre stazioni sia dovuta, soprattutto, alla difficoltà di individuarle con il metodo di conteggio utilizzato.

In sostanza, vale ancora la considerazione fatta in occasione di precedenti campionamenti, cioè che differenze di abbondanza di alcune specie rientrano nella normale variabilità spazio-temporale dei popolamenti, che, nel caso del fitoplancton, può essere rilevante anche in siti leggermente differenti per quanto riguarda i valori di alcuni parametri limnologici. Una corretta valutazione di eventuali impatti sulle comunità algali va fatta sulla base della struttura dei popolamenti. Anche in questo caso, il fatto di ritrovare popolamenti algali con la stessa struttura in tutte e tre le stazioni esaminate è sicuramente indice di una sostanziale uniformità di condizioni chimico-fisiche.

La letteratura scientifica attribuisce un significato maggiore a differenze di composizione esistenti all'interno del gruppo delle specie dominanti, cioè quelle specie che, proprio poiché si sviluppano preferibilmente in certe condizioni e non in altre, possono indicare, se diverse da un sito all'altro, l'esistenza di situazioni ambientali diverse. Poiché si osserva che le specie più importanti sono dovunque le stesse, si può affermare che le condizioni ecologiche delle tre stazioni sono omogenee e che, dall'esame del fitoplancton, non emergono indicazioni di un possibile inquinamento delle acque rivierasche o di differenze trofiche fra le stazioni campionate.

Tab. 5 - Trasparenza misurata con il disco di Secchi e concentrazione di clorofilla *a*, *b*, *c* e feofitina (mg m^{-3}), nelle stazioni 1 e 2 dell'areale esaminato e nella stazione di Ghiffa.

Data	Stazione	Trasparenza m	Metodo LORENZEN		Metodo U.N.E.S.C.O.		
			Chl. <i>a</i>	Feofitina	Chl. <i>a</i>	Chl. <i>b</i>	Chl. <i>c</i>
26/10/2010	Staz. 1	6,00	4,11	0,57	4,42	0,26	1,02
26/10/2010	Staz. 2	6,50	4,24	0,50	4,51	0,20	0,95
19/10/2010	Ghiffa	6,70	4,70	7,31	9,15	1,00	0,57

Tab. 6 - Lago Maggiore. Foce del T. San Bernardino. Densità (10^3 cell l^{-1}) e biomassa ($\text{mm}^3 \text{ m}^{-3}$) delle singole specie di fitoplancton, nelle stazioni 1 e 2 (26/10/10) e di Ghiffa (19/10/10).

	Staz. 1 densità	Staz. 1 biomassa	Staz. 2 densità	Staz. 2 biomassa	Ghiffa densità	Ghiffa biomassa
Ultraplancton	8447,6	3,4	7977,2	3,2	8232,0	3,3
<i>Cyanobium</i> sp.	2528,4	1,3	2038,4	1,0	1911,0	1,0
<i>Chroococcus limneticus</i>	33,6	5,7	3,2	0,5	12,8	2,2
<i>Synechococcus</i> sp.					16,2	0,1
<i>Aphanothece minutissima</i>	460,0	0,3			472,0	0,3
<i>A. smithii</i>			1760,0	0,7	1340,0	0,5
<i>Aphanothece</i> sp.			1080,0	0,6	1602,0	1,0
<i>Aphanocapsa elegans</i> comb. nov.	720,0	4,5	980,0	6,2	1408,0	8,9
<i>Snowella litoralis</i>	50,0	1,3	332,0	8,6	1048,0	27,2
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	223,8	21,7	420,4	40,8	433,8	42,1
<i>Anabaena lemmermannii</i>					3,6	0,7
<i>A. planctonica</i>	28,8	4,3	45,2	6,7	136,8	20,2
<i>Pseudanabaena</i> sp.	1592,0	38,2	1256,0	30,1	3052,0	73,2
<i>Planktothrix agardhii</i>	4851,2	281,4	5543,6	321,5	5979,4	346,8
<i>P. rubescens</i>	388,6	24,9	331,4	21,2	1748,6	111,9
<i>Limnothrix</i> sp.	364,2	7,6	149,2	3,1	447,8	9,4
<i>Tychonema bourellyi</i>	391,8	39,6	853,0	86,2	326,6	33,0
<i>Geitlerinema</i> sp.	1020,8	31,6	2289,6	71,0	1850,8	57,4
TOTALE CYANOBACTERIA	12653,2	462,4	17082,0	598,2	21789,4	735,9
<i>Cyclotella comensis</i>	383,4	119,6	456,3	142,4	1117,8	348,8
<i>C. comensis</i> morf. <i>minima</i>	78,3	2,7	21,6	0,8	13,5	0,5
<i>C. atomus</i>	145,8	7,3	199,8	10,0	434,7	21,7
<i>C. ocellata</i>			5,4	7,4	8,1	11,1
<i>C. glomerata</i>	27,0	2,2	27,0	2,2	186,3	15,1
<i>Cyclostephanos dubius</i>					45,9	3,5
<i>Stephanodiscus parvus</i>	27,0	2,8	10,8	1,1	45,9	4,8
<i>Rhizosolenia eriensis</i>	16,2	6,2	99,9	38,2	48,6	18,6
<i>Tabellaria flocculosa</i>	7,2	18,2				

