

15  
MUSEO CIVICO DI SCIENZE NATURALI DI BRESCIA

---

GAETANO BARBATO      MARIO GROTTOLO  
SERGIO RESOLA

## INDAGINE SUL LAGO D'IDRO

**Aspetti chimico-fisici, microbiologici  
e fitoplanctonici**

MONOGRAFIE DI «NATURA BRESCIANA»  
N. 15 - 1990

MUSEO CIVICO DI SCIENZE NATURALI DI BRESCIA

---

GAETANO BARBATO      MARIO GROTTOLO  
SERGIO RESOLA

## **INDAGINE SUL LAGO D'IDRO**

**Aspetti chimico-fisici, microbiologici  
e fitoplanctonici**

MONOGRAFIE DI «NATURA BRESCIANA»  
N. 15 - 1990

«NATURA BRESCIANA»  
Direttore responsabile U. Vaglia  
Autorizzazione del Tribunale di Brescia N. 233 del 10.V.1965

Promodis Italia editrice - Brescia, 1990

GAETANO BARBATO      MARIO GROTTOLO  
SERGIO RESOLA

**INDAGINE SUL LAGO D'IDRO**  
**Aspetti chimico-fisici, microbiologici**  
**e fitoplanctonici**

**INDICE**

PRESENTAZIONE .....	p.	5
PREMESSA .....	»	7
ASPETTI CHIMICO-FISICI (Sergio Resola) .....	»	9
ASPETTI MICROBIOLOGICI (Mario Grottole) .....	»	45
NOTIZIE SUL FITOPLANCTON (Gaetano Barbato) .....	»	69



## PRESENTAZIONE

Il piano di monitoraggio straordinario del Lago d'Idro è stato promosso dalla Amministrazione della USSL 39, Comunità Montana di Valle Sabbia, su indicazione del Servizio n. 1, I.P.A., per la comparsa di alcuni segnali di allarme sullo stato di salute dell'Eridio.

Lo studio, protrattosi per circa oltre un anno, ha permesso l'osservazione scientifica dello stato delle acque e degli affluenti del lago, delle possibili fonti di inquinamento sia di natura biologica che chimica e quindi la formulazione di proposte e direttive di bonifica delle stesse.

Si ringrazia quindi il Prof. Gaetano Barbato, dell'Università di Brescia, che autorevolmente ha coordinato il piano di monitoraggio straordinario del Lago d'Idro, il dr. Resola ed il dr. Grottolo del PMIP di Brescia; un ringraziamento particolare infine ai dottori Besozzi e Taglietti nonché al personale Tecnico del Servizio n. 1 IPA, U.S.S.L. 39 per il lavoro di controllo capillare e pressoché quotidiano esercitato sugli insediamenti civili e produttivi ubicati in prossimità del Lago.

L'Amministrazione dell'U.S.S.L. 39, Comunità Montana di Valle Sabbia, è lieta di avere dato alle stampe un'opera scientifica che permetterà una maggiore conoscenza di un lago che per molte caratteristiche è, nella zona, unico e che rappresenta una preziosa risorsa naturale e turistica, per l'intero comprensorio.

Angelo Bodei  
Assessore all'Ecologia

Il Servizio n. 1 USSL 39 esistente operativamente sul territorio dal 1986, ha individuato in questi anni le possibili fonti di rischio per il bacino idrico del lago di Idro usufruendo della collaborazione attiva di tutto il personale medico e tecnico.

Sono stati individuati i seguenti significativi punti di scarico fognario in lago convoglianti al più scarichi civili:

- 1) territorio di Idro:
  - a) zona Pieve Vecchia all'altezza della trattoria da Arrigo: collettore fognatura comunale;
  - b) zona Pieve Vecchia sotto il ponte: collettore fognatura comunale;
  - c) zona Canale Enel sponda verso il Municipio: collettore con depuratore biologico fognatura comunale;
  - d) zona Vesta: collettore residence Vesta;
- 2) territorio di Anfo:
  - a) zona Camping Palafitte, troppo pieno fognatura vicino alla riva;
  - b) zona Camping Pilù, 100 metri dal lago, collettore con depuratore biologico fognatura comunale;

- 3) territorio di Bagolino:
  - a) zona Campeggio Pian d'Oneda collettore fognatura Comunale;
  - b) zona Campeggio Pian d'Oneda; troticoltura Foglio.

Come si vede, di tutti gli scarichi, i soli depuratori effettivamente con trattamento biologico (fanghi attivi) sono quelli di Anfo e di Idro (depuratore Comunale); gli altri sono o tal quali, oppure depurati con passaggio in fossa biologica (settiche o Imhof).

Scarichi industriali significativi a lago sono invece:

- 1) territorio comune di Anfo:
  - a) ditta Albe, lavorazione di oggetti in ottone e rame (dispone di presidio depurativo fisico-chimico ed è attualmente collegato alla fognatura comunale).
- 2) territorio Comune di Bagolino (Ponte Caffaro):
  - a) ditta Aluxal, lavorazione di oggetti in alluminio con trattamenti superficiali (lucidatura e anodizzazione), scarico diretto a lago.

Esistono inoltre numerosi scarichi civili con recapito nel sottosuolo nella fascia di almeno 1 km. dalla linea di costa:

- a) abitazioni lontane dalle fognature Comunali in tutti e tre i Comuni;
- b) campeggi.

Le abitazioni dispongono di fosse biologiche prima della dispersione nel sottosuolo; i campeggi dispongono di impianti di depurazione biologici.

Almeno una volta all'anno vengono eseguiti campionamenti agli scarichi delle fognature comunali dotati di depuratore, ai campeggi e alle ditte citate.

Negli anni si è notata una maggior cura ed attenzione alla gestione degli impianti.

Altre fonti inquinanti sono sicuramente gli spargimenti sul suolo di liquame animale a scopo agricolo se non addirittura lo spargimento abusivo, a mezzo di cisterna, derivante dallo svuotamento periodico delle fosse biologiche.

Come Servizio tecnico di consulenza dei comuni, il Servizio n. 1 ha cambiato negli anni i punti di prelievo acque di balneazione: nell'anno 1989 i punti di campionamento sono stati portati dal numero di 10 al numero di 17 per avere un quadro più chiaro della situazione.

Per quanto riguarda la balneazione, si segnala che il Servizio n. 1 ha chiesto la deroga al Presidente della Giunta Regionale Lombardia per quanto riguarda il parametro ossigeno disciolto concesso il 14.7.87 e valido fino al 14.9.91, che ha comportato il piano di monitoraggio curato dal prof. Barbato.

Si segnala infine che dal 1989 il Servizio n. 1 non esprime pareri favorevoli per concessioni edilizie di stabili nuovi ubicati nel raggio di 1 km. dalla linea di costa del lago d'Idro, come prescritto dalla L.R. 62/85 per adeguarsi al piano di risanamento provinciale delle fognature.

Fabio Besozzi Valentini coordinatore U.O. I.P.  
Giorgio Taglietti coordinatore U.O. I.A.  
Servizio N. 1 I.P.A. U.S.S.L. 39 Nozza di Vestone

## PREMESSA

Il lago d'Idro, il più piccolo fra i laghi vallivi bresciani è situato alla estremità sud-orientale della provincia e la sua sponda nord-orientale costituisce il confine con la provincia di Trento. Ha una forma allungata ed è chiuso da rilievi di notevole altezza; le coste sono prevalentemente ripide, con l'eccezione della zona di Crone, e la piattaforma costiera è assai scarsa.

Il bacino imbrifero misura 617 km<sup>2</sup> rappresentati per 390.5 dalle valli dell'alto Chiese e affluenti; per eliminare 151 dalla valle del Caffaro, per 64 dalle gronde del lago stesso nonché dalle valli minori che in esso confluiscono: fra le più notevoli sulla destra quelle del Re e del Liperone, sulla sinistra quelle del rio Vesta, del rio Vantone e della Val Grande d'Idro.

**Tab. 1** Dati morfometri del Lago d'Idro.

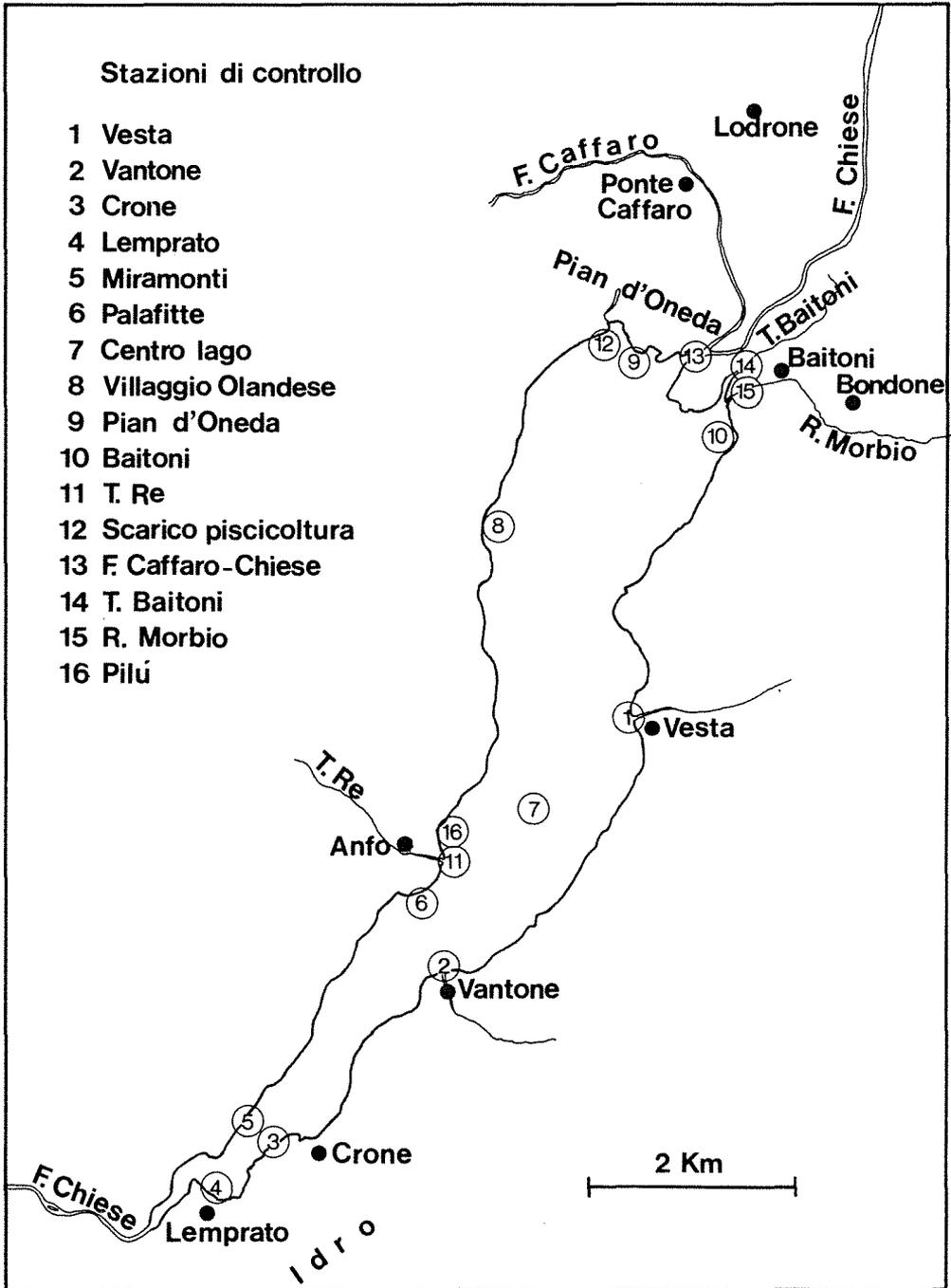
Area del bacino imbrifero .....	617 km <sup>2</sup>
Altezza media sul mare .....	368 m
Area del lago (alla quota di 370 m) .....	11.5 km <sup>2</sup>
Lunghezza della linea di costa .....	24 km
Lunghezza massima .....	10 km circa
Larghezza massima .....	1.9 km circa
Profondità massima .....	120 m
Volume .....	6,84 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>

Il lago è stato da tempo trasformato in bacino per la produzione di energia elettrica: il suo livello nonché l'entrata e l'uscita delle acque sono regolati a seconda delle esigenze di energia e secondariamente dei fabbisogni agricoli. Dato che gli affluenti più importanti, il Chiese e il Caffaro sono regolati in base alle utilizzazioni umane, gli unici corsi d'acqua che si gettano direttamente nel lago con portate dipendenti dall'andamento stagionale sono il Re, il Liperone, il Vantone, il Vesta, il Morbio, il Baitoni.

La conseguenza più importante di questa artificialità del lago sono le grandi variazioni di livello: infatti la quota varia dai 363.60 ai 370 metri s.l.m.. Secondo i dati forniti dalla Società Lago d'Idro i livelli hanno oscillato per il 1987 fra i 365,35 e i 369.53 m/s. l.m. per il 1988 fra i 363.760 e i 369.930 e per i 1989 fra i 363.040 e i 369.500 m/s.l.m.

Dal punto di vista geologico nel bacino del Chiese e dei suoi affluenti prevalgono le rocce impermeabili. La tonalite è presente nel massiccio dell'Adamello, nella val di Fumo e nell'alta val di Caffaro; porfidi quarziferi sono presenti nelle Giudicarie e nella zona di Bagolino, sulle due sponde del Chiese vi sono grandi formazioni di dolomia triassica al di sotto della quale si trovano degli strati di gesso, ancora al di sotto strati di Raibl costituiti da tufi scistosi rossi.

L'indagine è iniziata su invito e per conto dell'USSL 39 della provincia di Brescia ed ha tenuto conto di tutti quei parametri che sono indicati dal Ministero della Sanità ai fini dell'autorizzazione alla balneabilità. Essa è iniziata nel mese di novembre 1987 e si è protratta per un anno.



SERGIO RESOLA\*

## INDAGINE SUL LAGO D'IDRO: ASPETTI CHIMICO-FISICI

**RIASSUNTO** - Per un periodo di tredici mesi sono state studiate le caratteristiche chimico-fisiche delle acque superficiali del lago d'Idro. Una sola stazione di campionamento, Pian d'Oneda, ha rivelato la presenza di una alta concentrazione di nutrienti, derivanti verosimilmente dagli scarichi della fognatura di Ponte Caffaro e di una piscicoltura insediata a ridosso del lago.

Nella stagione estiva è stato frequentemente superato il valore limite della concentrazione di ossigeno disciolto fissato dal DPR n. 470/82 per la balneazione; ciò ribadisce tuttora la necessità della deroga regionale emanata nel 1987.

Sono stati studiati gli immissari del lago più significativi ed individuato grossi apporti di nutrienti nel fiume Caffaro-Chiese e nello scarico della piscicoltura in Pian d'Oneda.

Un controllo effettuato lungo la colonna d'acqua ha confermato lo stato meromittico del lago.

**SUMMARY** - During a period of 13 months we have examined the physical-chemical characteristics of superficial water of lake Idro.

Only one sampling station, Pian d'Oneda, has shown a large quantity of nutrients, probably brought by sewerage and by pisciculture waste water.

In the summer months the concentrations of oxygen dissolved has often exceeded the value of 120%, the upper limit fixed by D.P.R. n. 470/82 for bathings; therefore, is still necessary the regional derogation from such a limit issued in 1987.

We have analysed water quality of some affluents, founding an hight amount of nutrients in the Caffaro-Chiese and in the pisciculture waste water in Pian d'Oneda.

Examination in the deep waters has confirmed meromittic state of lake Idro.

### INTRODUZIONE

Eutrofia è un termine di derivazione greca (eu=buon, trophè=nutrimiento) che sta ad indicare un eccessivo arricchimento di sostanze nutrienti in un ambiente acquatico disponibili per la biomassa vegetale.

Vi è un processo naturale di eutrofizzazione che si realizza in tempi estremamente lunghi ed è determinato dal dilavamento del suolo ad opera delle acque circolanti. Le sostanze vegetali o minerali che sono trascinate nel corpo idrico fungono una vera e propria azione fertilizzante.

Altre cause di eutrofizzazione fre le più comuni sono da considerare quelle domestica, agricola ed industriale che possono accelerare enormemente il processo naturale di "invecchiamento" del corpo idrico.

---

\* P.M.I.P. uo chimica USSL 41 Brescia.

In un lago, la presenza di un'ampia disponibilità di nutrienti permette un eccezionale rigoglio della flora acquatica ed un conseguente aumento della produttività ittica. Segue poi a questa prima fase positiva la morte dei vegetali e la loro caduta sul fondo. Qui, imputridendo, essi consumano enormi quantità di ossigeno disciolto determinando finanche stati di anossia, letali per gli organismi bentonici aerobi. Lo stadio finale è costituito dalle condizioni di anaerobiosi in cui la mineralizzazione delle sostanze organiche procede a discapito delle molecole ossidate (nitrati, solfati) con produzione di sostanze tossiche (ammoniaca, acido solfidrico).

Sono stati individuati una quindicina di elementi e composti essenziali richiesti per lo sviluppo delle alghe, ma, secondo la legge di Liebig, è sufficiente la scarsità anche di uno solo di questi a bloccare tale sviluppo. Allo stato attuale delle conoscenze ritenuto, in generale, che l'eutrofizzazione abbia nel fosforo il suo fattore limitante.

Il monitoraggio, condotto dal novembre '87 al novembre '88 mediante controlli mensili, ha interessato il centro lago e buona parte delle stazioni rutinariamente controllate nel corso della stagione di balneazione, a norma del D.P.R. n. 470/82. Sono stati altresì presi in considerazione la punta nord orientale del lago (spiaggia Baitoni), la confluenza dei fiumi Caffaro-Chiese ed alcuni immissari minori: il torrente Re, lo scarico della piscicoltura in Pian d'Oneda, il torrente Baitoni ed il rio Morbio (vedi cartina).

In data 16/06/88, a centro lago, sono stati inoltre eseguiti campionamenti sulla verticale.

## MATERIALI E METODI

Le misure del pH, della temperatura e dell'ossigeno disciolto sono eseguite sul campo. Le restanti analisi chimiche sono effettuate sui campioni raccolti in bottiglie di PVC da 1 litro e trasportati in laboratorio in contenitori refrigerati.

Temperatura: termometro a bulbo di mercurio con campo di misura da 0 a 50°C e sensibilità di 0,1°C.

ph: piaccamento Radiometer mod. PHM80 a compensazione manuale della temperatura.

Ossigeno disciolto: cella polarografica e membrana semipermeabile, strumento YSI mod. 54. Il controllo della misura strumentale e l'analisi in colonna d'acqua sono eseguite con il metodo Winkler.

Azoto ammoniacale: metodo all'indofenolo (IRSA '84).

Azoto nitroso: per diazotazione e successiva copolazione (IRSA '72).

Azoto nitrico: metodo al salicilato (IRSA '86).

Fosforo solubile: metodo al blu di molibdeno (IRSA '82).

Fosforo totale: digestione acida per tre ore a 95°C con persolfato e successiva determinazione al blu di molibdeno.

Alcalinità: titolazione potenziometrica a ph 4,5.

Cloruri: metodo al ferricianuro (modificato) (APHA '80)

Solfati: misura turbidimetrica (IRSA '79)

Sodio, calcio, magnesio: analisi per spettrofotometria di emissione e plasma, strumento Beckman Spectrospan VI

Potassio: spettrofotometria di assorbimento atomico, strumento Pye Unicam mod. SP90A

Conducibilità elettrica specifica: misurazione a 18½C con strumento Radiometer CDM 83

Trasparenza: con disco Secchi

Livello idrometrico: la lettura effettuata sulla scala idrometrica situata in località "Prato della fame" in Baitoni.

Il campionamento della colonna d'acqua è eseguito con bottiglia "Kemmerer", contenente un termometro a bulbo di mercurio.

## **RISULTATI E CONSIDERAZIONI SUI DATI RILEVATI ALLA SUPERFICIE DEL LAGO**

Per l'intera durata del monitoraggio le risultanze analitiche hanno evidenziato sempre una sostanziale omogeneità di quasi tutta la superficie del lago, che per ragioni di semplificazione sarà rappresentata nel prosieguo tramite la media dei valori misurati in ciascuna delle stazioni di campionamento. Il solo punto di disomogeneità riscontrato, in riferimento ad alcuni parametri specifici, è localizzato nella zona nord-occidentale del lago, Pian d'Oneda.

Per tracciare il quadro della situazione in forma sufficientemente chiara e sintetica si riportano in tabella I i dati analitici rilevati mensilmente in Pian d'Oneda ed i corrispondenti valori medi calcolati per le restanti stazioni del lago. Sono, altresì, riportati un completo elenco delle determinazioni eseguite nel corso del monitoraggio, tabelle VI-XVIII, ed una breve analisi statistica relativa ai soli dati di superficie, tabella XIX.

### **Temperatura**

L'andamento della temperatura media superficiale del lago è direttamente correlato con la variabilità interannuale degli eventi meteorologici (fig. 1). La massima escursione termica osservata è compresa tra 5,4 e 24,9°C, misurati rispettivamente nel marzo e nell'agosto '88, ed il valor medio annuale è pari a 13,3°C.

Tra le temperature medie annuali misurate per ciascuna stazione di controllo non sono emerse differenze significative (fig. 2). Differenze degne di nota, sono state registrate nel febbraio e nel marzo '88 in Pian d'Oneda dove la temperatura ha superato le restanti stazioni rispettivamente di 3, 6 e 2,2°C (tab. I).

### **pH**

Il lago è un sistema naturalmente tamponante in grado, cioè di opporsi a grosse variazioni di pH. Tale capacità gli è conferita dalla presenza nelle acque del sistema bicarbonati-carbonati-anidride carbonica. Quando una massiccia proliferazione algale produce un forte consumo di CO<sub>2</sub>, il pH dell'acqua subisce un incremento, frenato dai processi che operano un reintegro della CO<sub>2</sub> stessa. Primo fra tutti la trasformazione dei bicarbonati in carbonati, che libera anidride carbonica secondo la reazione:  $2 \text{HCO}_3^- = \text{CO}_3^{--} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ . Altri meccanismi efficaci sono la respirazione degli organismi presenti e la solubilizzazione in acqua della CO<sub>2</sub> atmosferica.

Il potere tampone di un'acqua dipende dal pH ed è direttamente proporzio-

Tab. I - Confronto mensile fra i dati riscontrati in Pian d'Oneda (b) ed i valori medi calcolati per le rimanenti stazioni del lago (a).

meze		nov87	dic87	gen88	feb88	mar88	apr88	mag88	giu88	lug88	ago88	set88	ott88	nov88
Temp. aria (*)	°C	15	6	6	5	1	12	16	20	22	22	10	18	7
Temp. acqua	°C	(a) 11,7	7,7	6,3	6,0	6,0	9,3	15,1	20,2	21,0	23,9	17,7	15,7	10,1
		(b) 12,2	7,9	5,7	9,6	8,2	10,2	14,8	20,4	20,0	23,8	17,6	16,2	10,0
pH		(a) 8,06	7,88	8,01	8,06	8,10	8,06	8,92	9,04	8,84	8,80	8,95	8,75	8,43
		(b) 8,04	7,88	7,97	7,79	7,70	8,13	8,85	9,03	8,81	8,81	8,92	8,76	8,06
Ossigeno	% sat	(a) 97	84	81	92	96	103	127	129	127	118	122	124	90
		(b) 104	86	84	88	87	115	125	138	128	123	118	127	127
NH <sub>3</sub> -N	µg/l	(a) 4	4	4	5	18	8	9	12		11	11	5	9
		(b) 5	137	240	240	108	68	43	18		17	9	8	213
NO <sub>2</sub> -N	µg/l	(a) 11	10	4	4	5	7	7	8		6	5	7	7
		(b) 14	12	7	9	10	9	7	9		6	4	7	11
NO <sub>3</sub> -N	µg/l	(a) 555	553	532	567	543	557	567	382		241	256	250	393
		(b) 585	683	640	822	935	598	610	375		247	310	316	446
PO <sub>4</sub> -P	µg/l	(a) 1	1	2	3	1	3	1	1		4	2	6	5
		(b) 1	35	11	93	118	9	6	2		6	2	9	49
P tot.	µg/l	(a) 14	7	10	14	11	12	11	10		14	11	12	14
		(b) 33	51	23	112	153	39	45	15		13	12	24	64
Alc.	meq/l	(a) 2,0	1,9	2,0	1,9	2,0	2,0	1,9	1,6		1,7	1,7	1,7	1,9
		(b) 2,0	1,8	1,8	2,0	2,2	1,9	1,9	1,6		1,7	1,7	1,6	1,9
Cl <sup>-</sup>	mg/l	(a) 0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7			0,9	1,0	0,9
		(b) 0,9	0,8	0,7	1,1	0,7	0,7	0,7	0,8			1,0	1,1	1,0
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	mg/l	(a) 28,1	31,0	31,0	36,3	40,3	32,1	27,9	26,0		20,1	18,0	29,2	30,1
		(b) 28,0	29,0	29,0	29,0	32,0	30,0	29,0	27,0		19,0	16,0	29,0	26,0
Na <sup>+</sup>	mg/l	(a) 1,0	1,1	1,0	0,9	1,1	1,1	1,0	0,9		1,0	1,0	0,9	0,7
		(b) 1,0	1,7	1,3	2,5	2,3	1,3	1,1	1,0		1,0	1,1	0,9	1,2
K <sup>+</sup>	mg/l	(a) 0,7	0,8	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6		0,6	0,6	0,5	0,6
		(b) 0,7	0,9	0,7	1,0	1,3	0,8	0,7	0,6		0,6	0,6	0,5	0,6
Ca <sup>++</sup>	mg/l	(a) 36,2	34,6	34,9	35,4	37,6	35,1	34,7	30,1			29,1	35,2	37,8
		(b) 37,3	31,7	29,3	32,9	37,3	33,7	35,9	30,5			27,7	33,9	35,1
Mg <sup>++</sup>	mg/l	(a) 9,1	10,0	10,8	10,7	11,5	10,8	8,8	8,2		7,7	7,1	8,2	8,1
		(b) 8,8	10,0	9,2	11,5	12,3	10,3	8,6	8,1		7,5	7,1	8,1	8,4
Trasp.	m	(a) 4,4	10,0	10,0	5,9	5,7	5,7	3,4	4,0	4,2	5,4	4,8	5,4	4,9
		(b) 2,5	10,0	10,0	3,5	4,0	4,0	3,0	2,5	2,5	4,5	4,5	5,5	5,0
Liv. idr.	m			1,8	1,1	1,3	2,0	3,9	5,6	5,8	2,8	0,4	0,4	1,6

(\*) misurata il mattino alle ore 9 circa.

nale alla alcalinità; a parità di questa il potere tampone è minimo per valori di pH prossimi a 8,3, e attorno a tale valore, perciò, si osserveranno le variazioni di pH più accentuate (fig. 3).

L'andamento temporale del pH mostra, come atteso, una stretta correlazione con le fluttuazioni della temperatura e dell'ossigeno disciolto (figg. 1 e 5). Lo sviluppo della biomassa algale, infatti, promosso da un innalzamento della temperatura, causa accelerate produzioni di ossigeno ed elevati consumi di CO<sub>2</sub> che determinano a loro volta l'innalzamento del pH.

Dal maggio al settembre '88 sono stati misurati nel lago d'Idro valori di pH elevatissimi, mediamente compresi tra 8,8 e 9,0. Quest'ultimo è il limite massimo consentito per le acque di balneazione, secondo il citato D.P.R..

Tra le singole stazioni di campionamento non sono evidenziate differenze rilevanti del pH (fig. 4). I valori maggiori sono, comunque, individuati nelle stazioni settentrionali Villaggio Olandese e Baitoni; il meno elevato, pH = 8,37, è misurato in Pian d'Oneda che appare risentire in misura maggiore la presenza di immissioni.

### Ossigeno disciolto

L'ossigenazione di un corpo idrico si realizza attraverso la solubilità diretta dell'ossigeno atmosferico in acqua e attraverso il processo biologico della fotosintesi clorofilliana operato dalla biomassa vegetale. I fattori che promuovono la solubilità dell'ossigeno atmosferico sono in primo luogo una bassa temperatura, una elevata pressione ed una bassa salinità. Alla pressione di una atmosfera, ad esempio, la concentrazione massima di ossigeno disciolto ottenibile (il 100% di saturazione), in acqua distillata esposta all'aria, è di 14,6 mg/l a 0 °C; essa si riduce a 9,1 mg/l a 20 °C e a 7,5 mg/l a 30 °C. Quando si esponga la medesima acqua ad una atmosfera di ossigeno puro si ottiene un netto incremento della concentrazione di ossigeno disciolto, che diviene pari a 40 mg/l circa a 0°C. Ciò spiega i valori di sovrasaturazione registrati in condizioni di eutrofia; infatti, con la proliferazione algale assume grossa rilevanza l'attività fotosintetica e con essa la concentrazione di ossigeno puro. Tale fenomeno risulta circoscritto al solo strato superficiale del lago dove il fitoplancton si concentra, essendo massima l'energia radiante disponibile. La misura dell'ossigeno disciolto risulta, pertanto, un parametro essenziale per seguire il processo evolutivo della biomassa algale.

Scendendo lungo la verticale l'ossigenazione delle acque dipende in misura crescente dai moti di avvezione e, cioè dal maggiore o minore approfondimento dello strato rimescolato. Nell'ipolimnio la biomassa decantata è soggetta a decomposizione con enorme consumo di ossigeno disciolto; quand'esso non sia adeguatamente reintegrato e, cioè, in mancanza di una forte idrodinamica, si determina localmente uno stato di anossia con effetti deleteri sull'ecosistema.

Alla superficie del lago d'Idro i valori medi mensili dell'ossigeno disciolto hanno registrato nel corso dell'anno ampie fluttuazioni, comprese tra l'81% in saturazione, misurato nel mese di gennaio, ed il 129%, nel mese di giugno (fig. 5). Dal maggio all'ottobre '88, con l'esclusione dell'agosto per ragioni di elevata temperatura, l'ossigeno disciolto ha superato costantemente la soglia del 120% in saturazione. Il valore più elevato, 138%, è stato misurato nel mese di giugno in Pian d'Oneda.

Secondo la normativa nazionale il tenore in ossigeno disciolto delle acque destinate alla balneazione dev'essere compreso tra il 70 ed il 120% in saturazione;

tali valori sono derogabili dalle Regioni rispettivamente a 50 e 170% qualora sia messo in atto uno studio per accertare l'assenza di alghe tossiche. Grazie all'adozione di tale provvedimento meno restrittivo il lago d'Idro ha potuto beneficiare nel corso del 1988 della balneabilità.

Le stazioni con la più elevata concentrazione media di ossigeno disciolto sono risultate Pian d'Oneda e Villaggio Olandese, rispettivamente con 112 e 109% di saturazione. La concentrazione media meno elevata, 106%, è riscontrata in Vantone, a Crone e Lemprato (fig. 6).

### **Trasparenza**

La trasparenza è una misura indiretta della quantità di particolato in sospensione. Nel Lago d'Idro, essendo il moto ondoso generalmente debole e scarsa quindi la risospensione del sedimento fine, la trasparenza è prevalentemente funzione della proliferazione algale. È riscontrata, difatti, una correlazione inversa della trasparenza con gli indici di produttività, ossigeno e pH (fig. 7). I valori maggiori della trasparenza, 10 m, sono riscontrati nel dicembre '87 e nel gennaio '88 su tutta la superficie del lago; i valori minori, al di sotto di 4 m, sono misurati in Pian d'Oneda nel novembre '87 e dal febbraio al luglio '88, e nelle altre stazioni per un periodo molto più ristretto, dal maggio al giugno '88.

È individuabile nel lago un leggero gradiente della trasparenza: più elevata nella parte bassa dove, perciò, risulta minore la produttività algale, e meno elevata nella zona settentrionale, compresa tra Villaggio Olandese, Pian d'Oneda a Baitoni dove i fenomeni eutrofici si rivelano relativamente più intensi (fig. 8).

### **Azoto Ammoniacale, Nitroso, Nitrico**

I composti azotati rivestono un ruolo fondamentale nel metabolismo animale e vegetale, subendo complesse reazioni di intertrasformazione. In condizioni aerobiche, l'azoto ammoniacale derivante dalla degradazione delle proteine subisce naturalmente processi di ossidazione batterica ad azoto nitroso e ad azoto nitrico, utilizzabile a sua volta dai vegetali per la sintesi delle proteine. In condizioni anaerobiche l'azoto nitrico svolge un'importante funzione di riserva di ossigeno riducendosi ad azoto ammoniacale. Al suo esaurimento segue la più dannosa riduzione dei solfati che genera acido solfidrico.

Per le tre forme dell'azoto sono registrati in Pian d'Oneda sensibili incrementi di concentrazione rispetto alle restanti stazioni (tab. I e figg. 9, 10). Ciò vale in modo particolare per l'azoto ammoniacale che risulta dieci volte più concentrato, con valori medi di 85  $\mu\text{g/l}$  contro gli 8  $\mu\text{g/l}$  del lago (fig. 13). Le concentrazioni massime sono evidenziate in Pian d'Oneda dal dicembre '87 al marzo '88 ed ancora nel novembre '88, secondo un andamento inversamente correlabile con la temperatura dell'aria (tab. I). Le cause sono innanzitutto da ricercare nella minore efficienza dei presidi depurativi presenti nella zona, a causa della bassa temperatura ambientale, ed in occasionali scarichi abusivi. Assume, inoltre, rilevanza il basso livello idrometrico che impedisce una maggiore diluizione degli sversamenti.

Nelle restanti stazioni del lago l'azoto ammoniacale e nitroso hanno mostrato per l'intero corso del monitoraggio concentrazioni minime e modeste oscillazioni attorno ai rispettivi valori medi, 8 e 7  $\mu\text{g/l}$ .

L'azoto nitrico ha subito dal giugno all'ottobre '88 un forte decremento, pas-

sando da 382 a 250  $\mu\text{g/l}$ . Ciò può essere attribuito al consumo algale e, principalmente, alla stratificazione estiva delle acque. Solamente nel tardo autunno il rimescolamento degli strati superficiali, indotto dalle peggiorate condizioni atmosferiche, ha reso possibile il ripristino delle più elevate concentrazioni. In presenza di una adeguata ventosità, infatti, sono generate in seno al lago correnti di risulta, upwelling, che trascinano in superficie le acque degli strati inferiori più ricche di nutrienti e, perciò, in grado di innescare blooms algali.

### Fosforo solubile e Fosforo totale

Elemento nutritivo per eccellenza, il fosforo riveste nella biochimica un ruolo di primaria importanza; un ingrediente essenziale del protoplasma cellulare, entra nella costituzione di numerose proteine e composti biologici di riserva ed è un elemento indispensabile nei principali fenomeni enzimatici naturali.

Assieme all'azoto, il fosforo è uno dei parametri maggiormente usati per definire il livello di produttività di un corpo idrico.

Nelle acque si trova generalmente disciolto in quantità modeste, derivando dalla naturale erosione dei suoli, dagli scarichi civili ed industriali e dal dilavamento del terreno agrario.

In Pian d'Oneda anche il fosforo, analogamente ai composti azotati, è risultato presente in concentrazioni di gran lunga superiori alle restanti stazioni di campionamento. I valori massimi sono misurati nel febbraio e nel marzo '88 rispettivamente con 93 e 118  $\mu\text{g/l}$  di fosforo solubile e con 112 e 153  $\mu\text{g/l}$  di fosforo totale (figg. 11-12).

Nel resto del lago i valori medi mensili del fosforo solubile hanno segnato costantemente valori contenuti intorno ai 3  $\mu\text{g/l}$ , ai limiti di sensibilità del metodo analitico.

Il fosforo totale ha subito anch'esso nel tempo solo lievi scostamenti dal valor medio, 12  $\mu\text{g/l}$ , e a differenza dell'azoto nitrico non ha fatto registrare alcun evidente calo estivo, verosimilmente a causa del rilevante contributo di fosforo metabolico della biomassa algale.

La bassa concentrazione di fosforo riscontrata alla superficie del lago determina una condizione di fosforo limitazione. Secondo Chiaudani e Vighi (1975), infatti, il fosforo diviene il fattore limitante quando il rapporto "azoto totale inorganico/fosforo solubile" è maggiore di dieci: per il lago d'Idro tale rapporto è risultato pari a 27,7.

Volleinwaider ha proposto uno schema di valutazione del livello di produttività delle acque dolci lacustri, dopo la circolazione invernale, rappresentato in tab. II.

Tab. II - Proposta formulata da Vollenwaider per la valutazione del livello di produttività delle acque dolci lacustri.

	Fosforo totale	Azoto inorganico
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
1) Ultra-oligotrofi	< 5	< 200
2) Oligo-mesotrofi	5-10	200-400
3) Meso-eutrofi	10-30	300-650
4) Eu-politrofi	30-100	500-1.500
5) Politrofi	> 100	> 1.500

Nel lago d'Idro il fosforo e l'azoto rilevati in superficie hanno assunto nel periodo gennaio-maggio '88 valori medi rispettivamente di 12 e 567  $\mu\text{g/l}$  e, secondo Wollenwaider, tali acque sono classificabili "meso-eutrofiche".

### **Costituenti più comuni dello spettro ionico.**

Le concentrazioni ioniche di un corpo idrico superficiale sono direttamente correlate alle caratteristiche litologiche e pedologiche del bacino versante. Le acque circolanti dipendono, infatti, strettamente dal chimismo delle rocce su cui scorrono; ad esempio, per dilavamento di calcari, dolomiti e gessi possono aversi nell'acqua elevate concentrazioni di calcio, magnesio e solfati.

Nel lago d'Idro le concentrazioni ioniche totali sono risultate intermedie tra quelle dei laghi di Garda e di Iseo, con valori che oscillano tra 4,09 e 5,80 meq/l ed un valore medio annuale di 5,06 meq/l. È osservabile in tab. III un andamento stagionale delle stesse con i valori più elevati nel periodo gennaio-aprile, con un massimo nel mese di marzo, ed i valori meno elevati da giugno a settembre, in corrispondenza della massima stratificazione estiva. Dal mese di ottobre la concentrazione ionica ritorna poi a crescere in seguito al parziale rimescolamento delle acque.

La componente anionica prevalente è costituita dai bicarbonati, assunti uguali è alla alcalinità totale, che assumono nell'arco dell'anno valori compresi tra 99 e 121 mg/l. Seguono in ordine decrescente i solfati, 18-40 mg/l, i nitrati, 1,07-2,51 mg/l, ed i cloruri, 0,6-1,0 mg/l (figg. 17-22).

Il calcio costituisce la componente cationica prevalente, 28-38 mg/l; seguono il magnesio, 7-11,5 mg/l, il sodio, 0,7-1,1 mg/l, ed il potassio, 0,5-0,8 mg/l (figg. 23-30).

I valori più elevati di alcalinità, calcio, magnesio e solfati sono individuati nelle stazioni più meridionali del lago, Crone e Lemprato, verosimilmente a causa della particolare litologia del fondale.

### **Livello idrometrico**

Nel corso del monitoraggio sono state osservate variazioni assai rilevanti del livello idrometrico, occorse in brevi lassi di tempo. Ad esempio, tra il 13 luglio ed il 15 settembre '88 è stato registrato un abbassamento del livello di ben 5,4 m (fig. 31).

L'esame complessivo dei dati raccolti, tuttavia, non ha permesso di individuare con certezza alcun nesso diretto, da più parti suggerito, tra le escursioni del livello idrometrico del lago ed il manifestarsi di intensi fenomeni eutrofici. A parere dell'autore, le cause di questi ultimi vanno attribuite, invece, a fattori, di cui si dirà ampiamente in seguito, quali l'accentuata stratificazione delle acque ed il loro sal-tuario e parziale rimescolamento.

Tab. III - Concentrazioni ioniche medie (meq/l)

	nov87	dic87	gen88	feb88	mar88	apr88	mag88	giu88	lug88	ago88	set88	ott88	nov88
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2,000	1,900	2,000	1,900	2,000	2,000	1,900	1,600		1,700	1,700	1,700	1,900
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	0,585	0,645	0,645	0,756	0,840	0,669	0,581	0,541		0,419	0,375	0,608	0,627
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,040	0,039	0,038	0,040	0,039	0,040	0,040	0,027		0,017	0,018	0,018	0,028
Cl <sup>-</sup>	0,020	0,018	0,021	0,017	0,019	0,019	0,020	0,020			0,026	0,029	0,025
S.A.	2,645	2,602	2,704	2,714	2,898	2,728	2,541	2,189			2,119	2,355	2,580
Na <sup>+</sup>	0,045	0,049	0,045	0,037	0,049	0,048	0,044	0,039		0,044	0,044	0,041	0,032
K <sup>+</sup>	0,017	0,020	0,016	0,017	0,018	0,018	0,015	0,015		0,015	0,015	0,014	0,015
Ca <sup>++</sup>	1,804	1,728	1,743	1,767	1,875	1,750	1,729	1,501			1,451	1,754	1,885
Mg <sup>++</sup>	0,746	0,826	0,888	0,879	0,949	0,889	0,724	0,678		0,630	0,584	0,672	0,665
S.C.	2,613	2,622	2,692	2,700	2,891	2,705	2,512	2,234			2,094	2,481	2,598

Tab. IV - Analisi in colonna d'acqua effettuata il 16 giugno '88

Profondità m.	Temp °C	pH	Oss. % sat	NH <sub>3</sub> -N μg/l	NO <sub>2</sub> -N μg/l	NO <sub>3</sub> -N μg/l	PO <sub>4</sub> -P μg/l	P tot. μg/l	Alc. meq/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Cond. μS/cm
m. 0,2	19,8	9,02	132	7	8	377	1	10	1,6	28	0,9	0,6	30	8,3	188
m. 30	7,0	7,52	50	8	2	526	8	17	2,4	44	1,0	0,7	45	12,5	335
m. 75	7,0	7,12	1	197	1	27	172	181	3,1	58	1,1	1,2	58	16,5	359

## ESAME DEI DATI ACQUISITI IN COLONNA D'ACQUA.

La quantità e la distribuzione dei nutrienti in un lago dipendono in primo luogo dall'apporto degli immissari, dal rilascio dei sedimenti bentonici e dalla idrodinamica del lago.

I campionamenti del 16/06/88, effettuati a centro lago sulla verticale, in superficie, a 30 m. e 75 m. di profondità, hanno mostrato, procedendo verso il basso, un progressivo peggioramento della qualità dell'acqua. In particolare è osservato un forte incremento di fosforo, azoto ammoniacale e concentrazione salina, e corrispondentemente una brusca diminuzione di azoto nitrico e di ossigeno disciolto (fig. 33, tab. IV). A 75 m. di profondità, inoltre è chiaramente avvertito l'odore putrido dell'idrogeno solforato.

Il quadro evidenzia un'accentuata stratificazione delle acque ed un grave stato di ipossia già in atto a soli 75 m. di profondità.

La meromissi del lago d'Idro, cioè la mancanza di un periodico rimescolamento delle acque profonde, è nota e documentata in letteratura dai lavori di Volenwaider (1962), Barbato (1972) e del C.N.R.-I.R.S.A. (1985). Per un utile confronto sono stati affiancati in fig. 34 i dati del C.N.R. relativi a nitrati, ammoniaca e fosforo, in superficie ed in profondità, ed i valori medi superficiali misurati nel presente studio. Inoltre, si riportano in fig. 35 i dati del C.N.R. relativi alle concentrazioni di ossigeno disciolto epilimnico ed ipolimnico dei laghi Garda, Iseo ed Idro.

È agevole constatare quanto l'ipolimnio del lago d'Idro si distingua per la scarsa ossigenazione delle sue acque, indice di una situazione pesantemente compromessa.

Tale condizione è ipotizzabile sia destinata nel tempo a peggiorare a causa del continuo accumulo sul fondo di sostanza organica in decomposizione. Secondo i recenti dati raccolti dall'Autore nel marzo e nel novembre '89 ed ancora nel marzo '90, non è più possibile riscontrare la presenza di ossigeno disciolto già a soli 60 metri di profondità.

Tale situazione è da attribuire, in primo luogo, alla struttura geomorfologica delle alture circostanti il lago e della stessa valle lacustre che impediscono, difatti, l'instaurarsi di un efficace moto ondoso e, perciò, il completo rimescolamento delle acque.

Va aggiunto, altresì, che se questo rimescolamento dovesse oggi riprodursi determinerebbe certamente un grave disastro ecologico poiché renderebbe asfittiche anche le acque superficiali con immaginabili conseguenze.

Secondo i dati di letteratura il rimescolamento tardo invernale del lago d'Idro interessa solamente i primi 35-40 m. della colonna; se da un lato esso permette l'ossigenazione, almeno, di questo strato del lago, dall'altro determina il riporto in superficie di acque più ricche di nutrimenti, idonee a stimolare la crescita algale.

Nei laghi di Garda ed Iseo il rimescolamento periodico interessa, invece, l'intera colonna d'acqua ed assicura in tal modo una buona omogeneità e l'ossigenazione dell'intero corpo idrico. Tale processo è vantaggiosissimo perché rallenta di fatto il naturale "invecchiamento" del corpo idrico.

## ESAME DEI DATI ACQUISITI SUGLI IMMISSARI

Parlando di immissari va tenuto presente che si tratta di realtà mutevoli, e quindi il giudizio emerso da un limitato numero di osservazioni assume necessariamente un valore indicativo. Pur con i limiti suesposti, l'indagine ha conseguito interessanti informazioni in merito all'apporto di nutrienti.

La concentrazione massima del fosforo è stata riscontrata nello scarico della piscicoltura, installata a ridosso del lago in Pian d'Oneda, ed è risultata in media dodici volte superiore a quella del Caffaro-Chiese (fig. 36). Nello stesso scarico sono state, inoltre, riscontrate le più elevate concentrazioni di ammoniaca, nitrati, cloruri, solfati, sodio e potassio (figg. 37-39).

Il Rio Morbio ed il torrente Baitoni hanno rivelato anch'essi concentrazioni di fosforo superiori a quelle del Caffaro-Chiese, e concentrazioni superiori, inoltre, per tutti i parametri chimici indagati ad eccezione del potassio e dei solfati. Il minor contenuto in fosforo è rinvenuto nel torrente Re, che ha superato in concentrazione il Caffaro-Chiese solo per il calcio, magnesio e nitrati.

Nell'ottobre '88 sono state eseguite sugli immissari misure approssimate della portata (fig. 32) che consentono di effettuare una stima di larga massima del carico di nutrienti svesato (figg. 42-45).