Tab. 5 - Segue

	Staz. 1 densità	Staz. 1 biomassa	Staz. 2 densità	Staz. 2 biomassa	Ghiffa densità	Ghiffa biomassa
<i>Diatoma tenuis</i>	428,0	417,3	485,6	473,5	719,2	701,2
<i>Synedra acus</i>	10,0	51,1	6,4	32,7	14,4	73,6
<i>S. acus</i> var. <i>angustissima</i>	19,6	75,8	20,4	78,9	43,6	168,8
<i>Fragilaria crotonensis</i>	114,0	95,1	159,2	132,8	36,4	30,4
<i>F. gruppo famelica</i>					1,2	1,5
<i>Asterionella formosa</i>	6,4	2,6	18,8	7,7	28,8	11,9
<i>Nitzschia actinastroides</i>	9,2	3,4	16,4	6,0	11,2	4,1
TOTALE BACILLARIOPHYCEAE	1272,1	804,3	1527,6	933,7	2755,6	1415,6
<i>Chrysochromulina parva</i>	434,7	22,0	361,8	18,3	553,5	28,1
Cfr. <i>Ochromonas</i> sp.	324,0	3,0	145,8	1,4	56,7	0,5
<i>Chrysamoeba</i> sp.					8,1	1,1
<i>Uroglena americana</i>	164,7	9,9	175,5	10,5	51,3	3,1
<i>Dinobryon sociale</i>	6,8	0,8	1,6	0,2	16,8	2,0
TOTALE CHRYSOPHYCEAE	930,2	35,7	684,7	30,4	686,4	34,8
<i>Katablepharis ovalis</i>	94,5	18,4	70,2	13,7	140,4	27,4
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>	291,6	26,5	286,2	26,0	380,7	34,6
<i>Rhodomonas minuta</i>	32,4	5,4	32,4	5,4	43,2	7,2
<i>Cryptomonas erosa</i>	56,7	102,2	48,6	87,6	43,2	77,9
<i>Cryptomonas</i> sp.	2,8	6,5	1,6	3,7	6,4	14,8
TOTALE CRYPTOPHYCEAE	478,0	159,0	439,0	136,4	613,9	161,9
<i>Gymnodinium helveticum</i>	1,6	16,2			1,2	12,1
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	0,4	3,9	1,0	9,7	0,4	3,9
<i>Ceratium hirundinella</i>	1,8	130,1	1,8	130,1	0,4	28,9
TOTALE DINOPHYCEAE	3,8	150,2	2,8	139,8	2,0	44,9
<i>Eudorina elegans</i>			1,2	0,3	12,8	2,7
<i>Gonium pectorale</i>			3,2	0,4	14,0	1,6
<i>Ankyra lanceolata</i>			16,2	0,7		
<i>Coelastrum reticulatum</i>			43,2	9,9		
<i>C. polychordum</i>	96,0	21,1	40,0	8,8	187,2	41,2
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	16,0	2,5	4,8	0,8	16,8	2,7
<i>Paulschulzia pseudovolvox</i>	12,8	2,7	12,8	2,7	15,6	3,3
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	2,4	0,5	3,2	0,6	4,0	0,8
<i>Mougeotia</i> sp.	9,6	11,2	2,4	2,8	3,2	3,7
<i>Closterium acutum</i> v. <i>variabile</i>					0,4	0,3
TOTALE CHLOROPHYTA	136,8	38,0	127,0	27,0	254,0	56,3
TOTALE GENERALE	23921,7	1653,0	27840,3	1868,7	34333,3	2452,7

ZOOPLANCTON

In Tabella 6 sono riportati i dati relativi alle densità di popolazione dello zooplancton rilevate nelle due stazioni del lago situate su fondali a 50 e a 100 m dalla riva (Stazione 1 e Stazione 2, rispettivamente), e in quella di riferimento, ubicata in zona pelagica (Ghiffa).