I dati più significativi riguardano gli apporti di fosforo del fiume Caffaro-Chiese e dello scarico della piscicoltura, calcolati rispettivamente in 23,8 e 7,3 Kg/d. È importante osservare che nonostante le notevoli differenze di portata, 15 e 0,38 mc/s rispettivamente, e di bacino idrografico, la piscicoltura risulta contribuire ben per il 23% del carico complessivo di fosforo contro il 74% del Caffaro-Chiese.

Anche il torrente Baitoni, lungo il corso del quale è pure installata una piscicoltura, è risultato contribuire con una quota di fosforo affatto trascurabile, il 24%. Il Rio Morbio ed il torrente Re hanno dato contributi più modesti, lo 0,7 e lo 0,4% rispettivamente.

L'apporto di azoto, invece è dovuto in più larga misura al fiume Caffaro-Chiese, con l'88% circa del carico complessivo; seguono lo scarico della piscicoltura, 3,2%, il torrente Baitoni, 1,0%, il torrente Re, 0,7%, il Rio Morbio, 0,1%.

Per ragioni di chiarezza va precisato, comunque, che lo scarico della piscicoltura non ha mai superato i limiti del fosforo e dell'azoto imposti dalla L. n. 319/76, corrispondenti a 500  $\mu\text{g/l}$  e 10000  $\mu\text{g/l}$  rispettivamente. In considerazione del livello trofico del lago, tuttavia, le Autorità locali potrebbero vincolare gli scarichi a limiti più restrittivi.

In tab. V è effettuato un confronto tra i carichi teorici di fosforo e di azoto: stimati dal C.N.R. (1985) ed i valori ricavati sperimentalmente nel corso del monitoraggio.

**Tab. V - Confronto tra il carico di nutrienti misurato ed i carichi teorici ed ammissibili secondo il Cnr-Irsa (1985)**

	'87-'88	CNR-IRSA 1985
Carico Fosforo (Kg/a)	11700	
Carico Azoto (Kg/a)	378941	
Carico Fosforo teorico (Kg/a)		11300
Carico Azoto teorico (Kg/a)		169100
Carico Fosforo ammissibile (Kg/a)		15100
Carico Azoto ammissibile (Kg/a)		226500

I dati di tabella V evidenziano: 1) che il carico di fosforo sperimentalmente determinato è dello stesso ordine di grandezza del teorico; 2) che il carico di azoto risulta superiore al doppio del teorico; 3) che a causa dell'elevato apporto di azoto è possibile una evoluzione del lago ad un grado di trofia maggiore. Il carico di fosforo misurato risulta, invece, inferiore al carico ammissibile.

## CONCLUSIONI

La distribuzione delle caratteristiche chimico-fisiche indagate risulta sostanzialmente omogenea per la quasi totalità della superficie del lago. Fa eccezione la sola località "Pian d'Oneda" che risulta particolarmente interessata da scarichi civili ed assimilabili.

Lungo la verticale si rileva un sensibile peggioramento della qualità dell'acqua, imputabile alla condizione meromittica del lago. La mancanza di un periodico e completo rimescolamento delle acque ne determina la stratificazione e l'accumulo sul fondo delle sostanze tossiche e maleodoranti.

La condizione attuale del lago d'Idro appare molto compromessa così come emerge dai dati di letteratura e confermati in senso peggiorativo da uno studio dell'Autore, ancora in corso. Alla luce di tali risultanze non è ragionevole prevedere per il lago d'Idro un miglioramento spontaneo a causa del continuo apporto di sostanze nutrienti operato dagli immissari.

Nel corso del 1989 l'eutrofizzazione del lago d'Idro si è più intensamente manifestata, come evidenziato nel confronto tra i valori mensili del pH nelle stagioni di balneazione '88 ed '89 (fig. 46). L'incremento del pH registrato nel 1989 è notevole ed è frutto, certamente, di condizioni meteorologiche favorevoli ma anche di un'ampia disponibilità di nutrienti in superficie, consentita dall'apporto degli strati inferiori.

**Tab. VI - Determinazioni del 4 novembre '87**

Posizione	Temp. °C	pH	Oss. % sat	NH <sub>3</sub> -N μg/l	NO <sub>2</sub> -N μg/l	NO <sub>3</sub> -N μg/l	PO <sub>4</sub> -P μg/l	P.Tot μg/l	Alc. meq/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Trasp m
Vesta	11,5	8,05	99	4	11	547	1	13	2,0	0,7	28	1,0	0,7	36,7	9,1	5,0
Vantone	11,5	8,03	99	3	12	561	1	10	2,0	0,7	28	1,1	0,7	36,3	9,4	5,0
Crone	11,4	8,06	89	4	10	555	1	12	2,0	0,7	28	1,0	0,7	37,3	8,8	6,0
Lemprato	11,2	8,06	87	4	7	560	1	21	2,0	0,8	29	1/1	0,7	36,9	9,2	6,0
Miramonti	11,5	8,09	94	4	10	549	1	19	1,9	0,7	29	1,0	0,6	34,5	9,5	6,0
Palafitte	11,9	8,05	100	4	11	565	1	12	1,9	0,8	28	1/1	0,7	36	9,3	3,2
Centro lago	11,9	8,03	100	3	11	563	1	15	2,0	0,7	29	1,1	0,7	36,5	8,4	3,2
Vill. Olandese	12,5	8,09	106	5	17	547	1	10	1,9	0,7	27	1,0	0,6	34,7	8,9	2,5
Pian D'Oneda	12,2	8,04	104	5	14	585	1	33	2,0	0,9	28	1,0	0,7	37,3	8,8	2,5
Torrente Re		8,38		1	1	820	3	6	3,3	0,4	10	0,5	0,4	29,8	19,6	

**Tab. VII - Determinazioni del 15 dicembre '87**

Posizione	Temp. °C	pH	Oss. % sat	NH <sub>3</sub> -N μg/l	NO <sub>2</sub> -N μg/l	NO <sub>3</sub> -N μg/l	PO <sub>4</sub> -P μg/l	P tot μg/l	Alc. meq/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>+</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Trasp m
Vesta	7,8	7,89	83	3	10	557	2	8	1,9	0,6	31	1,1	0,8	34,7	10,0	10,0
Vantone	7,6	7,90	83	5	10	581	1	6	1,9	0,6	31	1,2	0,8	34,7	10,0	10,0
Crone	7,6	7,86	83	3	10	561	1	9	1,9	0,6	31	1,1	0,7	34,5	10,1	10,0
Lemprato	7,7	7,86	84	3	10	469	2	6	1,9	0,7	32	1,2	0,8	34,7	10,3	10,0
Miramonti	7,8	7,85	85	3	10	552	1	5	1,9	0,7	31	1,1	0,8	34,7	10,0	10,0
Palafitte	7,8	7,88	85	3	10	580	1	5	1,9	0,6	31	1,1	0,7	34,5	10,1	10,0
Centro lago	7,8	7,88	84	5	10	570	1	6	1,9	0,6	31	1,1	0,8	34,5	10,1	10,0
Villaggio Oland.	7,8	7,91	86	9	12	550	2	7	1,9	0,6	30	1,1	0,8	34,7	9,8	10,0
Pian d'Oneda	7,9	7,88	86	137	12	683	35	51	1,8	0,8	29	1,7	0,9	31,7	10,0	10,0
Fiume Chiese	5,0	7,96		3	1	674	9	11	1,6	0,7	24	1,1	0,7	27,7	8,7	

Tab. VIII - Determinazioni del 13 gennaio '88

Posizione	Temp. °C	pH	Oss. % sat	NH <sub>3</sub> -N µg/l	NO <sub>2</sub> -N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	P.Tot µg/l	Alc. meq/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Trasp m
Vesta	6,4	8,02	81	3	3	541	2	10	2,0	0,6	31	1,0	0,6	35,1	10,8	10,0
Vantone	6,3	7,99	81	3	4	538	2	10	2,0	0,8	31	1,1	0,7	35,1	10,8	10,0
Crone	6,3	8,01	81	3	3	505	2	10	2,0	0,8	31	1,0	0,6	35,3	10,8	10,0
Lepranto	6,3	8,05	81	3	3	523	2	10	2,0	0,7	32	1,0	0,6	35,7	11,1	10,0
Miramonti	6,3	8,01	80	3	3	523	2	10	2,0	0,8	31	1,0	0,6	34,5	10,9	10,0
Palafitte	6,3	8,02	80	3	4	532	2	10	2,0	0,8	31	1,0	0,6	34,3	10,8	10,0
Centro lago	6,3	8,00	80	5	4	517	2	9	2,0	0,9	31	1,0	0,6	34,9	10,7	10,0
Vill. olandese	6,4	8,00	81	5	5	560	2	10	2,0	0,6	30	1,1	0,7	34,5	10,5	10,0
Pian d'Oneda	5,7	7,97	84	240	7	640	11	23	1,8	0,7	29	1,3	0,7	29,3	9,2	10,0
Torrente Re		8,48		0	1	710	2	8	3,4	0,4		0,5	0,3	40,1	19,1	
Fiume Chiese	4,6	8,06		3	2	548	2	6	1,4	0,3	24	0,9	0,6	23,1	6,6	

Tab. IX - Determinazioni del 10 febbraio '88

Posizione	Temp. °C	pH	Oss. % sat	NH <sub>3</sub> -N µg/l	NO <sub>2</sub> -N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	P.Tot µg/l	Alc. meq/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Trasp m
Vesta	5,8	8,06	91	3	4	554	2	12	1,9	0,6	37	0,9	0,7	36,5	10,2	7,0
Vantone	5,8	8,05	94	3	4	535	3	13	1,9	0,6	36	1,0	0,6	36,3	10,1	7,0
Crone	6,3	8,14	96	4	4	527	2	10	1,9	0,6	38	0,8	0,7	35,7	10,9	7,0
Lemprato	6,3	8,11	96	4	4	548	3	16	2,0	0,6	41	0,8	0,6	38,5	11,1	7,0
Miramonti	6,2	8,09	90	4	4	560	3	14	1,9	0,6	39	0,8	0,6	35,7	11,1	7,0
Palafitte	6,0	8,03	92	4	4	598	3	15	1,9	0,6	36	0,8	0,7	34,7	11,0	5,0
Centro lago	6,0	8,02	91	6	4	572	3	13	1,9	0,6	36	0,8	0,7	35,1	10,8	5,0
Villaggio oland.	6,2	8,02	91	8	5	591	6	14	1,8	0,6	32	0,9	0,7	32,3	10,3	5,0
Pian d'Oneda	9,6	7,79	88	240	9	822	93	112	2,0	1,1	29	2,5	1,0	32,9	11,5	3,5
Baitoni	5,6	8,03	87	8	5	619	5	17	1,9	0,7	32	0,9	0,7	33,9	10,6	3,5
Scar.Piscic.		7,67		341	20	987	180	195	2,0	1,6	29	4,5	1,3	33,5	11,2	
Fiume Chiese	4,6	8,07		37	4	675	3	12	1,5	0,6	21	0,8	0,7	25,7	7,9	
Torr Baitoni (*)		7,75		6	9	1250	40	47	4,0	1,2	16	1,3	0,8	45,1	25,0	

(\*) Unitamente al Rio Morbio

**Tab. X - Determinazioni del 9 marzo '88**

Posizione	Temp. °C	pH	Oss. % sat	NH <sub>3</sub> -N µg/l	NO <sub>2</sub> -N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	P.Tot µg/l	Alc. meq/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Trasp m
Vesta	5,7	8,10	102	14	5	529	1	10	2,0	0,7	42	1,1	0,7	38,9	11,3	6,0
Vantone	5,4	8,02	95	18	5	540	2	11	1,9	0,7	42	1,1	0,7	36,5	11,4	6,0
Crone	6,2	8,16	91	15	5	540	1	9	2,0	0,6	41	1,1	0,7	38,1	11,6	6,0
Lemprato	6,2	8,06	90	11	5	540	2	12	2,0	0,6	43	1,2	0,7	38,4	11,9	6,0
Miramonti	6,5	8,14	95	12	1	540	1	10	2,0	0,7	41	1,1	0,7	37,7	11,8	6,0
Palafitte	6,4	8,05	90	22	5	542	2	10	2,0	0,7	39	1,1	0,7	37,3	11,3	5,5
Centro lago	6,1	8,10	94	22	5	540	2	13	2,0	0,7	39	1,1	0,7	37,3	11,5	5,5
Villaggio oland.	6,2	8,11	98	23	5	575	1	14	2,0	0,7	39	1,2	0,7	37,3	11,6	5,0
Pian d'Oneda	8,2	7,70	87	108	10	935	118	153	2,2	0,7	32	2,3	1,3	37,3	13,3	4,0
Baitoni	5,4	8,16	106	28	5	540	1	11	2,0	0,7	37	1,1	0,7	36,7	11,4	5,0
Torrente Re		8,57		5	5	720	4	8	3,3	0,5	9	0,4	0,3	36,3	21,6	
Scar. Piscic.		7,72		1240	11	970	151	261	2,1	1,9	27	2,7	1,7	35,5	12,0	
Fiume Chiese	6,6	8,19		91	6	900	25	35	2,4	0,5	28	1,6	0,9	38,7	12,8	
Torr Baitoni (*)		8,03		228	13	1080	31	63	3,8	1,2	14	1,5	0,6	44,5	22,7	

**Tab. XI - Determinazioni del 15 aprile '88**

Posizione	Temp. °C	pH	Oss. % sat	NH <sub>3</sub> -N µg/l	NO <sub>2</sub> -N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	P.Tot µg/l	Alc. meq/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Trasp m
Vesta	9,2	8,06	103	7	7	545	3	14	2,0	0,7	32	1,1	0,7	35,7	10,8	5,0
Vantone	9,0	8,07	99	7	7	545	2	17	2,0	0,7	32	1,1	0,7	35,9	10,6	7,0
Crone	9,3	8,01	100	10	5	536	3	4	2,0	0,7	33	1,1	0,7	35,7	11,1	6,0
Lemprato	9,5	8,05	100	5	7	545	3	7	2,0	0,7	34	1,2	0,7	35,5	11,2	6,5
Miramonti	9,3	8,06	102	10	6	545	2	14	2,0	0,7	33	1,1	0,7	33,5	11,1	6,0
Palafitte	9,2	8,07	102	7	6	545	3	12	1,9	0,7	32	1,1	0,7	33,7	11,0	6,0
Centro lago	9,3	8,08	103	5	7	545	3	10	1,9	0,6	32	1,1	0,7	35,5	10,9	6,0
Vill. olandese	9,2	8,07	102	9	7	589	2	15	1,9	0,7	31	1,1	0,7	33,5	10,6	5,0
Pian d'Oneda	10,2	8,13	115	68	9	598	9	39	1,9	0,7	30	1,3	0,8	33,7	10,3	4,0
Baitoni	9,3	8,11	113	11	7	616	3	12	2,0	0,7	30	1,1	0,7	36,7	9,9	4,0
Scar. piscic.		7,7		953	13	1178	131	175	2,0	0,9	29	2,5	1,6	34,3	11,0	
Fiume Chiese	6,6	8,06		31	5	866	4	13	2,0	0,6	32	1,1	0,7	37,1	10,0	
Torr Baitoni (*)		7,90		175	10	1062	31	39	3,9	0,8	25	1,5	0,6	54,1	20,9	

(\*) Unitamente al Rio Morbio

Tab. XII - Determinazioni del 12 maggio '88

Posizione	Temp. °C	pH	Oss. % sat	NH <sub>3</sub> -N µg/l	NO <sub>2</sub> -N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	P.Tot µg/l	Alc. meq/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Trasp m
Vesta	15,0	8,89	133	8	7	545	5	14	1,9	0,7	28	1,0	0,6	35,3	8,7	3,5
Vantone	15,2	8,95	127	8	7	545	1	12	1,9	0,7	28	1,0	0,6	35,5	8,6	3,5
Crone	15,0	8,86	123	7	6	545	0	6	1,9	0,7	30	1,0	0,6	34,5	9,7	3,5
Lemprato	15,0	8,96	133	7	6	590	0	6	1,9	0,7	28	1,1	0,6	33,9	9,6	3,5
Miramonti	15,0	8,94	125	9	8	580	1	9	1,7	0,7	27	0,9	0,6	31,7	8,3	3,5
Palafitte	15,2	8,94	125													3,5
Centro lago	15,2	8,93	125	9	6	580	1	14	1,9	0,7	27	1,0	0,6	35,1	8,6	3,5
Villaggio Oland.	15,4	8,93	129	10	7	590	3	16	1,9	0,7	28	1,0	0,6	35,5	8,6	3,5
Pian d'Oneda	14,8	8,85	125	43	7	610	6	45	1,9	0,7	29	1,1	0,7	35,9	8,6	3,0
Baitoni	15,2	8,90	127	14	6	545	1	12	1,9	0,7	28	1,0	0,6	35,7	8,5	3,0
Scar. Piscic.		7,45		416	10	1150	174	195	2,2	0,9	28	2,3	1,4	36,5	9,1	
Fiume Chiese	11,4	8,37		21	5	860	6	14	1,9	0,7	23	1,1	0,6	33,1	8,9	
Torr. Baitoni		8,70		31	8	1050	24	34	4,2	0,8	18	1,8	0,7	65,5	15,8	
Rio Morbio		8,80		18	5	610	23	31	3,4	0,7	14	1,7	0,6	59,9	8,5	

Tab. XIII - Determinazioni del 16 giugno '88

Posizione	Temp. °C	pH	Oss. % sat	NH <sub>3</sub> -N µg/l	NO <sub>2</sub> -N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	P.Tot µg/l	Alc. meq/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Trasp m
Vesta	19,4	8,94	128	11	8	372	1	11	1,6	0,7	23	0,9	0,6	28,9	8,2	3,5
Vantone	19,0	9,11	127	35	8	381	1	9	1,7	0,7	23	0,9	0,6	30,5	7,9	4,0
Crone	20,4	9,03	128	6	8	399	1	9	1,7	0,7	27	0,9	0,6	31,5	8,3	5,0
Lemprato	20,4	9,02	128	8	8	399	1	10	1,6	0,8	27	0,9	0,6	29,5	8,3	5,0
Miramonti	20,4	9,02	128	9	8	404	1	9	1,7	0,7	27	0,9	0,6	31,7	8,3	5,0
Palafitte	20,5	9,02	132													4,0
Centro lago	19,8	9,02	132	7	8	377	1	10	1,6	0,7	28	0,9	0,6	30,1	8,3	4,0
Villaggio Oland.	22,2	9,06	132	8	8	361	2	11	1,5	0,7	27	0,9	0,6	27,9	8,4	3,0
Pian d'Oneda	20,4	9,03	138	18	9	375	2	15	1,6	0,8	27	1,0	0,6	30,5	8,1	2,5
Baitoni	19,9	9,15	130	13	8	370	1	14	1,7	0,8	24	0,9	0,6	30,5	8,2	2,5
Scar. piscic.		7,34		323	22	1053	170	200	2,2	2,5	35	2,4	1,3	39,7	11,4	
Fiume Chiese	16,6	8,25		20	9	850	4	22	2,3	0,5	27	1,0	0,8	40,9	10,1	
Torr. Baitoni		8,78		11	9	390	3	25	2,3	1,3	26	1,0	0,6	39,3	10,7	
Rio Morbio		8,90		13	9	379	14	21	1,6	1,1	26	0,9	0,6	29,1	8,5	

Tab. XIV - Determinazioni del 13 luglio '88

Posizione	Temp. °C	pH	Oss. % sat	Trasp. m
Vesta	20,0	8,87	132	3,3
Vantone	20,0	8,89	127	4,0
Crone	23,0	8,84	125	5,0
Lemprato	22,0	8,84	127	5,0
Miramonti	22,0	8,84	129	5,0
Palafitte	21,0	8,83	132	4,0
Centro lago	21,0	8,83	125	5,0
Villaggio Oland.	20,0	8,82	128	3,0
Pian d'Oneda	20,0	8,81	128	2,5
Baitoni	20,0	8,83	120	3,5

Tab. XV - Determinazioni del 17 agosto '88

Posizione	Temp. °C	pH	Oss. % sat	NH <sub>3</sub> -N µg/l	NO <sub>2</sub> -N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	P.tot µg/l	Alc. meq/l	SO <sub>4</sub> <sup>---</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Trasp m
Vesta	23,4	8,83	109	12	7	237	3	13	1,6	16	1,0	0,6	7,8	5,5
Vantone	23,0	8,83	111	16	7	239	4	15	1,6	17	1,0	0,6	7,6	6,0
Crone	24,9	8,79	120	8	7	256	5	15	1,7	29	1,0	0,6	7,5	5,5
Lemprato	24,6	8,79	120	7	5	238	4	15	1,7	22	1,0	0,6	7,8	5,5
Miramonti	24,4	8,79	120	9	5	229	3	13	1,7	22	1,0	0,6	7,8	5,5
Palafitte	24,5	8,85	121	12	6	238	6	16	1,7	19	1,0	0,6	7,6	5,5
Centro lago	24,5	8,84	122	9	6	244	3	12	1,7	19	1,0	0,6	7,4	6,0
Villaggio Oland.	23,8	8,81	123	13	7	245	5	14	1,7	18	1,0	0,6	7,8	5,0
Pian d'Oneda	23,8	8,81	123	17	6	247	6	13	1,7	19	1,0	0,6	7,5	4,5
Baitoni	22,4	8,70	114	13	6	245	3	15	1,7	19	1,0	0,6	7,6	4,5
Torrente Re	18,0	8,34		4	4	625	4	11	2,2	7	0,3	0,3	20,0	
Scar. pisc.	11,2	7,42		458	25	1045	154	194	2,3	28	3,1	1,4	11,8	
Fiume Chiese	14,4	7,80		14	6	480	3	11	1,6	18	1,2	0,6	10,7	
Torr. Baitoni	12,4	8,4		24	8	254	21	44	3,4	16	1,6	0,7	21,4	
Rio Morbio	16,4	8,90		41	12	261	34	68	3,1	19	2,6	0,6	20,2	

Tab. XVI - Determinazioni del 15 settembre '88

Posizione	Temp. °C	pH	Oss. % sat	NH <sub>3</sub> -N µg/l	NO <sub>2</sub> -N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	P.Tot µg/l	Alc. meq/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Trasp m
Vesta	17,2	8,96	121	10	4	238	0	11	1,6	0,9	17	1,0	0,6	27,5	7,1	5,0
Vantone	17,2	8,95	121	10	4	245	0	2	1,5	0,9	19	1,0	0,6	26,4	7,0	5,0
Crone	18,2	8,94	127	13	4	248	2	10	1,7	0,9	18	1,0	0,6	29,7	7,2	5,0
Lemprato	17,6	8,94	129	16	4	248	2	12	1,7	1,0	22	1,1	0,6	31,1	7,4	5,0
Miramonti	18,2	8,99	125	13	4	261	2	11	1,7	0,9	17	1,0	0,6	30,5	7,1	5,0
Palafitte	18,2	8,96	125	10	6	273	3	12	1,7	0,9	17	1,0	0,6	29,5	7,0	5,0
Centro lago	17,8	8,97	124	8	8	267	3	14	1,7	0,9	17	1,0	0,6	29,5	7,1	4,5
Villaggio Oland.	18,4	8,97	127	10	4	278	2	9	1,7	0,9	18	1,0	0,6	29,9	7,0	5,0
Pian d'Oneda	17,6	8,92	118	9	4	310	2	12	1,7	1,0	16	1,1	0,6	27,7	7,1	4,5
Baitoni	16,9	8,90	102	12	4	248	1	14	1,6	1,0	17	1,0	0,6	27,5	7,0	4,0
Scar. piscic.	11,5	7,66		714	8	1071	152	237	2,3	3,0	27	2,5	1,3	40,9	10,0	
Fiume Chiese	15,4	8,75		19	3	420	3	14	1,6	0,8	15	1,1	0,6	27,1	6,5	
Torr. Baitoni	10,2	7,99		197	10	370	41	46	3,8	1,3	11	1,6	0,6	52,5	17,2	
Rio Morbio	12,2	8,35		337	8	395	213	264	3,6	1,2	17	1,7	1,1	50,1	17,6	

Tab. XVIII - Determinazioni del 19 ottobre '88

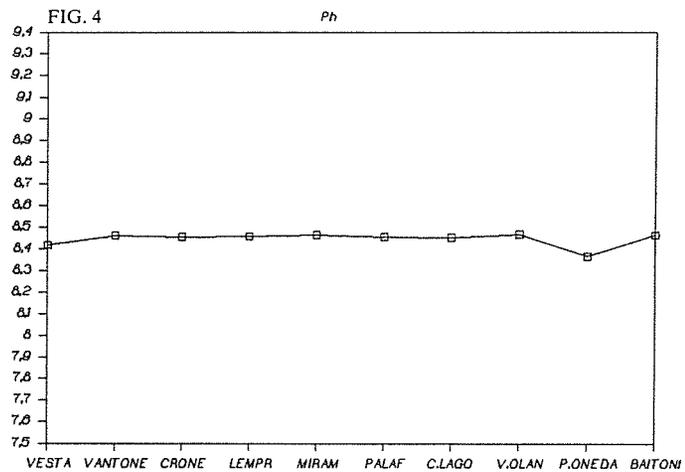
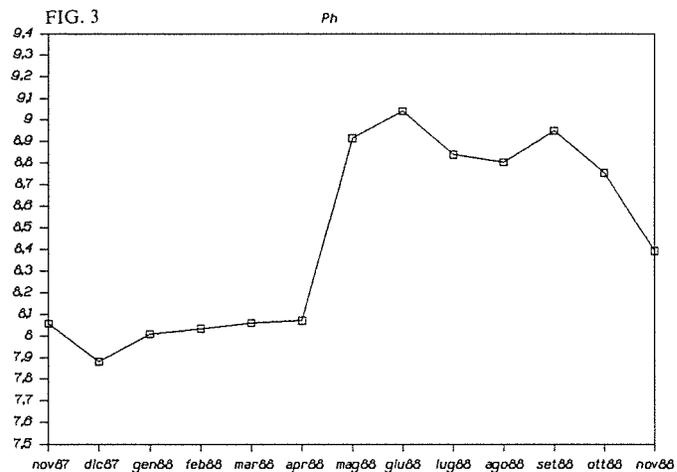
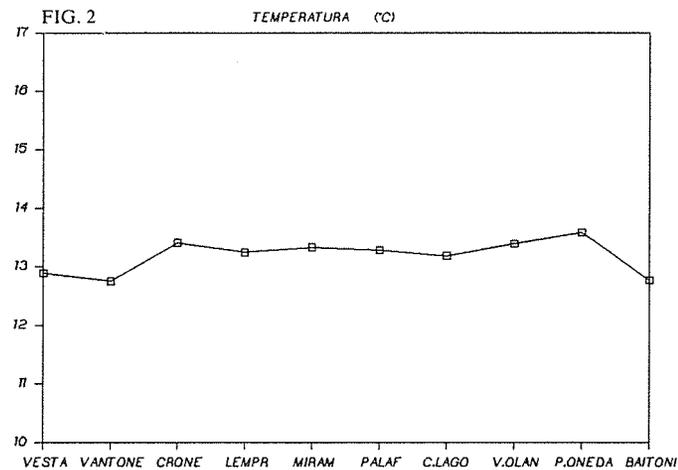
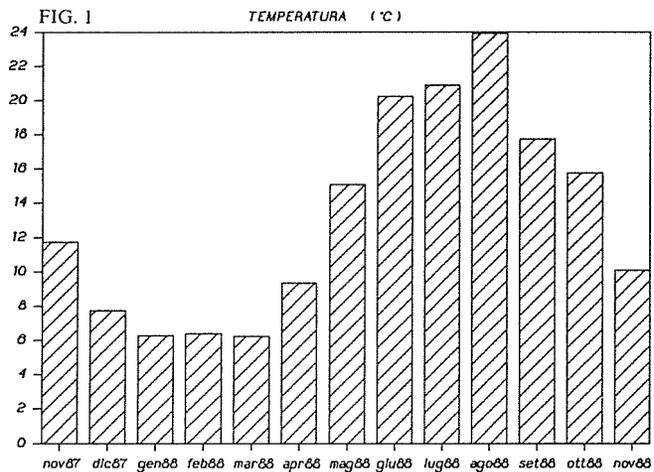
Posizione	Temp. °C	pH	Oss. % sat	NH <sub>3</sub> -N µg/l	NO <sub>2</sub> -N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	P.Tot µg/l	Alc. meq/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Trasp m
Vesta	16,1	8,34	125	4	7	241	6	11	1,6	1,0	34	1,0	0,6	33,7	8,2	5,5
Vantone	15,8	8,82	127	4	6	256	4	9	1,7	1,0	34	1,0	0,6	35,9	8,1	5,5
Crone	15,6	8,75	117	8	7	258	4	12	1,7	1,0	34	0,9	0,5	35,9	8,1	5,5
Lemprato	15,4	8,79	118	4	7	249	11	15	1,6	1,0	36	0,9	0,5	34,5	8,3	5,5
Palafitte	15,6	8,80	125	4	7	230	5	12	1,7	1,0	34	0,9	0,6	35,9	8,1	5,5
Centro lago	15,6	8,82	125	4	7	241	3	14	1,6	1,0	34	0,9	0,5	33,7	8,3	5,5
Villaggio Oland.	15,8	8,86	132	6	7	233	7	12	1,7	1,0	34	0,9	0,5	35,9	8,1	5,0
Pian d'Oneda	16,2	8,76	127	8	7	316	9	24	1,6	1,1	34	0,9	0,5	33,9	8,1	5,5
Baitoni	15,9	8,85	129	4	7	281	7	14	1,7	1,1	34	1,0	0,6	35,7	8,2	5,5
Scar. piscic.	10,8	7,29		774	11	828	156	170	2,1	3,9	38	2,5	1,3	41,5	10,6	
Fiume Chiese	10,8	7,66		30	4	575	12	16	1,5	0,8	17	0,6	0,5	29,3	5,4	
Torr. Baitoni	12,4	7,51		200	23	771	34	44	4,0	1,5	20	1,4	0,6	59,5	18,2	
Rio Morbio	14,1	8,00		411	14	1475	238	238	3,6	2,1	15	2,0	1,0	49,1	18,4	

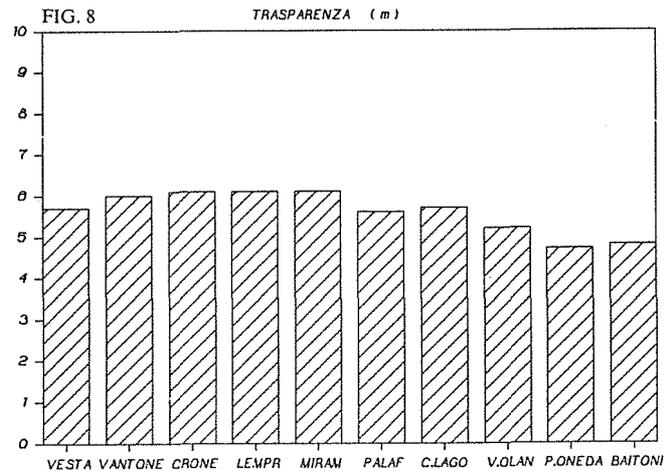
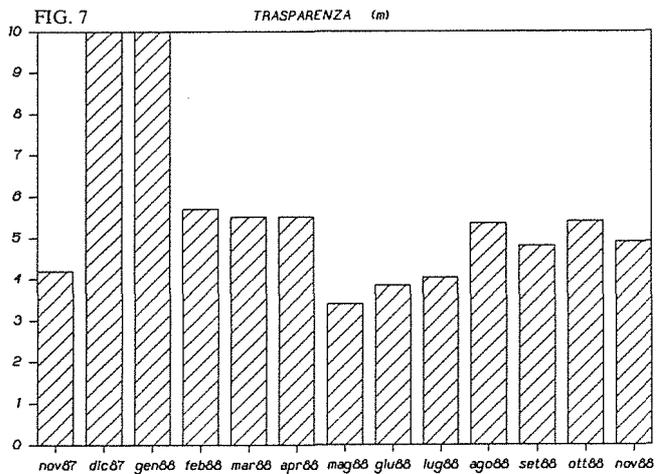
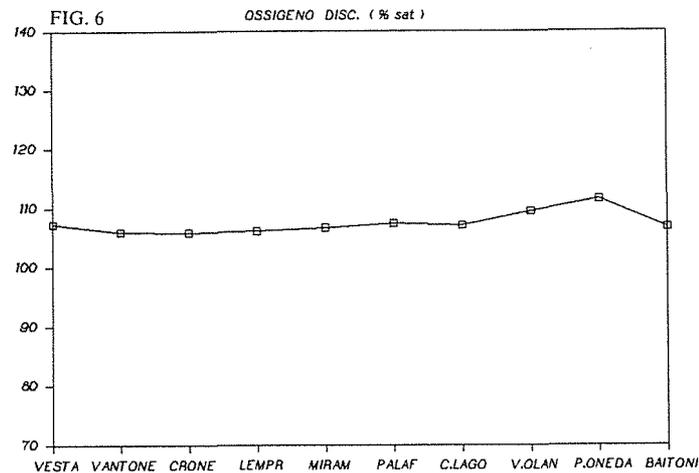
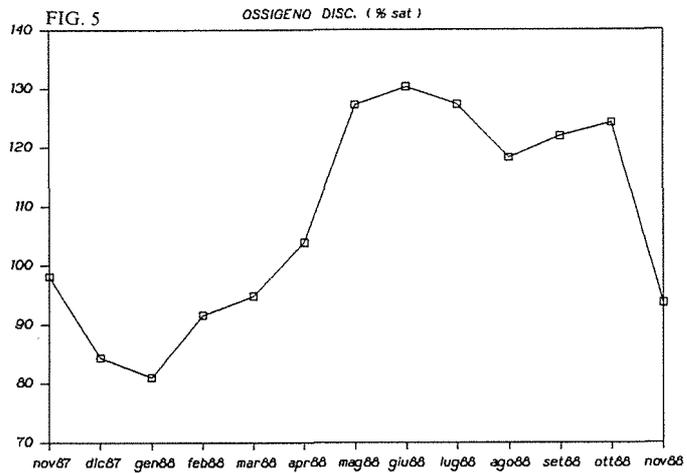
Tab. XVIII - Determinazioni del 17 novembre '88

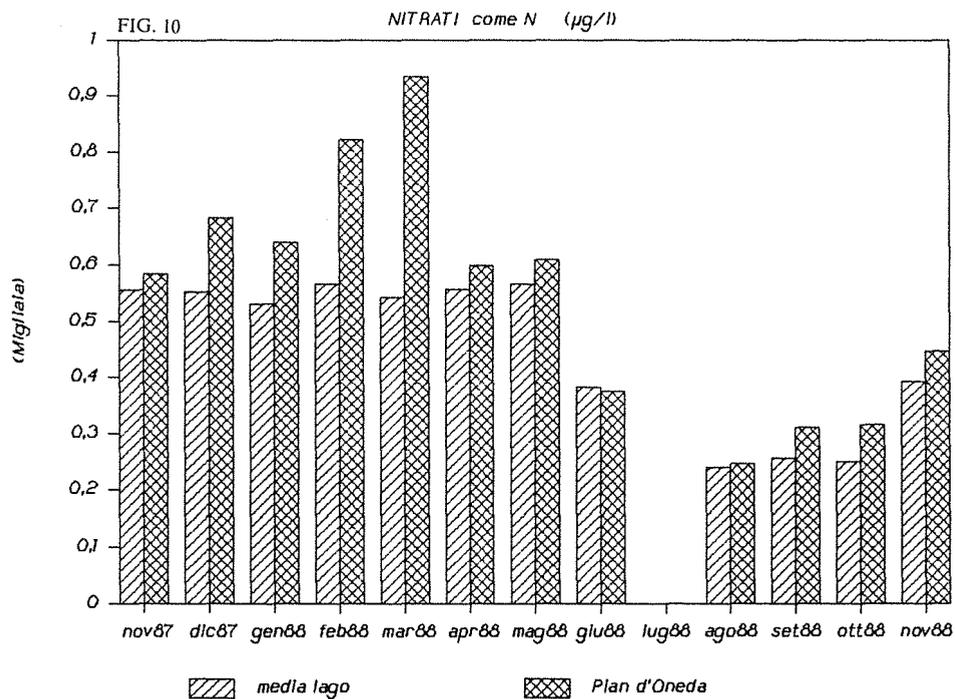
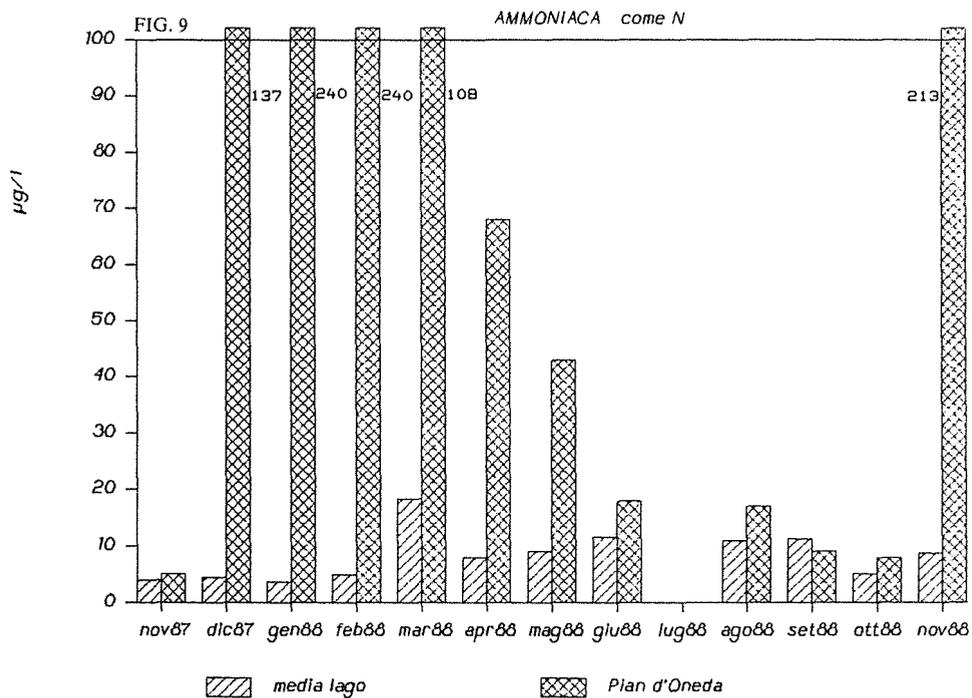
Posizione	Temp. °C	pH	Oss. % sat	NH <sub>3</sub> -N µg/l	NO <sub>2</sub> -N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	P.Tot µg/l	Alc. meq/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Trasp m
Vesta	10,1	8,43	88	7	6	381	6	15	1,9	0,9	29	0,7	0,6	36,9	8,0	5,0
Vantone	10,0	8,39	87	8	6	401	5	14	1,9	0,9	31	0,8	0,6	37,5	8,2	5,0
Crone	10,1	8,48	97	8	6	398	5	14	1,9	0,9	32	0,8	0,6	38,1	8,1	4,5
Lemprato	10,0	8,43	97	9	6	383	5	15	1,9	0,9	35	0,8	0,6	38,9	8,4	4,5
Palafitte	10,1	8,43	87	10	8	390	4	12	1,9	0,9	27	0,8	0,6	36,3	7,9	5,0
Centro lago	10,1	8,37	87	9	7	398	5	15	1,9	0,9	28	0,6	0,6	36,5	8,3	5,5
Villaggio Oland.	10,2	8,44	88	9	8	405	5	12	2,1	0,9	28	0,7	0,6	40,7	7,9	5,0
Pian d'Oneda	10,0	8,06	127	213	11	446	49	64	1,9	1,0	26	1,2	0,6	35,1	8,4	5,0
Baitoni	10,0	8,42	91	10	8	379	9	14	1,9	0,9	29	0,7	0,6	37,3	7,8	5,0
Scar. piscic.	10,0	7,69		946	16	850	250	409	2,3	2,6	27	2,7	1,8	40,5	10,2	
Fiume Chiese	8,6	8,42		113	10	867	39	48	2,7	0,7	19	1,1	0,7	43,5	11,3	
Torr. Baitoni	10,8	8,08		244	36	822	8	32	4,0	1,2	13	1,3	0,6	55,1	18,5	
Rio Morbio	7,8	8,57		910	26	1930	333	399	3,6	1,1	11	4,4	0,6	43,7	18,8	

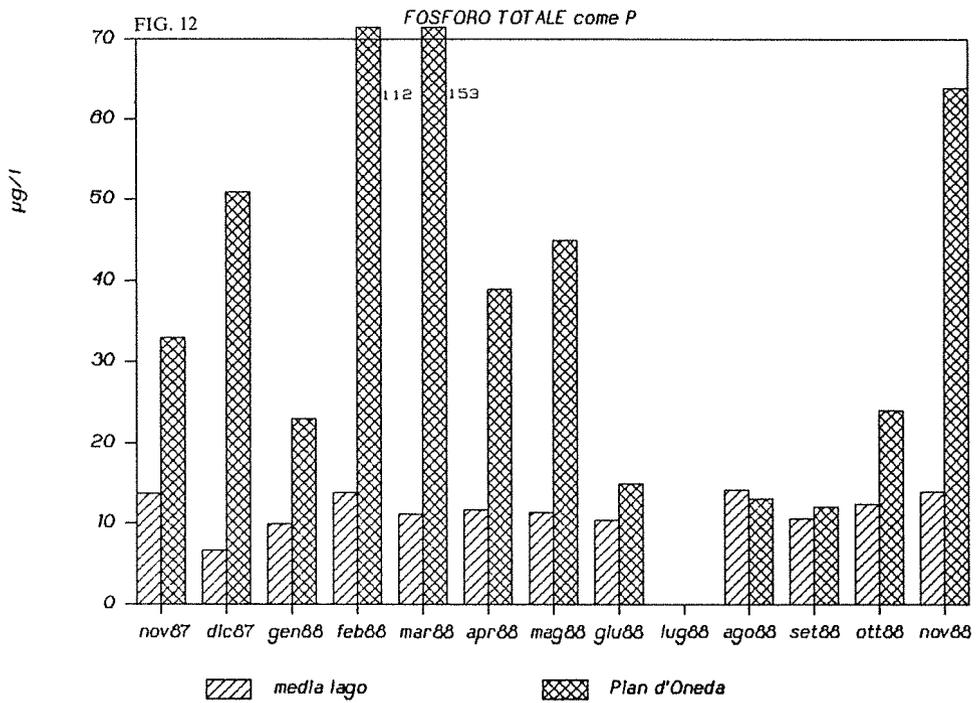
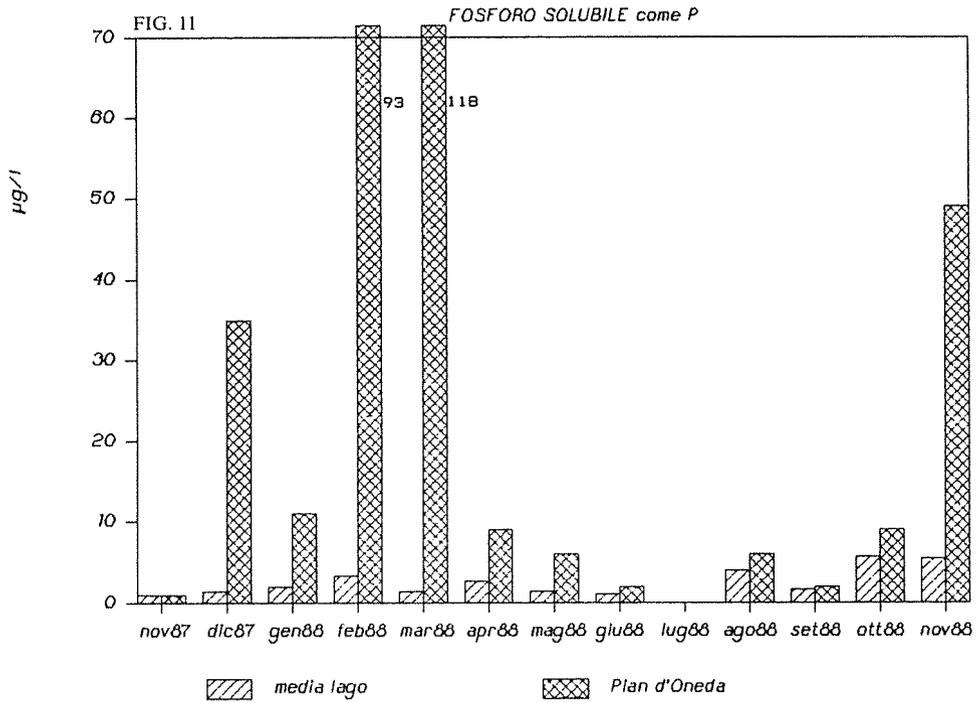
Tab. XIX - Dati statistici relativi alle determinazioni effettuate alla superficie del lago