Tab. 6. Composizione tassonomica e densità di popolazione dello zooplancton nelle due stazioni dell'areale rivierasco e nella stazione pelagica di Ghiffa (26/10/10).

Lago Maggiore		staz 1 26/10/10	staz 2 26/10/10	Ghiffa 26/10/10
<i>Eudiaptomus</i> spp.	adulti	1775	1669	2121
<i>Cyclops abyssorum</i>	adulti	282	478	233
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	adulti	52	151	224
<i>Megacyclops viridis</i>	adulti	0	0	0
Calanoida	copepoditi	5565	4706	7562
	nauplii	6483	5965	9566
Cyclopoida	copepoditi	2088	2047	2855
	nauplii	4677	4102	2908
Totale Copepodi		20922	19118	25469
<i>Daphnia hyalina-galeata</i>		397	638	1235
<i>Eubosmina longispina-coregoni</i>		313	185	107
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>		867	1065	859
<i>Leptodora kindtii</i>		84	25	45
<i>Bythotrephes longimanus</i>		115	25	45
Totale Cladoceri		1776	1938	2291
<i>Asplanchna priodonta</i>		1002	940	438
<i>Keratella cochlearis</i>		470	495	412
<i>Keratella quadrata</i>		63	0	0
<i>Synchaeta oblonga</i>		0	0	36
<i>Synchaeta tremula</i>		21	0	0
<i>Trichocerca</i> spp.		21	8	0
<i>Ploesoma truncatum</i>		0	8	0
<i>Polyarthra</i> gr. <i>vulgaris-dolichoptera</i>		1420	1284	689
<i>Polyarthra</i> gr. <i>Maior-euryptera</i>		21	17	9
<i>Kellicottia longispina</i>		198	386	376
<i>Conochilus unicornis-hippocrepis</i>		407	872	895
<i>Euchlanis</i> gr. <i>dilatata parva</i>		2975	2953	2345
<i>Gastropus stylifer</i>		21	8	18
<i>Collotheca</i> sp.		31	84	45
Totale Rotiferi		6650	7055	5263
Totale popolamento		29348	28111	33023

L'analisi dei dati consente di evidenziare una lieve tendenza all'aumento della densità numerica nella stazione ubicata nella zona ove il lago raggiunge la sua massima profondità (Ghiffa) rispetto alle due stazioni rivierasche (stazioni 1 e 2; Tab. 6). Tuttavia, tale incremento non risulta accompagnato da sostanziali modificazioni nella struttura del popolamento zooplanctonico. Come si può osservare dall'analisi del grafico in figura 19, le 2 stazioni più prossime alla riva risultano essere tra loro molto simili, con livelli di presenza relativa delle tre componenti del popolamento zooplanctonico del tutto raffrontabili tra loro. La dominanza dei Copepodi, tipica di questo periodo dell'anno, risulta lievemente accresciuta nella stazione di Ghiffa, ove più contenuta è la presenza dei Rotiferi. Detto incremento è dovuto alla componente dominante in seno al popolamento a Copepodi, quella dei Calanidi (Fig. 20).