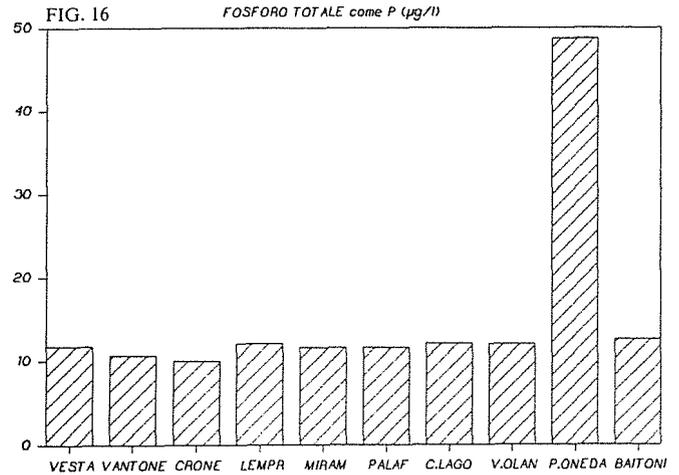
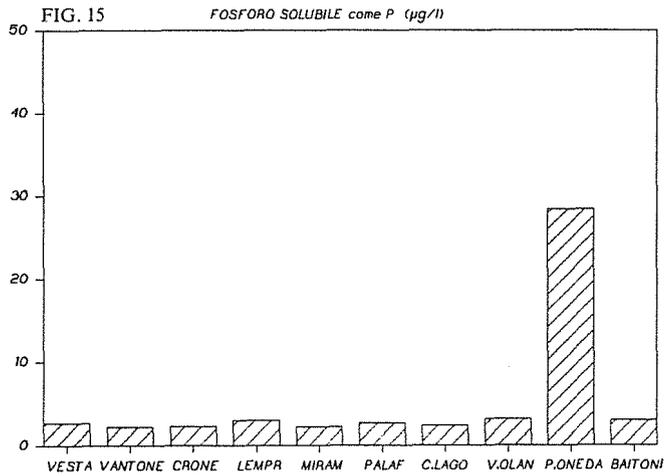
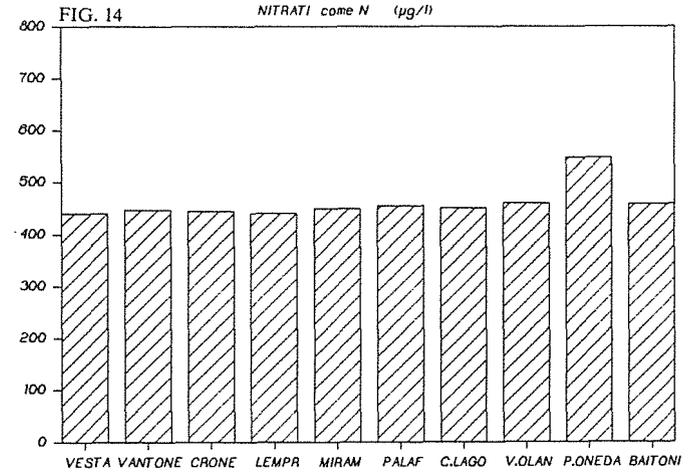
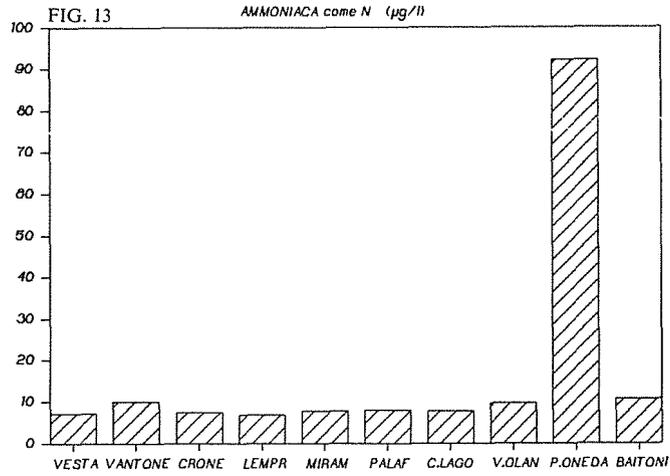
Posizione	Temp. °C	pH	Oss. % sat	NH <sub>3</sub> -N µg/l	NO <sub>2</sub> -N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	P.Tot µg/l	Alc. meq/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Trasp m
Dimens. camp.	125	125	125	101	101	101	101	101	113	103	113	101	113	103	113	125
Media	13,3	8,45	108	8	7	448	3	12	1,8	0,8	28,9	1,0	0,7	34,4	9,3	5,5
Mediana	11,9	8,43	106	8	6	535	2	12	1,9	0,7	29,0	1,0	0,6	35,1	8,1	5,0
Moda	6,3	8,06	125	3+4	7	545	1	10	1,9	0,7	29,0	1,0	0,6	34,5	8,3	5,0
Varianza	36,0	0,19	326	30	6	17696	4	10	0,0	0,0	38,4	0,0	0,0	8,4	2,1	4,4
Minimo	5,4	7,70	80	3	1	229	0	2	1,5	0,6	16,0	0,6	0,5	26,4	7,0	2,5
Massimo	24,9	9,15	138	35	17	619	11	21	2,2	1,1	43,0	1,2	1,3	40,7	12,3	10,0
Range	19,5	1,45	58	32	16	390	11	19	0,7	0,5	27,0	0,6	0,8	14,3	5,3	7,5

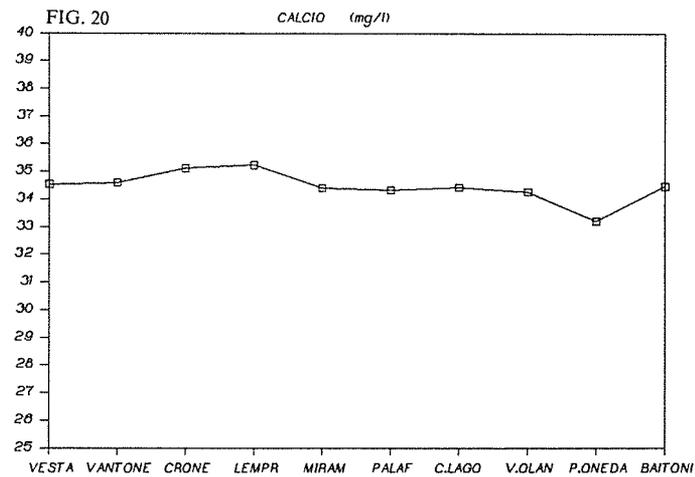
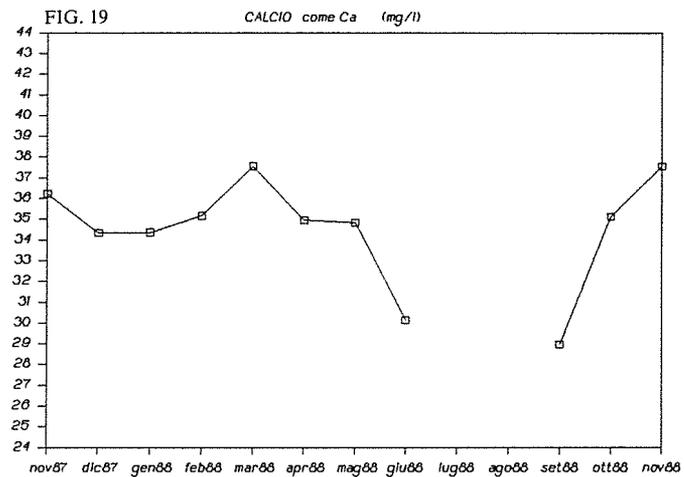
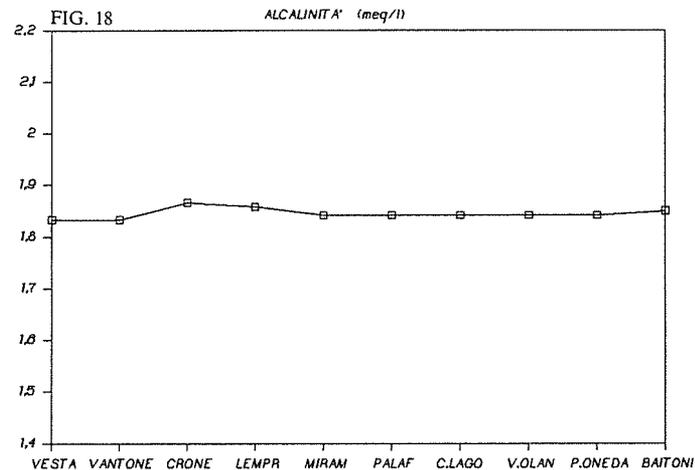
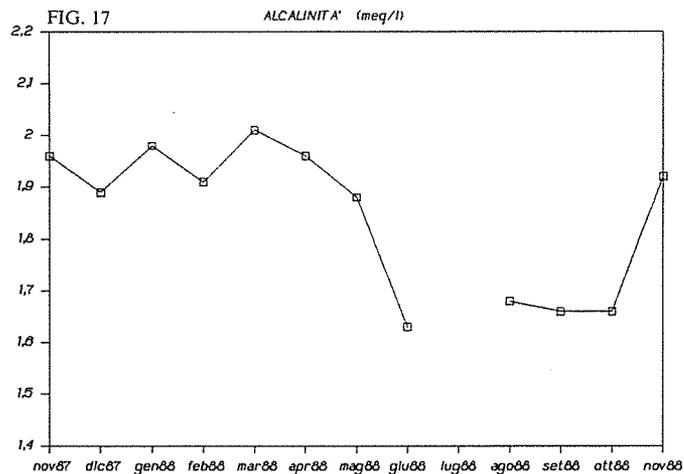


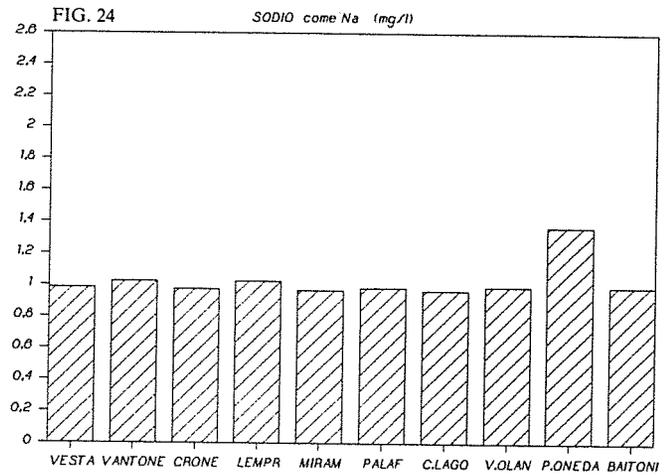
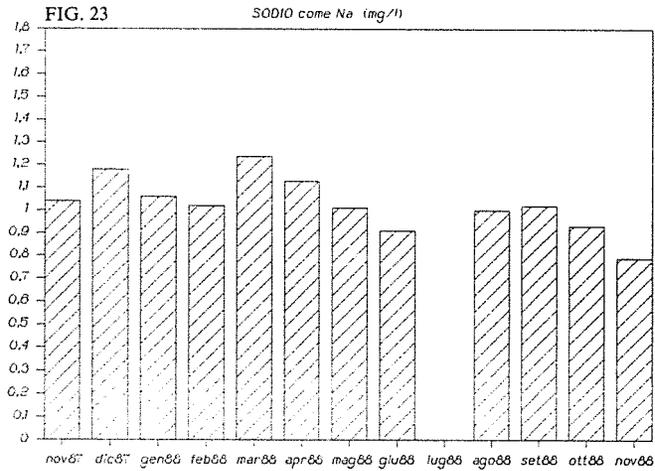
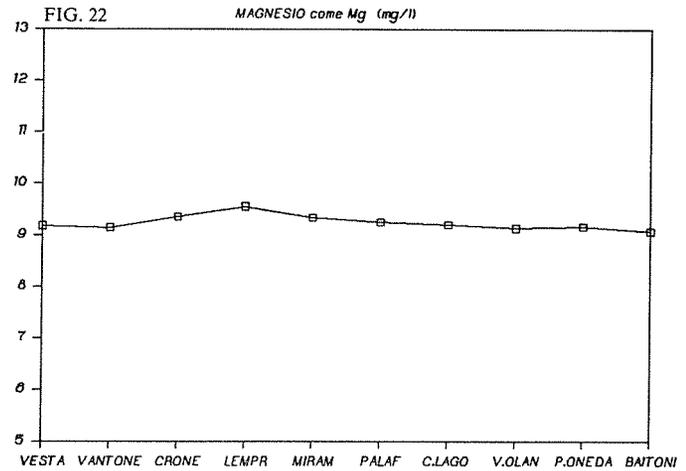
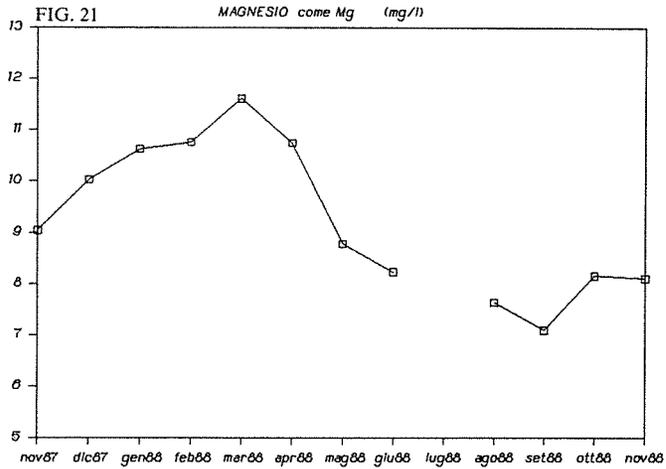


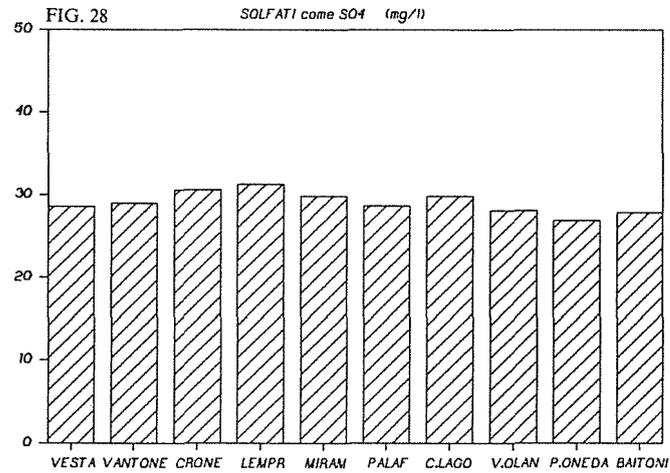
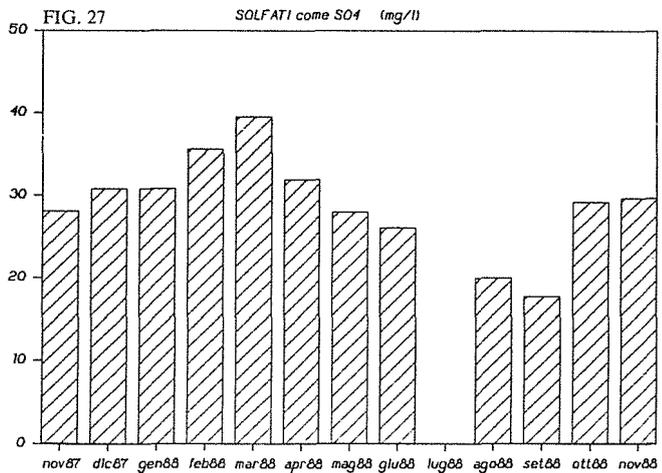
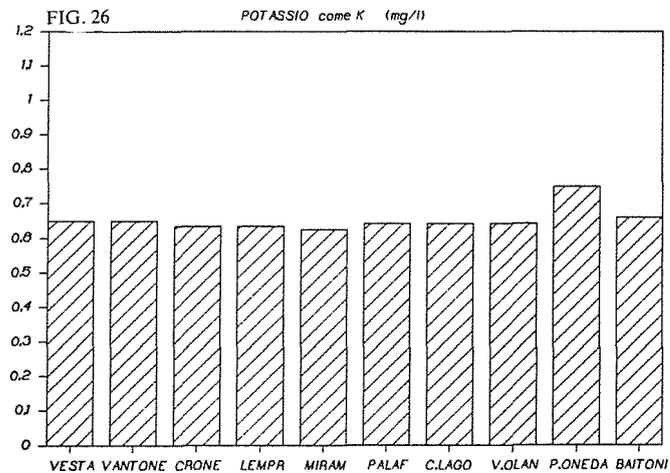
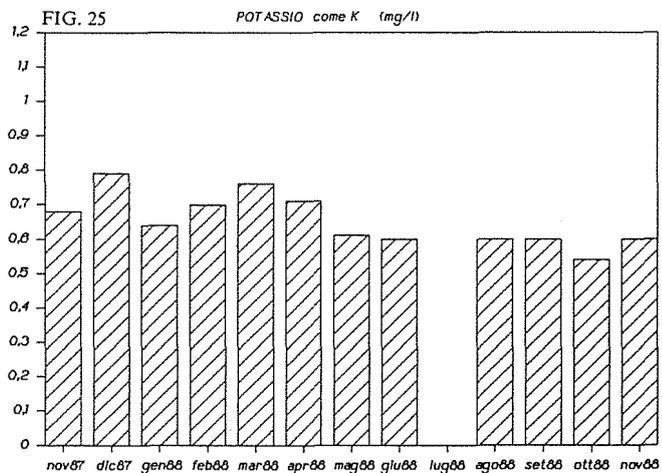


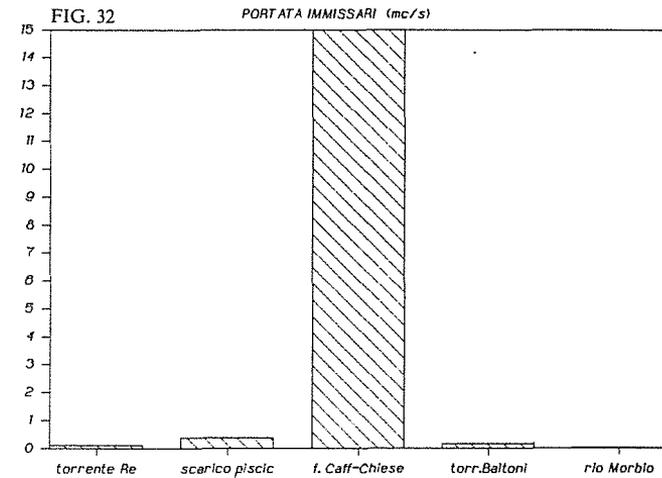
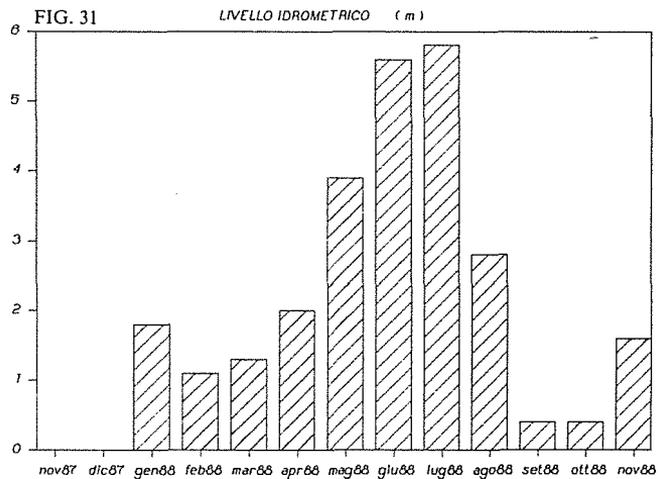
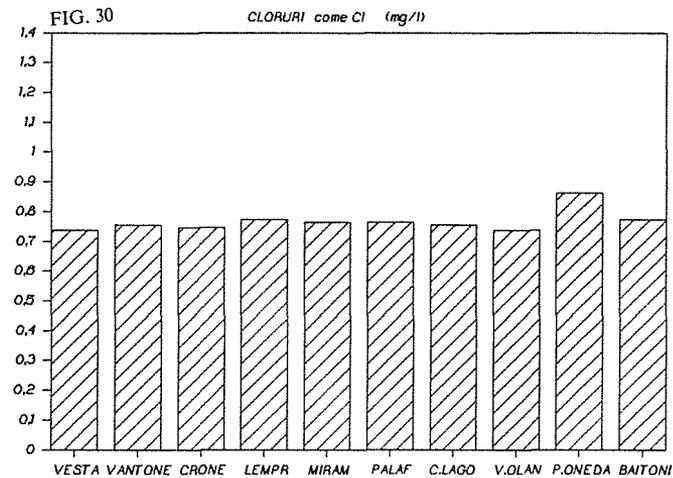
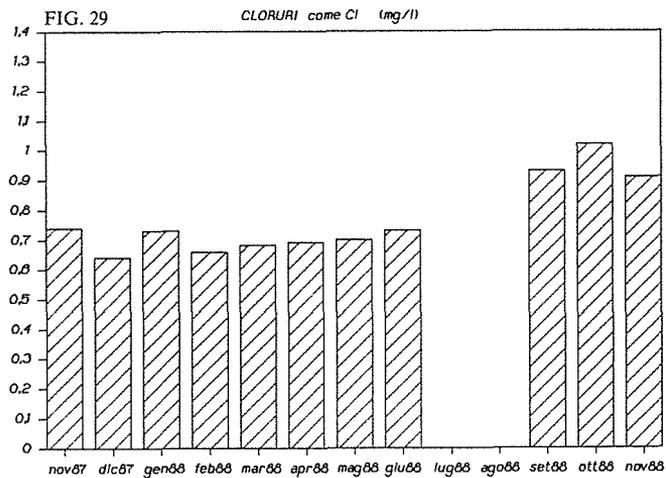


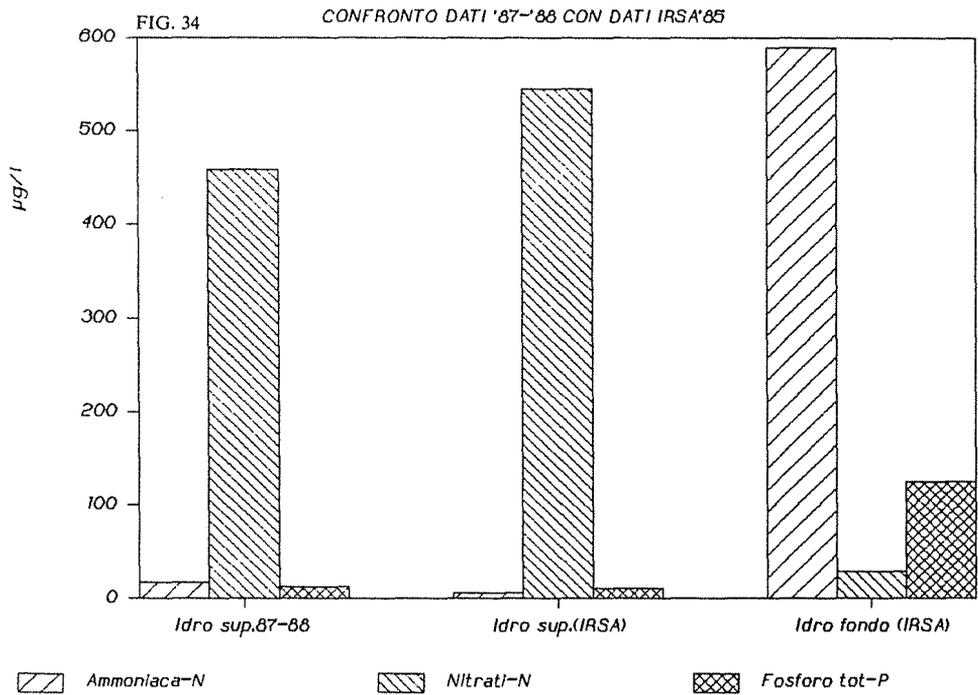
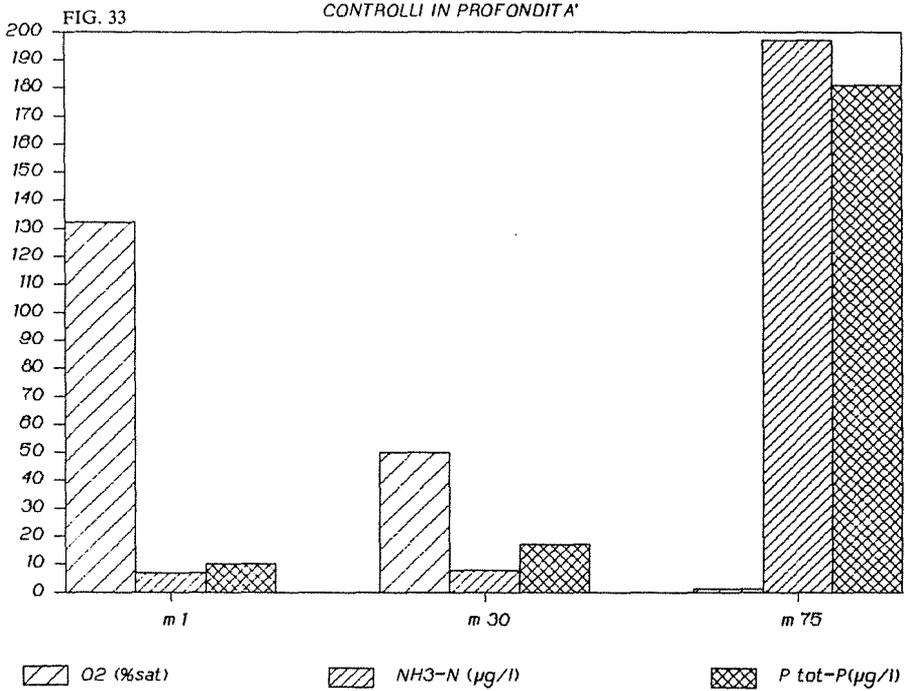


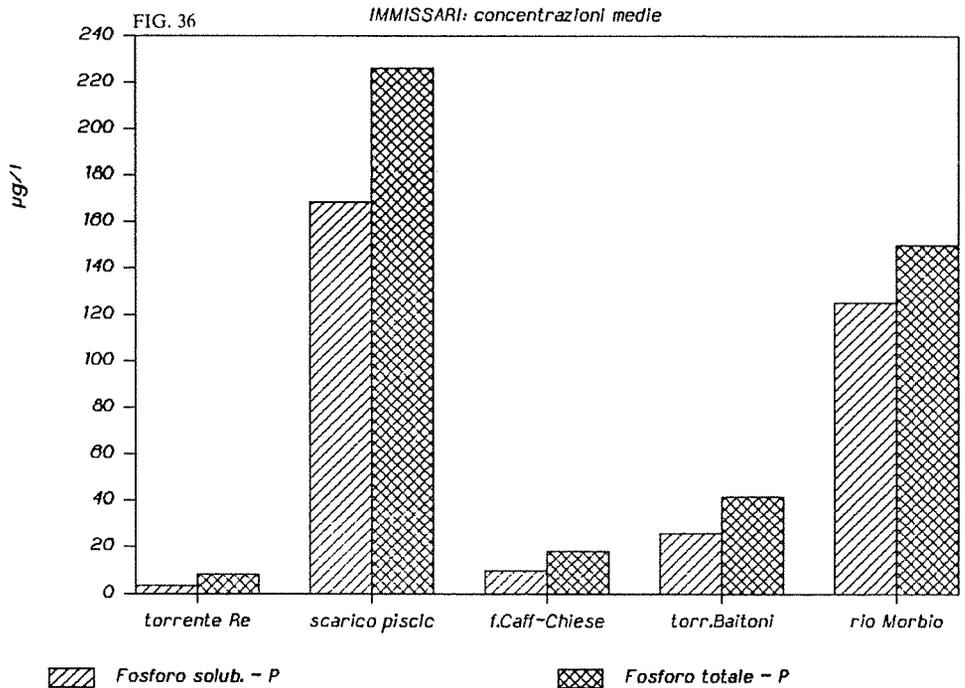
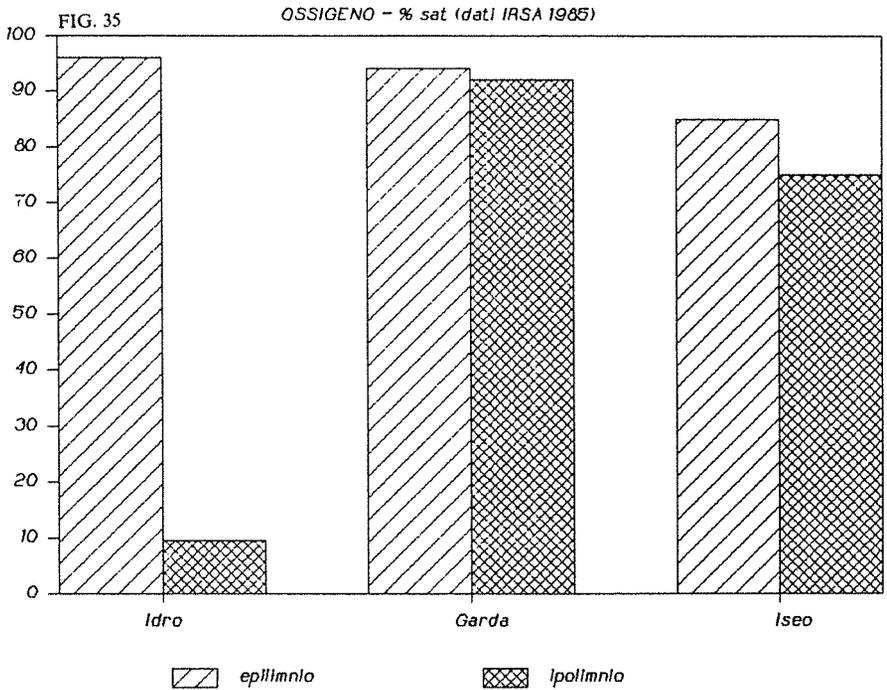


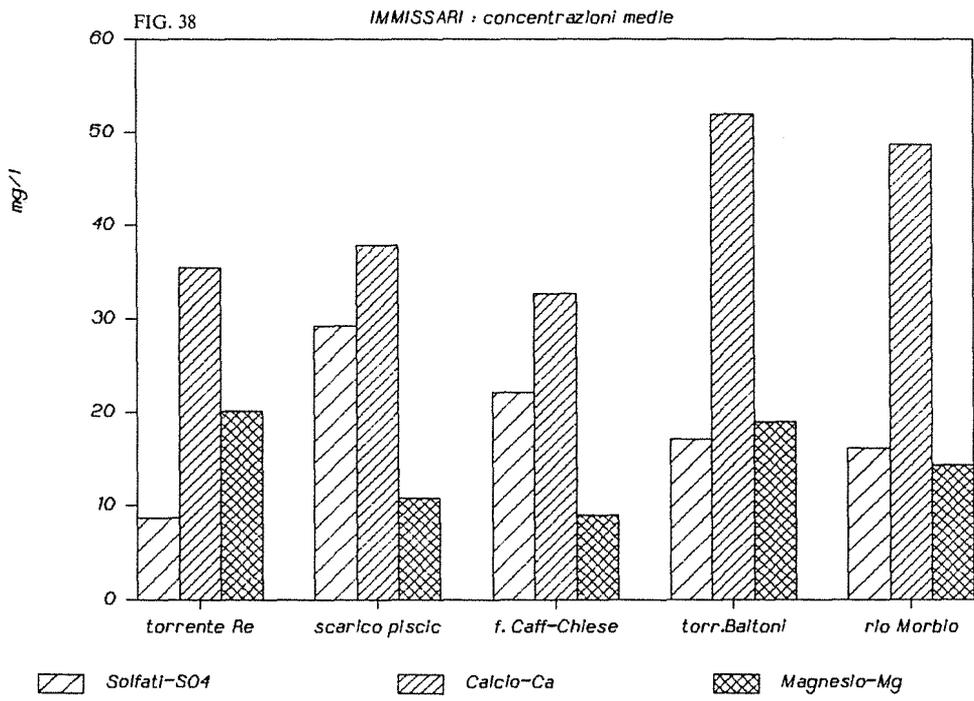
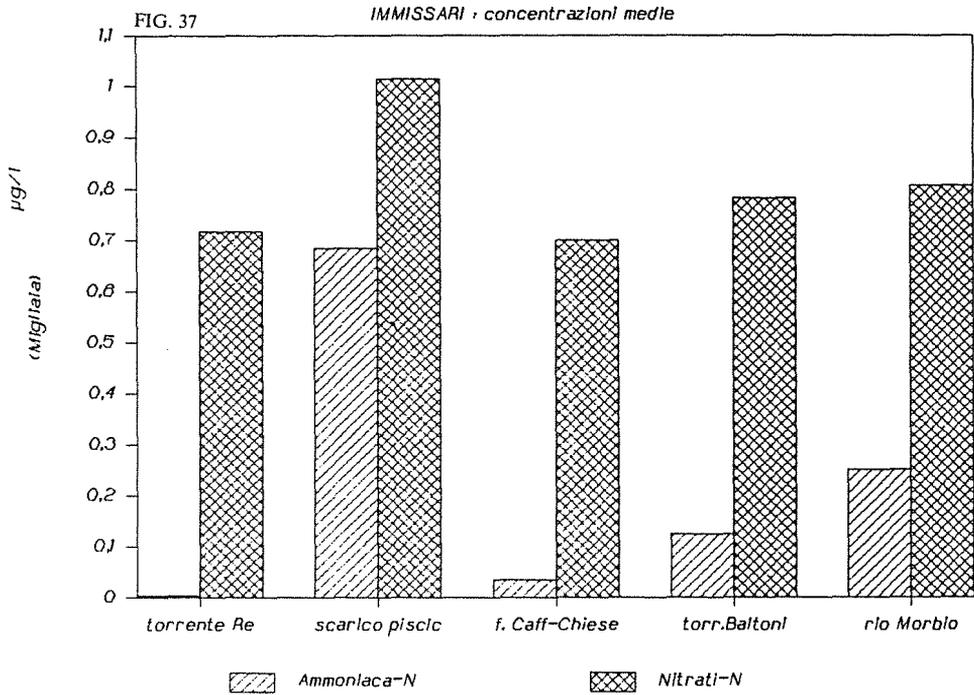


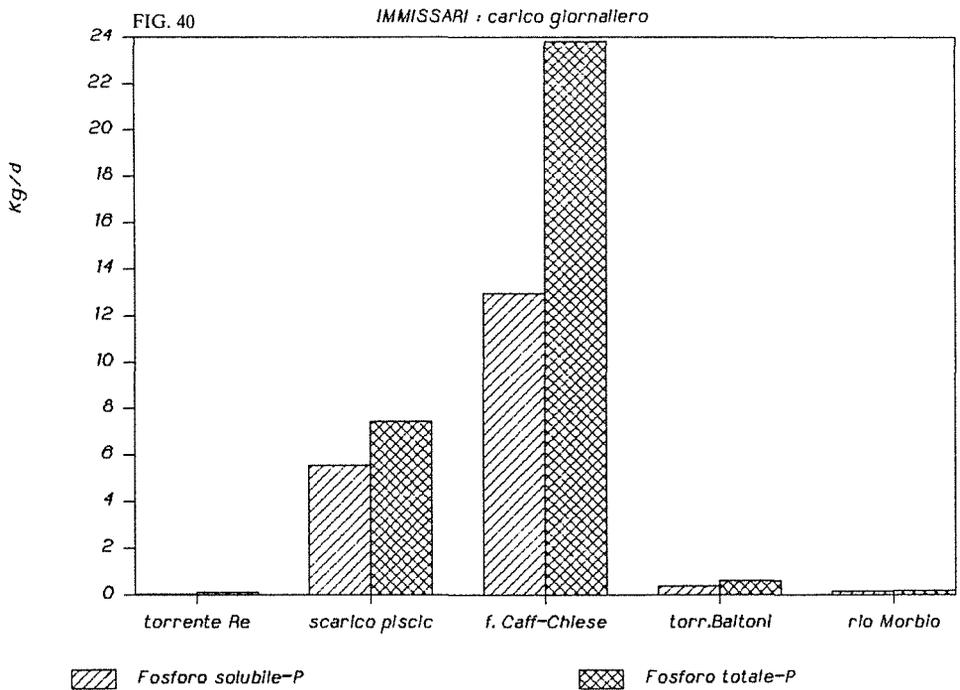
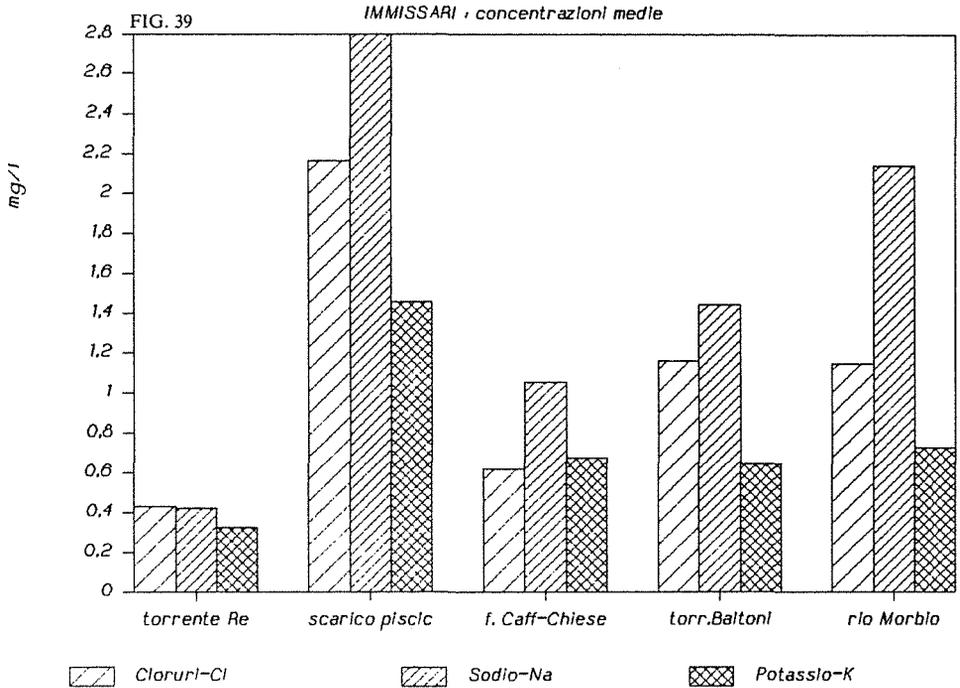


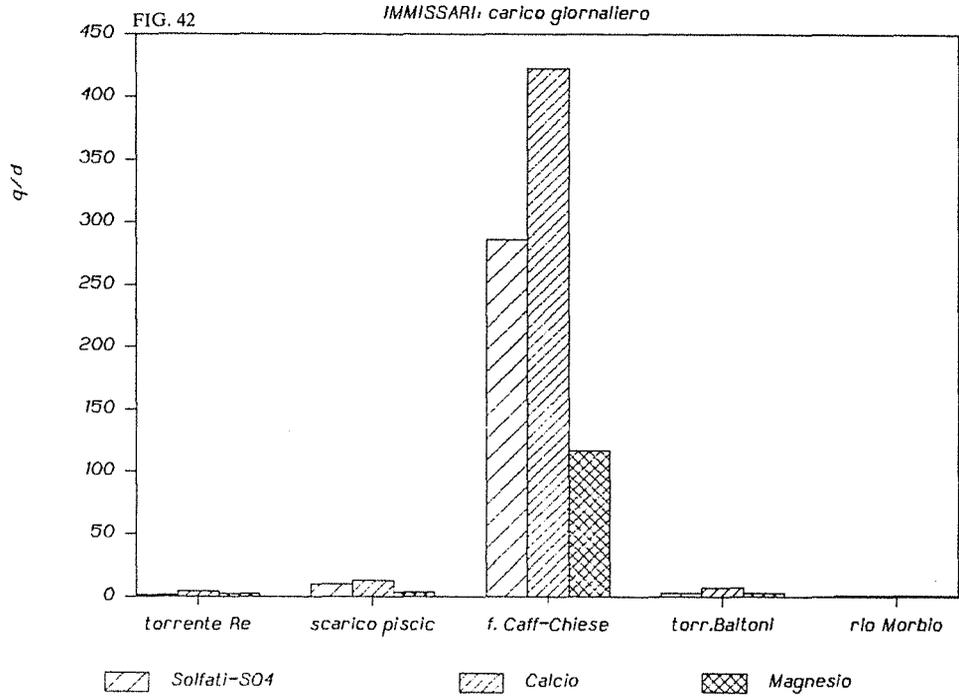
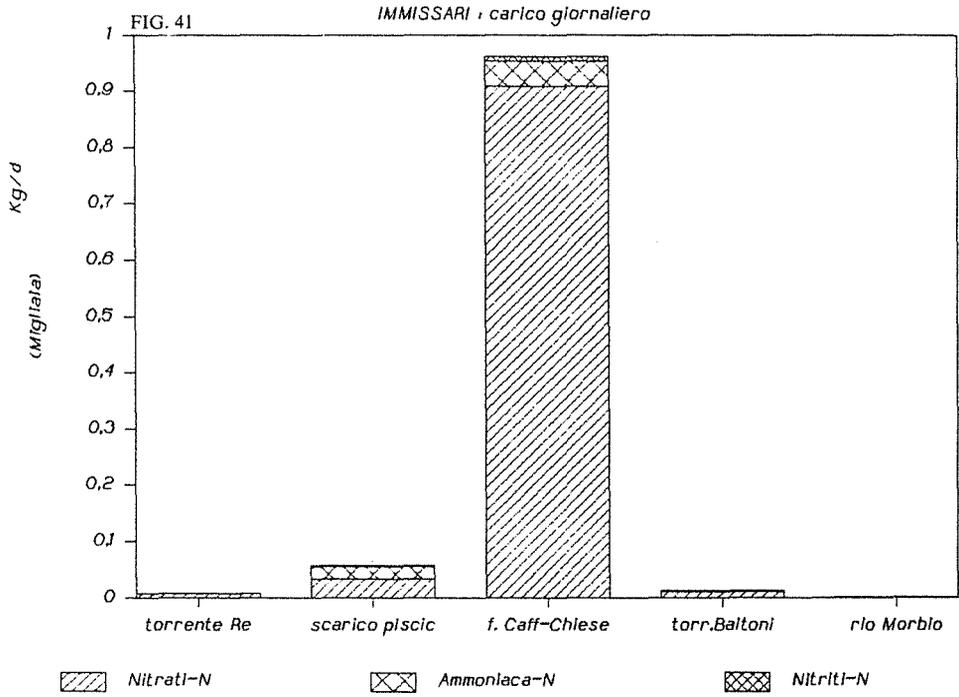


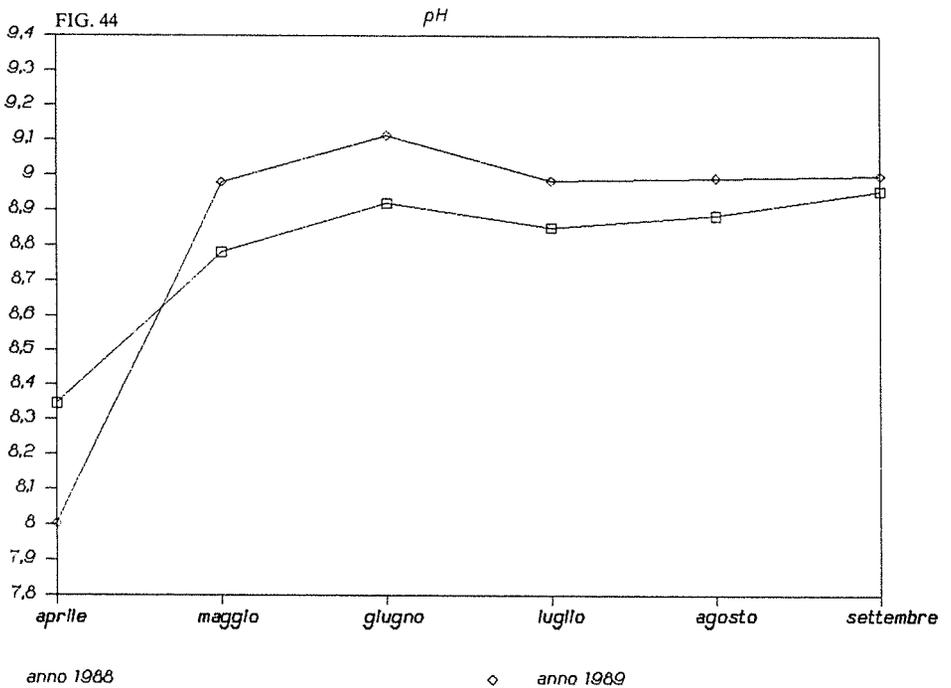
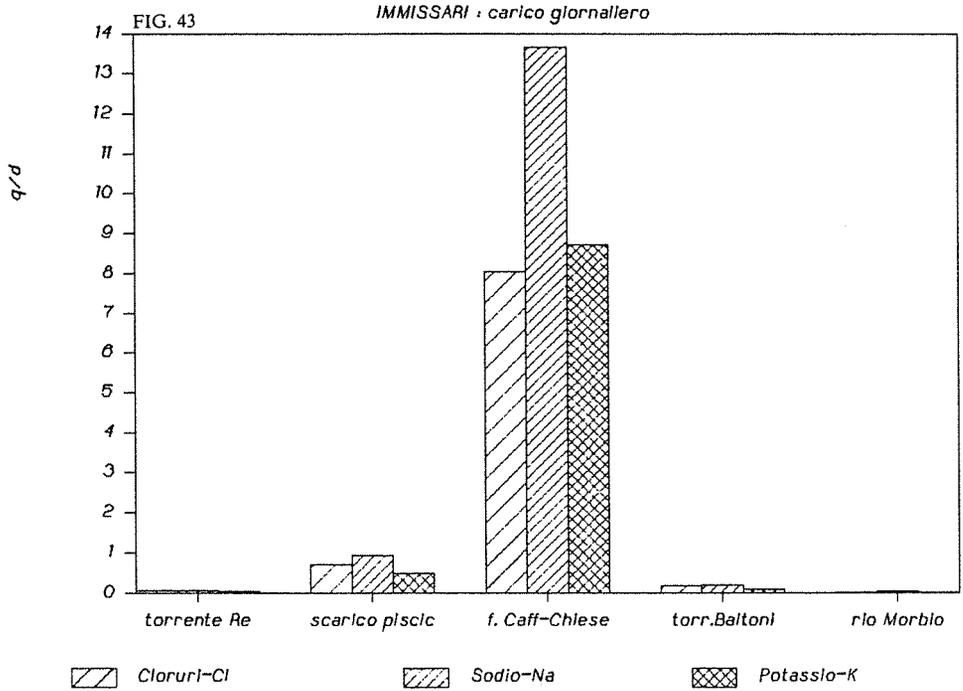












## BIBLIOGRAFIA

- AMBROSETTI W., BARBANTI L., 1988. Recenti indagini di limnologia fisica sul lago Maggiore. *Acqua Aria*, 1:27-38.
- BARBATO G., 1975. Il lago d'Idro: caratteristiche fisiche e chimiche. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*; 32:261-295.
- CHIAUDANI G. e VIGHI M., 1975: Dynamic of nutrient limitation in six small lakes. *Verh Internat. Limnol.*, 19:1319-1324.
- I.R.S.A., 1973. Relazione sulla qualità delle acque superficiali in Italia: rapporto 42c.
- I.R.S.A., 1985. Catasto dei laghi italiani: quaderno 72.
- MONTANARI G. et al., 1984. Formazione di condizioni anossiche nelle acque marine costiere dell'Emilia Romagna dal 1977 al 1982. *Inquinamento*, 11:33-39.
- PREMAZZI C., 1982. L'eutrofizzazione dei laghi lombardi. *Vitaoggi* 1982:22-29.
- RUGGIU D., 1988. Studi sullo stato trofico e sulla evoluzione trofica dei laghi. *Acqua Aria*, 1:39-51.