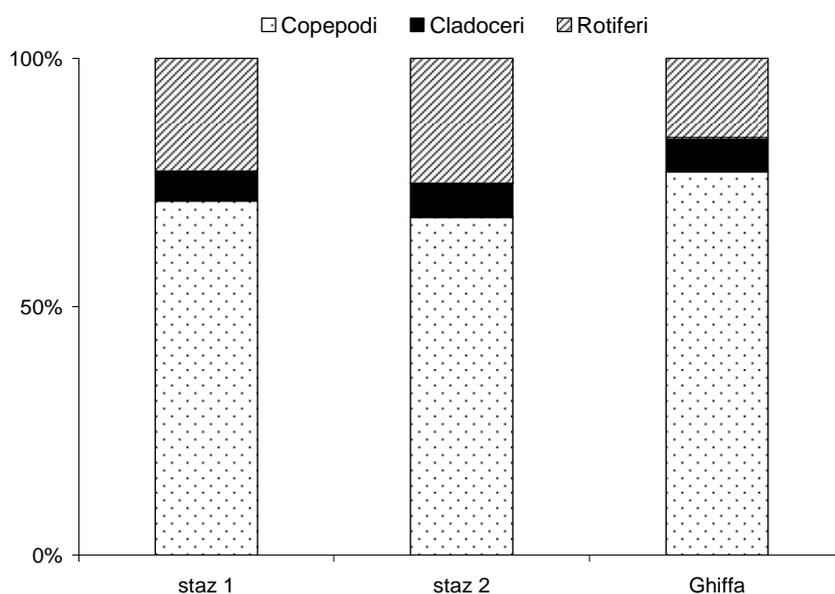


Figura 19. Struttura del popolamento zooplanctonico nelle due stazioni rivierasche ed in quella pelagica, di riferimento, rilevata nell'ottobre del 2010.

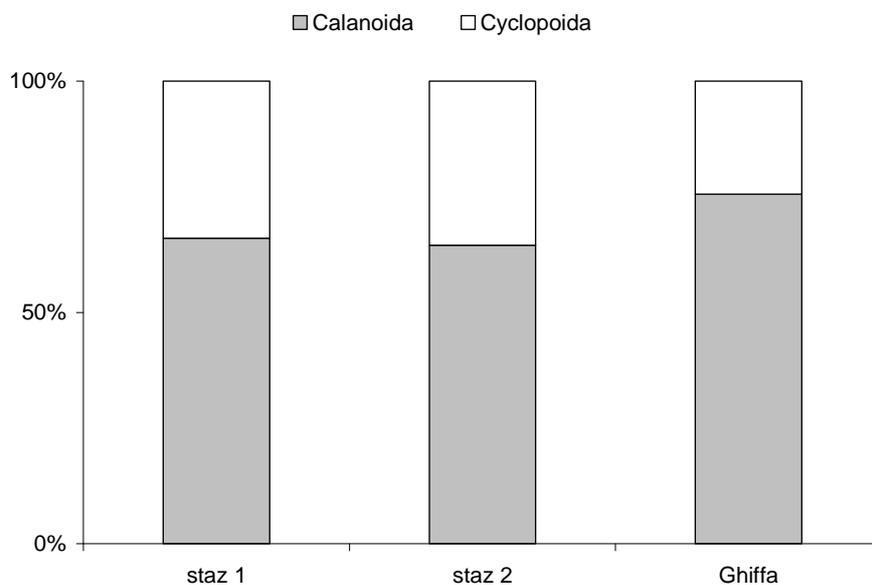


Fig. 20. Struttura del popolamento a Copepodi nelle due stazioni prossime alla Foce del Torrente San Bernardino e in quella pelagica di Ghiffa nell'ottobre del 2010.

Un'analisi della struttura del popolamento a Rotiferi (Fig. 21) consente di evidenziare la dominanza di *Euchlanis gr. dilatata parva*, cui seguono, in ordine d'importanza, *Polyarthra gr. vulgaris-dolichoptera*, *Asplanchna priodonta* e *Conochilus unicornis-hippocrepis*.