Indirizzo dell'Autore:

Sergio Resola, Via Viotto, 10 - 25100 Brescia



MARIO GROTTOLO\*

## INDAGINE SUL LAGO D'IDRO: ASPETTI MICROBIOLOGICI

**RIASSUNTO** - Nel corso di un anno il Lago d'Idro e i suoi principali affluenti sono stati esaminati sotto il profilo microbiologico. Oltre ai parametri classici (Coliformi totali, Coliformi fecali, Enterococchi e Salmonelle), già previsti dal DPR n. 470 del 8.VI.1982, sono stati indagati altri parametri quali gli Anaerobi solfito riduttori e i Batteriofagi anti-*E.coli*, per avere un quadro più completo sia dello stato igienico del bacino, sia delle cause di un eventuale inquinamento.

Nel complesso i valori delle concentrazioni dei parametri microbiologici per il Lago d'Idro si sono sempre mantenuti al di sotto dei limiti di legge, salvo che per la spiaggia Pian d'Oneda, mentre per gli affluenti gli indici di fecalizzazione si sono sempre rilevati alti. Il rapporto CF/SF ha dimostrato che l'apporto inquinante è causato da rifiuti umani, salvo quello riguardante lo scarico della piscicoltura.

Non è stata rilevata una correlazione significativa tra la presenza di Salmonelle e le alte cariche degli indici della fecalizzazione.

I risultati analitici hanno evidenziato che solo la spiaggia Pian d'Oneda risente degli apporti inquinanti degli affluenti, dimostrando una buona capacità di autodepurazione del bacino.

**SUMMARY** - In the course of a year lake Idro and its main affluents have been examined under the microbiological viewpoint. Beside the classical parameters (total Coliforms, fecal Coliforms, Enterococci, Salmonellae) already requested by DPR no. 470 of 8.VI. 1982, other parameters have been investigated, such as the sulfite-reducing anaerobics and the anti-*E.Coli* bacteriophages, in order to get a more complete picture both of the hygienic condition of the basin and of the causes of a possible pollution.

In general, the values of concentrations of microbiological parameters concerning lake Idro have always remained below the legal limits, except those concerning "spiaggia Pian d'Oneda", while the faecalization indexes concerning the affluents have always resulted high. The CF/SF quotient has demonstrated that the polluting inflow is caused by human refuse, except the one relative to the "Scarico Piscicoltura".

A meaningful correlation between the presence of Salmonella and the high values of faecalization indexes has not been recorded.

The analytical results have made it clear that only the "spiaggia Pian d'Oneda" is influenced by the polluting inputs of affluents, demonstrating a good capacity of self-depuration of the basin.

### PREMESSA

Questo capitolo ha l'obiettivo di individuare le caratteristiche dell'apporto inquinante organico al fine di fornire indicazioni metodologiche volte allo studio dei fenomeni di eutrofizzazione. L'ecosistema scelto per l'indagine corrisponde ai punti di balneazione del Lago d'Idro già individuati in base al DPR n. 470 del 8.VI.82, e ai suoi principali affluenti.

Per la valutazione di un ambiente il grado di inquinamento microbiologico assume un ruolo importante e preciso; infatti si è in presenza di un fenomeno di

---

\* P.M.I.P. uo medica USSL 41 Brescia e Centro Studi Naturalistici Bresciani.

polluzione ogni qualvolta che la facies chimica, fisica e biologica di un corso d'acqua varia, superando determinati limiti.

Dalla conoscenza delle diverse specie di microrganismi e dell'eventuale loro numero è possibile, non solo conoscere il grado di inquinamento, ma risalire anche alle cause che lo producono e quindi alla localizzazione delle fonti.

La valutazione dei parametri microbiologici nell'acqua è di norma finalizzata a criteri di rischio sanitario e quindi, a secondo dell'uso, essa deve rispondere a determinati requisiti, per non veicolare malattie ed epidemie di varia natura (batterica, virale, protozoarica ed elmintica).

È particolarmente difficile provare una relazione epidemiologica tra la presenza di organismi patogeni nell'acqua ed una malattia; comunque l'aumento di cariche microbiche nelle acque costituisce un rischio igienico di grande importanza.

Particolare significato ha il controllo microbiologico delle acque destinate alla balneazione (DPR n. 470 del 8.VI.82); infatti eventuali microrganismi patogeni possono infettare tutti coloro, specialmente i più deboli, che gravitano in tali ambienti (bagnanti e pescatori) o che usano, anche ai fini dell'irrigazione tali acque, con il conseguente rischio, nella maggior parte dei casi, di divenire portatori.

I batteri comprendono un numero infinito di specie, ma sotto il profilo igienico possiamo suddividerli in "patogeni", quando provocano malattie, e "saprofiti", quando pur vivendo a contatto dell'uomo non provocano danni alla salute. È chiaro che i termini "patogeni e saprofiti" vanno intesi in senso lato, poiché i primi possono vivere e moltiplicarsi nell'ambiente esterno come saprofiti, e i secondi diventare patogeni in particolari condizioni.

Nell'ambiente esterno sia i batteri che i virus hanno una resistenza che varia, da specie a specie, da poche ore a diverse settimane, ma per le forme sporigene anche diversi decenni.

Pertanto, per quanto detto, è assolutamente necessario ed importante distinguere le acque che possono essere usate anche per impieghi ricreativi.

## PARAMETRI MICROBIOLOGICI E LORO SIGNIFICATO

Per un controllo efficace delle acque sarebbe necessario ricercare ed identificare i vari microrganismi patogeni, ma la loro presenza discontinua e la complessità delle metodiche di ricerca, ha fatto optare verso altri microrganismi di origine intestinale. Questi indici di fecalizzazione, caratterizzati dalla presenza costante e in numero abbondantissimo nelle feci, sia animali che umane, e facilmente svelabili dalle normali metodiche d'uso, sono i Colombatteri o Coliformi totali, i Coliformi fecali (*Escherichia coli*) e gli Streptococchi fecali od Enterococchi.

La loro presenza in un'acqua indica sempre che il mezzo idrico è stato contaminato da materiale fecale e che pertanto potrebbero essere presenti anche germi strettamente patogeni.

Nella presente indagine sono stati ricercati altri parametri microbiologici quali gli Anaerobi solfito riduttori, le Salmonelle e i Batteriofagi anti-*E.coli*.

I Coliformi totali (*Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, ecc.) sono tutti batteri appartenenti alla famiglia delle *Enterobacteriaceae*, ma non necessariamente legati, ad eccezione di *Escherichia coli*, alla flora intestinale; sono stati rinvenuti infatti anche nel suolo e nella vegetazione e pertanto oggi assumono scarsa importanza come indici di contaminazione fecale, potendo giungere all'acqua per mezzo del dilavamento del terreno, senza riferimento diretto a scarichi cloacali.

Pur non avendo ormai più significato igienico sanitario possono tuttavia indicarci, in considerazione della loro buona adattabilità all'ambiente eterno, un inquinamento non recente.

I Coliformi fecali (*Escherichia coli*) sono gli unici Coliformi che possiedono una idrolasi termolabile in grado di scindere il lattosio anche a temperature elevate (44° C); sono ospiti, con l'unica eccezione dei ceppi enterotossici, abituali ed innocui del nostro intestino. *E.coli* ha quindi esclusivamente origine enterica e la sua presenza in un corpo idrico indica sempre che l'acqua è stata contaminata da materiale fecale e pertanto potenzialmente inquinata da patogeni. Non avendo grande adattabilità all'ambiente esterno, la sua presenza indica una contaminazione fecale recente.

Gli Streptococchi fecali o Enterococchi (*Streptococcus fecalis*, *Streptococcus fecium*, *Streptococcus bovis*, *Streptococcus equinus*, ecc.) comprendono tutti gli Streptococchi caratterizzati dal medesimo antigene polissacaridico D e appartengono al gruppo D dello schema sierologico di Lanciefield. Sono anche questi ospiti abituali dell'intestino, ma sono stati riscontrati anche sui pollini vegetali. Il loro significato in un corpo idrico è dubbio; infatti molti autori affermano trattarsi di germi molto labili e pertanto indici di inquinamento recente, mentre altri sostengono che siano più resistenti dei Coliformi fecali.

La loro presenza, anche in concomitanza con i Coliformi fecali, rafforza il concetto di contaminazione fecale del corpo idrico.

Considerando che l'uomo e i vari animali eliminano con le loro deiezioni quantità diverse di Enterococchi e Coliformi fecali, il loro rapporto assume molta importanza, in quanto capace di fornirci informazioni utili sull'origine dell'inquinamento. È chiaro di conseguenza che aree agricole con forti concimazioni naturali e/o con allevamenti o pascoli di animali drenino nelle acque recipienti forti quantità di Streptococchi fecali.

Animale	Media delle densità degli indicatori per g. di feci		Media delle quantità escrete pro capite nelle 24 ore		Rapporto CF/SF
	CF(10 <sup>6</sup> )	SF(10 <sup>6</sup> )	CF(10 <sup>6</sup> )	SF(10 <sup>6</sup> )	
Uomo	13.00	3.0	2000	450	4.40
Anitra	33.00	54.0	11000	16000	0.50
Pecora	16.00	38.0	18000	43000	0.40
Pollo	1.30	3.4	240	620	0.40
Mucca	0.23	1.3	5400	31000	0.20
Tacchino	0.29	2.8	130	1300	0.10
Maiale	3.30	84.2	8900	230000	0.04

(da D.D. Mara, 1974)

CF/SF > 4	inquinamento causato da rifiuti umani
2 < CF/SF < 4	inquinamento di tipo misto con predominanza di rifiuti umani
0,7 < CF/SF < 1	inquinamento di tipo misto con predominanza di rifiuti di animali domestici
CF/SF < 0,7	inquinamento causato da rifiuti di animali domestici

Gli Anaerobi solfito riduttori sono batteri sporigeni e pertanto hanno una sopravvivenza nell'ambiente esterno molto prolungata; la loro presenza in un corpo idrico, anche in assenza degli altri indici di fecalizzazione, dimostra un inquinamento di vecchia data. A questo gruppo dovrebbe appartenere esclusivamente il *Clostridium perfringens*, poiché gli altri, essendo ormai ubiquitari, non possono permetterci di dare precise indicazioni di inquinamento fecale.

Le Salmonelle sono considerate germi patogeni e quindi la loro presenza nel corpo idrico assume un preciso significato igienico. Alcuni autori stimano che l'1% della popolazione umana ed animale debba considerarsi come portatrice. La sopravvivenza delle Salmonelle nell'ambiente idrico è uguale a quella di *E.coli*, anche se alcuni sierotipi sopravvivono meglio di altri.

Sembra non esistere una correlazione significativa tra il numero di Coliformi fecali e la presenza di Salmonella, ma spesso la positività di tale patogeno aumenta con l'aumentare dei valori di colimetria, confermando la validità e l'importanza di *Escherichia coli* come indice di fecalizzazione.

I Batteriofagi anti-*E.coli* sono parassiti endocellulari obbligatori e, come i virus, per sopravvivere e riprodursi hanno bisogno di installarsi in una cellula vivente. La loro morfologia, la loro dimensione e la loro resistenza sono analoghe a quelle degli *Enterovirus*, ed è stato inoltre notato da vari autori un certo rapporto, nei liquami e nelle feci, tra la loro presenza e quella dei Coliformi fecali e degli *Enterovirus*.

## MATERIALI E METODI

In ogni stazione individuata, seguendo le opportune regole di asepsi, sono state prelevate aliquote di acqua con bottiglie sterili secondo le modalità previste dal DPR n. 470 del 8.VI.1982, " — omissis — ad una profondità di circa 30 cm sotto il pelo libero dell'acqua ad una distanza dalla battigia tale che il fondale abbia una profondità di 80-120 cm; — omissis —".

I campioni, trasportati in cassette coibentate e refrigerate, sono stati sempre analizzati entro le sei ore dall'ora del prelievo.

Per la ricerca dei Coliformi totali, dei Coliformi fecali e degli Enterococchi è stata adottata la tecnica dei tubi multipli (M.P.N.) secondo le norme tecniche dell'allegato 2 del già citato DPR n. 470 del 8.VI.1982.

Per gli Anaerobi sporigeni solfito riduttori è stata scelta la tecnica delle membrane filtranti secondo la metodica prevista dalle "Norme per il controllo batteriologico delle acque minerali" allegate alla Circolare del Ministero della Sanità n. 61 del 9.VIII.1976.

Per la ricerca delle Salmonelle si è utilizzata la metodica prevista dalle norme precedentemente richiamate, previo prearricchimento in Brodo mannitolo.

Per la ricerca dei Batteriofagi anti-*E.coli* è stata impiegata la metodica Arcat, da me modificata, ed è stato utilizzato un ceppo marcatore con alto coefficiente di rilevamento.

## Valori limiti prescritti dalla legge 470/82

Parametro	Standard
Coliformi totali /100 ml	2000
Coliformi fecali /100 ml	100
Streptococchi fecali /100 ml	100
Salmonella /l	0
ph	6-9
Colorazione	assenza di variazione anormale
Trasparenza (m)	1
Oli minerali (mg/l)	assenza di pellicola visibile alla superficie dell'acqua e assenza di odore < 0,5
Sostanze tensioattive che reagiscono al bleu di metilene mg/l (lauril-solfato)	assenza di schiuma persistente
Fenoli mg/l (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)	nessun odore specifico < 0,05
Ossigeno disciolto % saturazione O <sub>2</sub>	70 ÷ 120

## DESCRIZIONE DELLE TABELLE

In tutte le stazioni corrispondenti alle zone di balneabilità (tab. I-IV, e fig. 1-10) i valori di Coliformi totali si sono sempre mantenuti al di sotto dei limiti di 2000/100 ml previsti dalla già più volte citata legge (DPR n. 470).

La presenza di Coliformi fecali (*E.coli*) e di Streptococchi fecali è sempre risultata molto bassa in quasi tutti i punti di balneazione, salvo rare eccezioni.

Infatti, per quanto riguarda i Coliformi fecali (*E.coli*), il superamento dei limiti di legge (100/100 ml) si è riscontrato solamente in quattro punti della zona di balneabilità controllata.

In due casi, corrispondenti uno alla stazione n. 4 (tab. I - fig. 4) per il solo mese di Aprile e l'altro alla stazione n. 6 (tab. II - fig. 7) per il solo mese di febbraio, si è evidenziata una concentrazione di Coliformi fecali superiore al limite. I rapporti CF/SF sono risultati rispettivamente di 10,43 e 2,58 il che indica chiaramente un inquinamento causato da rifiuti umani.

Questi due casi, apparentemente anomali rispetto ai dati relativi ai campionamenti degli altri mesi, si possono chiarire con il non sempre perfetto funzionamento del depuratore comunale (tab. V).

Nella stazione n. 9 (tab. III - fig. 10), invece, le analisi hanno rilevato cinque campioni eccedenti i limiti di legge, tre per *Escherichia coli*, uno per Streptococchi fecali ed un altro per tutti e due i parametri. Per quanto riguarda il campionamento di marzo il rapporto CF/SF uguale a 0,38 ci indica chiaramente un inquinamento di origine animale.

Anche nella vicina "spiaggia Baitoni" nel mese di aprile (tab. III - fig. 11) si è avuto un superamento dei limiti tabellari per i Coliformi fecali, con un rapporto CF/SF pari a 6,52.

L'analisi particolareggiata di tutti i dati, al contrario della norma, evidenzia un

incremento della concentrazione degli indici di fecalizzazione nella stagione non balneare (dicembre '87, gennaio, febbraio, novembre '88). I valori elevati in corrispondenza dei mesi più freddi, quando l'afflusso turistico non può incidere sulla carica rilevata, possono essere collegati all'utilizzo dei depuratori a ciclo ridotto e/o a scarichi aperti, in questi mesi, in prossimità della riva.

Le oscillazioni, anche vistose, dei parametri analizzati sono sicuramente ricollegabili, nel nostro caso, al fatto che questi indici di contaminazione fecale sono strettamente legati alla periodicità degli scarichi, in modo particolare per quanto riguarda gli immissari.

Per tutto l'arco dell'indagine è stata inoltre dimostrata una presenza costante, anche se numericamente non elevata, di Anaerobi solfito riduttori, che, in considerazione della loro lunga sopravvivenza nell'ambiente esterno, potrebbero dimostrare fonti di inquinamento relativamente lontane.

### Anaerobi solfito riduttori

	camp. analizzati	camp. positivi	%
Immissari	26	26	100,00
Scarico piscicoltura	9	9	100,00
Alto lago	19	17	89,47
Medio lago	14	9	64,28
Basso lago	16	12	75,00

Per quanto riguarda i patogeni (Salmonelle), le percentuali di positività ottenute sono risultate, nell'arco dell'anno indagato, molto basse, come non elevata, anche se qualche volta numericamente alta, è risultata la presenza di Batteriofagi anti-*E.coli*.

### Sierotipi di Salmonelle isolate

#### LAGO D'IDRO

<i>Salmonella agona</i>	1	(Spiaggia Baitoni)
<i>anatum</i>	1	(Spiaggia Lemprato)
<i>brandenburg</i>	1	(Campeggio Pian d'Oneda)
<i>haifa</i>	1	(Lido imbarcadero)
<i>virchow</i>	1	(Campeggio Pian d'Oneda)

#### IMMISSARI

<i>Salmonella gold coast</i>	1	(Scarico piscicoltura)
<i>hadar</i>	1	(Rio Morbio)
<i>manhattan</i>	1	(Fiume Chiese)

## Batteriofagi anti-*E.coli*

	camp.analizzati	camp.positivi	%
Lago d'Idro	65	9	13,84
Immissari	26	17	65,38
Scarico piscicoltura	9	2	22,22

È da rilevare, comunque, che in tutte e due le spiagge (Campeggio Pian d'Oneda e Spiaggia Baitoni) dell'alto lago è stata riscontrata, almeno una volta, la presenza di Salmonella: tali spiagge, d'altra parte, risultano anche le più vicine agli input dovuti, come vedremo, agli apporti degli immissari.

Dall'esame dei dati microbiologici, riportati nelle tabelle e descritti dai diagrammi, risulta evidente che la contaminazione batterica è estremamente contenuta e che in molti punti si è a livello della qualità dell'acqua potabile, sia nel periodo invernale, sia in quello estivo, quando si ha la massima presenza della popolazione turistica.

Il punto campeggio Pian d'Oneda, è l'unica zona indagata dove si è riscontrata la più alta concentrazione sia di patogeni sia degli indici di fecalizzazione e che, in base al DPR 470, è da considerarsi "non favorevole alla balneazione".

Una situazione completamente diversa si rivela invece negli altri quattro punti di campionamento di campionamento, riferiti agli emissari (fiume Caffaro-Chiese, Rio Morbio, torrente Baitoni) e allo scarico della piscicoltura; infatti, in quasi tutto il periodo dell'anno, con qualche eccezione dovuta a motivi ambientali (livello estremamente alto o basso del bacino) che possono aver influenzato la campionatura, gli indici della fecalizzazione si sono sempre rilevati decisamente alti (tab. IV - fig. 13-14-15-16).

Alta è risultata la positività sia per i Batteriofagi anti-*E.coli* sia per gli Anaerobi solfito riduttori, in modo particolare per il Rio Morbio, il che non può altro che riconfermare la natura degli scarichi; contenuta invece è risultata la presenza di Salmonella.

Secondo Bonde (1977) la probabilità di riscontrare sierotipi di Salmonella raggiunge l'80% quando *E.coli* è superiore alle 1000 unità per 100 ml; tuttavia questa ipotesi non è sempre stata dimostrata da altri autori. Anche nel nostro caso, nei corsi d'acqua esaminati, non è stata riscontrata una correlazione significativa tra la presenza di Salmonella e le alte cariche di Coliformi fecali e Streptococchi fecali.

I controlli effettuati nel torrente da noi denominato "scarico piscicoltura" per la presenza di tale industria nelle sue acque, hanno evidenziato sempre alti indici di fecalizzazione con un rapporto CF/SF che dimostra chiaramente che il tipo di inquinamento è quasi esclusivamente di origine animale.

### **Rapporto CF/SF**

Spiaggia Vesta	2,33
Campeggio Rio Vantone	5,30
Zona parco Crone	2,43
Spiaggia Lemprato	9,93
Trattoria Miramonti	0,13
Lido imbarcadero	1,31
Campeggio Palafitte	2,90
Campeggio Pilù	5,71
Villaggio Olandese	3,55
Campeggio Pian d'Oneda	5,20
Spiaggia Baitoni	3,98
Centro lago	5,27
Scarico piscicoltura	< 0,50

Nel presente lavoro il torrente Re non è stato particolarmente preso in considerazione, in quanto il suo apporto (tab. IV) non è risultato significativo.

In conclusione, dal punto di vista microbiologico si può affermare che pure in presenza di alte cariche inquinanti provenienti dagli immissari, indipendentemente dal rapporto delle loro portate, solo la spiaggia Pian d'Oneda ne rimane condizionata, mentre tutto il resto del bacino, compreso la vicina spiaggia Baitoni, ne sembra escluso, dimostrando una buona capacità ad autodepurarsi (tab. VI-VII-VIII).

TABELLA I

Legenda:

CT = Coliformi totali;  
 SF = Streptococchi fecali;  
 BF = Batteriofagi anti-*E.coli*;

CF = Coliformi fecali;  
 ASR = Anaerobi solfito-riduttori;  
 SALM = Salmonelle.

Valori riscontrati nell'arco del periodo campionato.