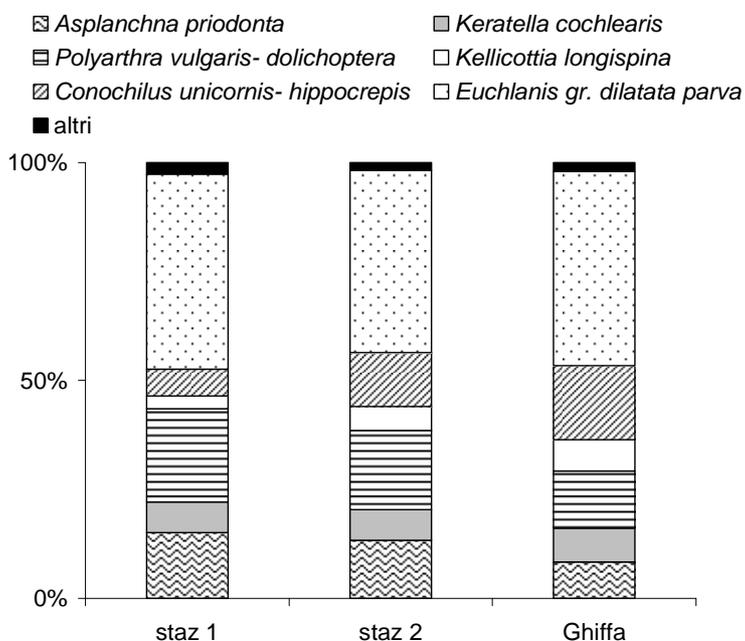


Figura 21. Struttura del popolamento a Rotiferi nelle due stazioni rivierasche ed in quella pelagica, di riferimento, rilevato nel mese di ottobre del 2010.

La densità numerica della componente a Cladoceri è risultata decrescere leggermente lungo il gradiente litorale-pelago (Tab. 6). Il confronto della struttura del popolamento nelle tre stazioni consente di evidenziare un aumento progressivo nell'importanza di *Daphnia hyalina-galeata* dalla stazione più rivierasca verso quella ubicata nel pelago lacustre, controbilanciato da una graduale diminuzione nell'importanza di *Eubosmina longispina-coregoni* e di *Diaphanosoma brachyurum*. Lievemente maggiore risulta la presenza dei predatori di grossa taglia *Bythotrephes longimanus* e *Leptodora kindtii* nella stazione 1.

Nell'insieme, le differenze rilevate sono imputabili alla natura delle stazioni di campionamento, le prime due caratterizzate da una maggiore influenza del litorale rispetto a quella di riferimento, ubicata al largo dell'abitato di Ghiffa, nella zona più profonda del lago. Tale differenza si traduce in una lieve tendenza all'aumento dell'importanza di organismi zooplanctonici che sono maggiormente rappresentati in zone del lago più prossime alla riva.

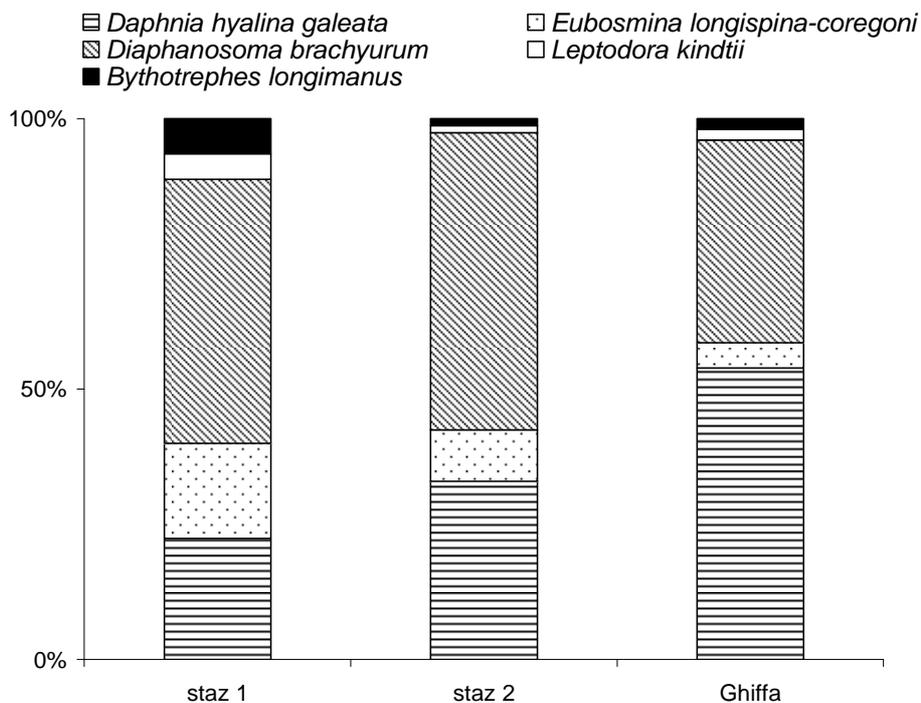


Figura 22. Struttura del popolamento a Cladoceri nelle due stazioni rivierasche ed in quella pelagica, di riferimento, rilevato a ottobre del 2010.