## IDRO - SPIAGGIA VESTA

	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
DICEMBRE '87	23	4	9	0	0	
GENNAIO '88	4	4	0	3	0	
FEBBRAIO	4	4	0	6	0	ASS.
MARZO	0	0	0	4	0	ASS.
APRILE	0	0	0			ASS.
MAGGIO	9	0	0			
GIUGNO	3	3	0			ASS.
LUGLIO	23	0	0			
AGOSTO	23	9	15			
SETTEMBRE	75	14	0			
OTTOBRE	43	9	0			
NOVEMBRE	9	9	0		0	

## IDRO - CAMPEGGIO RIO VANTONE

	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
DICEMBRE '87	23	9	4	0	23	
GENNAIO '88	0	0	0	1	23	ASS.
FEBBRAIO	9	9	4	4	0	
MARZO	9	4	0	4	0	
APRILE	4	0	0			
MAGGIO	0	0	0			
GIUGNO	0	0	0			
LUGLIO	23	0	0			
AGOSTO	93	7	0			
SETTEMBRE	9	4	0			
OTTOBRE	9	9	0			
NOVEMBRE	4	0	0			

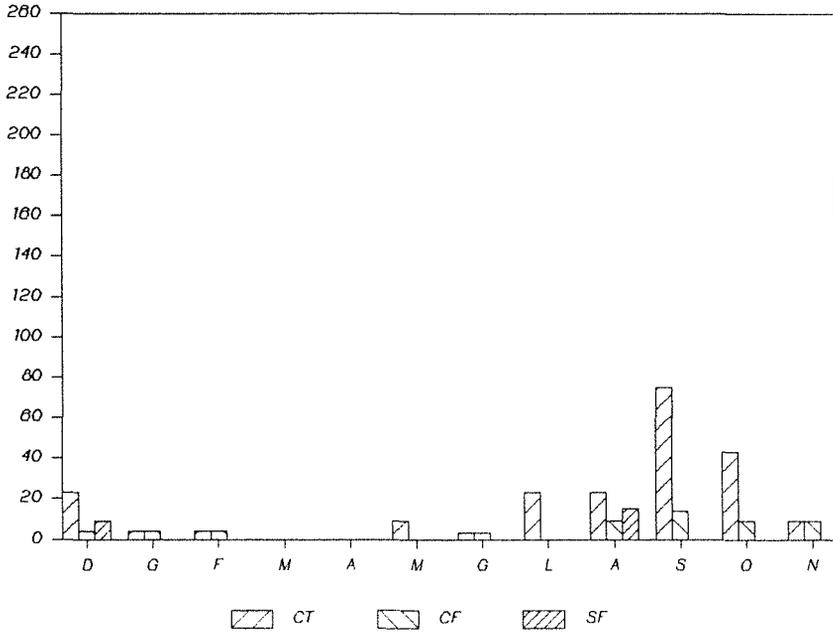
## IDRO - ZONA PARCO - CRONE

	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
DICEMBRE '87	4	4	0	7	0	ASS.
GENNAIO '88	4	0	0	0	0	
FEBBRAIO	0	0	0	2	0	ASS.
MARZO	0	0	0	2	0	ASS.
APRILE	4	4	0			ASS.
MAGGIO	240	93	9			ASS.
GIUGNO	7	0	43			ASS.
LUGLIO	93	9	4			ASS.
AGOSTO	23	9	0			ASS.
SETTEMBRE	0	0	0			ASS.
OTTOBRE	43	23	11			ASS.
NOVEMBRE	23	9	4		0	

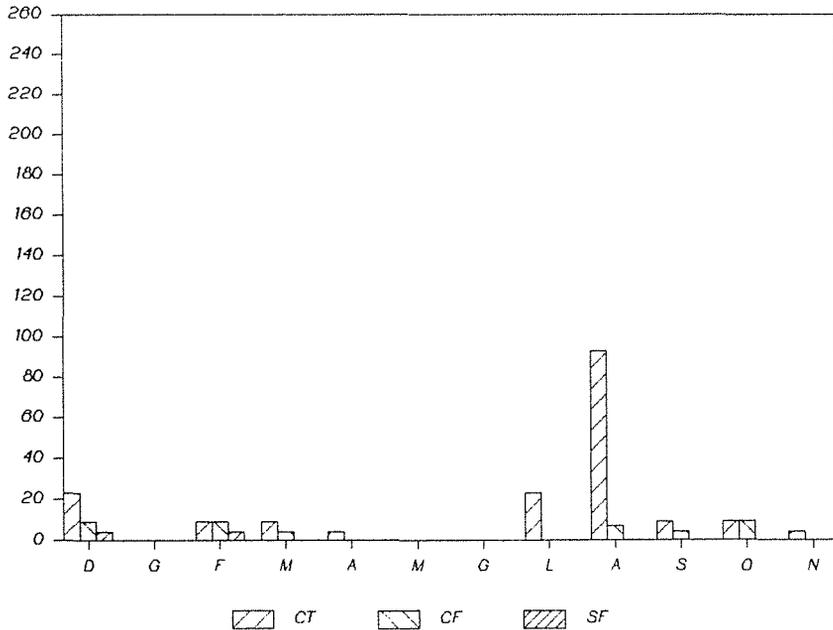
## IDRO - SPIAGGIA LEMPRATO

	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
DICEMBRE '87	23	4	3	1	0	
GENNAIO '88	43	15	4	1	46	ASS.
FEBBRAIO	43	23	0	4	0	
MARZO	4	4	0	6	0	ASS.
APRILE	240	240	23			
MAGGIO	23	9	0			
GIUGNO	0	0	0			
LUGLIO	23	0	0			
AGOSTO	240	93	0			PRES.
SETTEMBRE	23	9	0			ASS.
OTTOBRE	93	7	9			ASS.
NOVEMBRE	23	23	4		0	ASS.

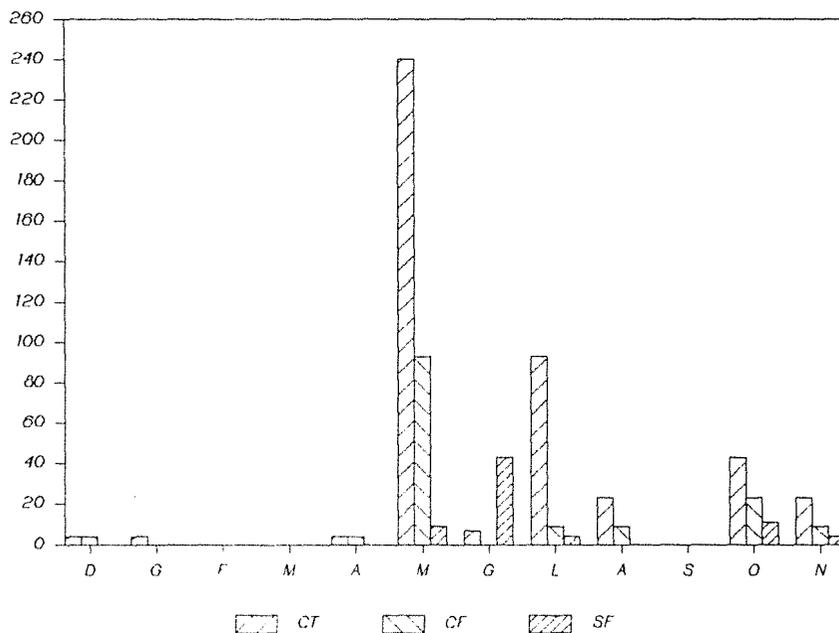
## 1. IDRO - SPIAGGIA VESTA



## 2. IDRO - CAMPEGGIO RIO VANTONE



### 3. IDRO - CRONE ZONA PARCO



### 4. IDRO - SPIAGGIA LEMPRATO

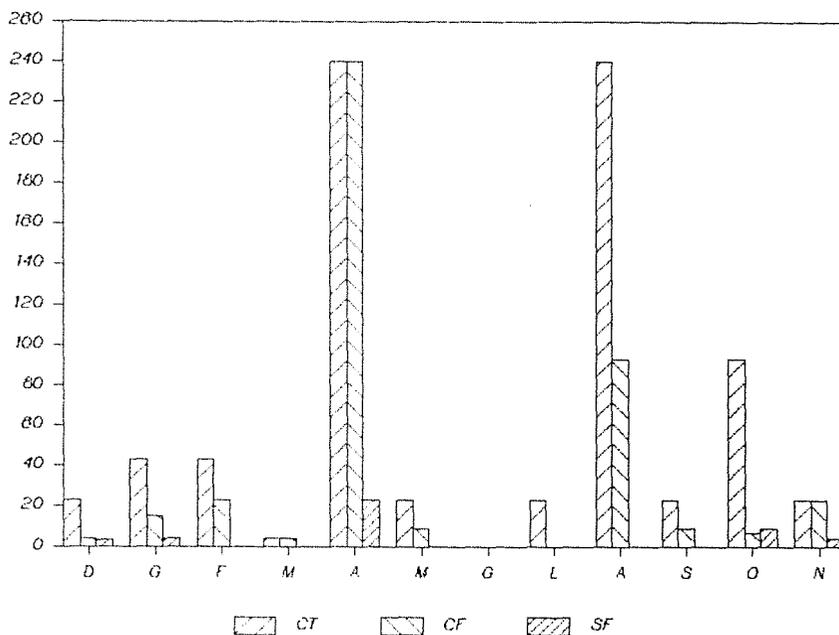


TABELLA II

Legenda: CT = Coliformi totali; SF = Streptococchi fecali; BF = Batteriofagi anti-*E.coli*; Valori riscontrati nell'arco del periodo campionato.

CF = Coliformi fecali;  
ASR = Anaerobi solfito-riduttori;  
SALM = Salmonelle.

## IDRO - TRATTORIA MIRAMONTI

	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
DICEMBRE '87	3	0	0	0	0	
GENNAIO '88	9	0	0	1	0	
FEBBRAIO	0	0	0	1	0	
MARZO	0	0	0	0	0	
ARILE	7	0	0			
MAGGIO	23	9	93			
GIUGNO	0	0	0			
LUGLIO	43	0	4			
AGOSTO	23	0	0			
SETTEMBRE	4	4	0			
OTTOBRE						
NOVEMBRE						

## ANFO - LIDO IMBARCADERO

	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
DICEMBRE '87	23	9	0	6	0	
GENNAIO '88						
FEBBRAIO						
MARZO						
APRILE	9	0	0			
MAGGIO	43	15	43			
GIUGNO	0	0	0			ASS.
LUGLIO	23	4	9			ASS.
AGOSTO	23	9	9			PRES.
SETTEMBRE	93	43	0			
OTTOBRE						
NOVEMBRE						

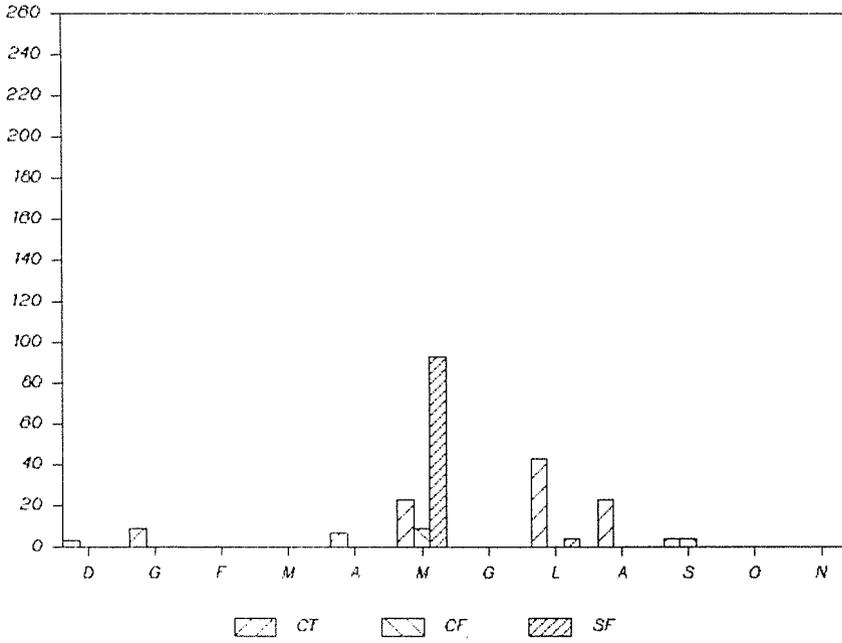
## ANFO - CAMPEGGIO PALAFITTE

	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
DICEMBRE '87	4	4	0	4	0	ASS.
GENNAIO '88	43	23	0	0	0	ASS.
FEBBRAIO	240	240	93	15	0	ASS.
MARZO	23	23	9	0	0	ASS.
APRILE	21	21	0			ASS.
MAGGIO	23	0	9			ASS.
GIUGNO	43	0	0			
LUGLIO	43	0	0			
AGOSTO	43	23	9			
SETTEMBRE	93	15	0			ASS.
OTTOBRE						
NOVEMBRE						

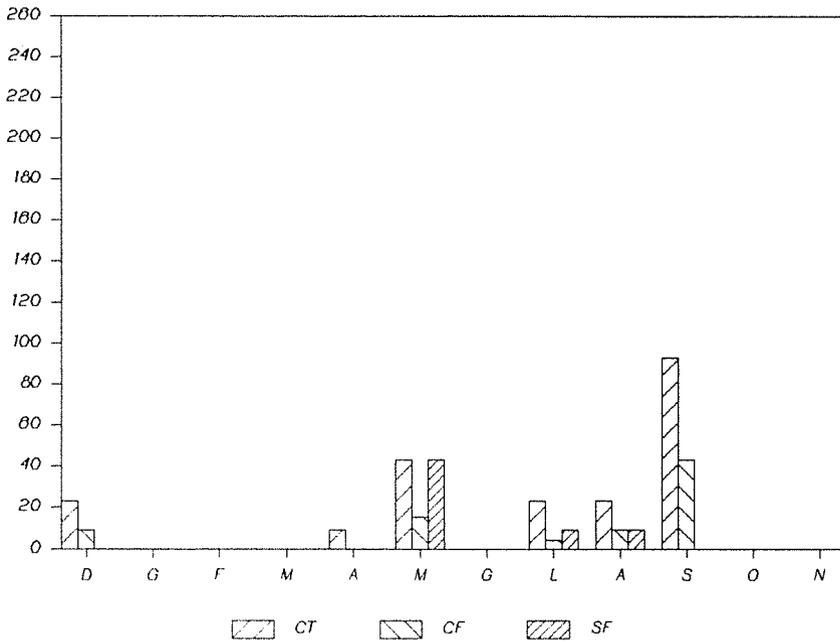
## ANFO - CAMPEGGIO PILU'

	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
DICEMBRE '87	23	9	0	1	0	
GENNAIO '88						
FEBBRAIO						
MARZO						
APRILE	3	0	4			
MAGGIO	9	0	0			
GIUGNO	0	0	0			ASS.
LUGLIO	43	0	0			ASS.
AGOSTO	43	43	4			ASS.
SETTEMBRE	9	9	4			ASS.
OTTOBRE	43	21	4			ASS.
NOVEMBRE	23	9	0		0	ASS.

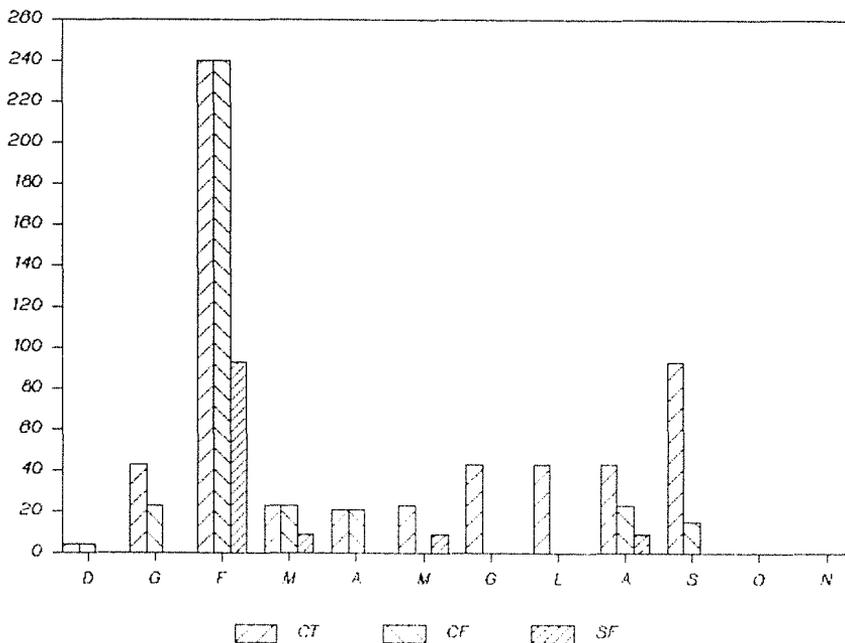
## 5. IDRO - TRATTORIA MIRAMONTI



## 6. ANFO - LIDO IMBARCADERO



### 7. ANFO - CAMPEGGIO PALAFITTE



### 8. ANFO - CAMPEGGIO PILU'

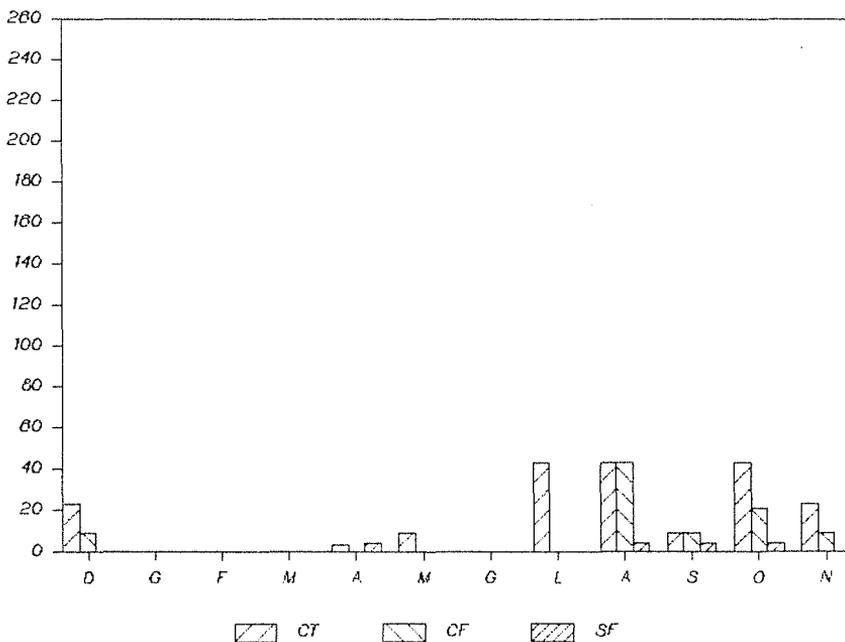


TABELLA III

Legenda: CT = Coliformi totali; CF = Coliformi fecali; ASR = Anaerobi solfato-riduttori; SF = Streptococchi fecali; BF = BF = Batteriofagi anti-*E.coli*; SALM = Salmonelle

Valori riscontrati nell'arco del periodo campionato.

## ANFO - VILLAGGIO OLANDESE

	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
DICEMBRE '87	23	0	0	3	0	
GENNAIO '88	23	4	7	0	0	ASS.
FEBBRAIO	240	93	15	21	0	
MARZO	9	0	4	0	0	
APRILE	43	23	9			
MAGGIO	4	0	0			
GIUGNO	0	0	0			
LUGLIO	23	4	0			ASS.
AGOSTO	0	0	0			
SETTEMBRE	7	0	0			
OTTOBRE	93	9	9			
NOVEMBRE	23	23	0		0	

## BAGOLINO - CAMPEGGIO PIAN D'ONEDA

	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
DICEMBRE '87	1100	1100	43	40	23	ASS.
GENNAIO '88	> 2010	> 1110	> 1110	13	178	PRES.
FEBBRAIO	460	460	93	76	0	ASS.
MARZO	240	93	240	16	0	ASS.
APRILE	460	93	23	25	23	ASS.
MAGGIO	150	39	23	9	0	ASS.
GIUGNO	0	0	0	1	0	
LUGLIO	39	39	15	2	0	PRES.
AGOSTO	93	23	9			ASS.
SETTEMBRE	9	0	0	0		ASS.
OTTOBRE	43	7	29	2	0	ASS.
NOVEMBRE	1100	1100	93	3	23	ASS.

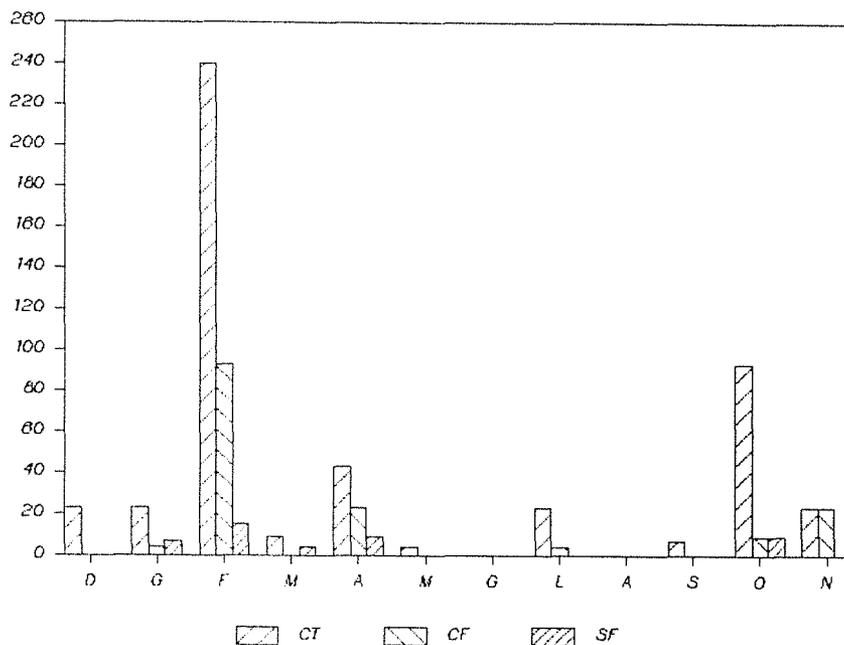
## SPIAGGIA BAITONI

	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
DICEMBRE '87						
GENNAIO '88						
FEBBRAIO						
MARZO	43	15	0	5	0	ASS.
APRILE	460	150	23	9	0	ASS.
MAGGIO	43	23	7	8	0	ASS.
GIUGNO	0	0	0	1	0	ASS.
LUGLIO	39	39	4	4	0	ASS.
AGOSTO	93	93	43			PRES.
SETTEMBRE	93	15	4	6	0	ASS.
OTTOBRE	23	0	4	3	0	ASS.
NOVEMBRE	9	4	0	0	0	ASS.

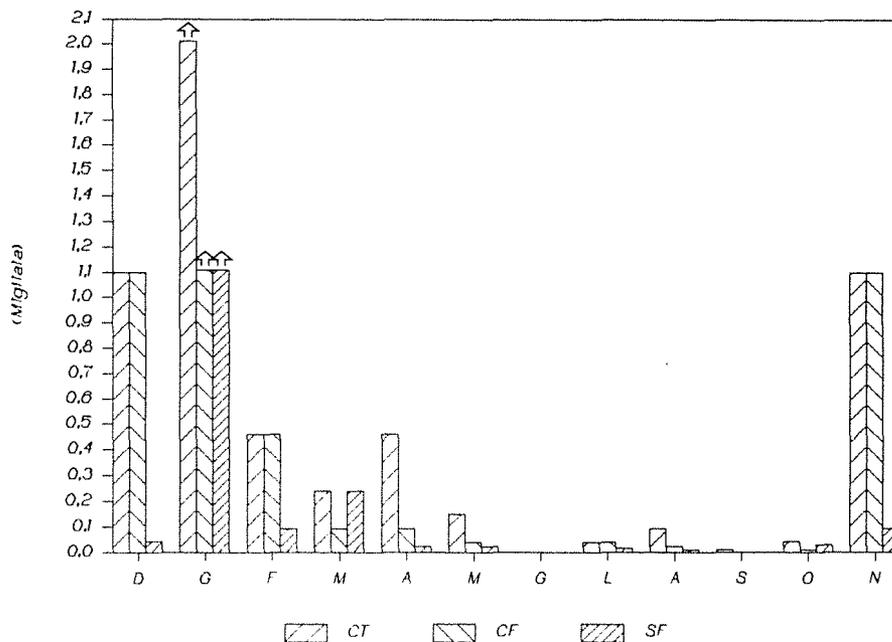
## CENTRO LAGO

	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
DICEMBRE '87	23	9	4	3	23	
GENNAIO '88	4	4	0	3	0	ASS.
FEBBRAIO	93	0	0	6	0	
MARZO	43	0	0	3	0	ASS.
APRILE	7	4	0	2	23	
MAGGIO						
GIUGNO	0	0	0	0	0	
LUGLIO	43	4	0	0	0	
AGOSTO	9	0	0			
SETTEMBRE	4	0	0	0	0	
OTTOBRE	4	0	0	0	0	
NOVEMBRE	0	0	0	0	0	

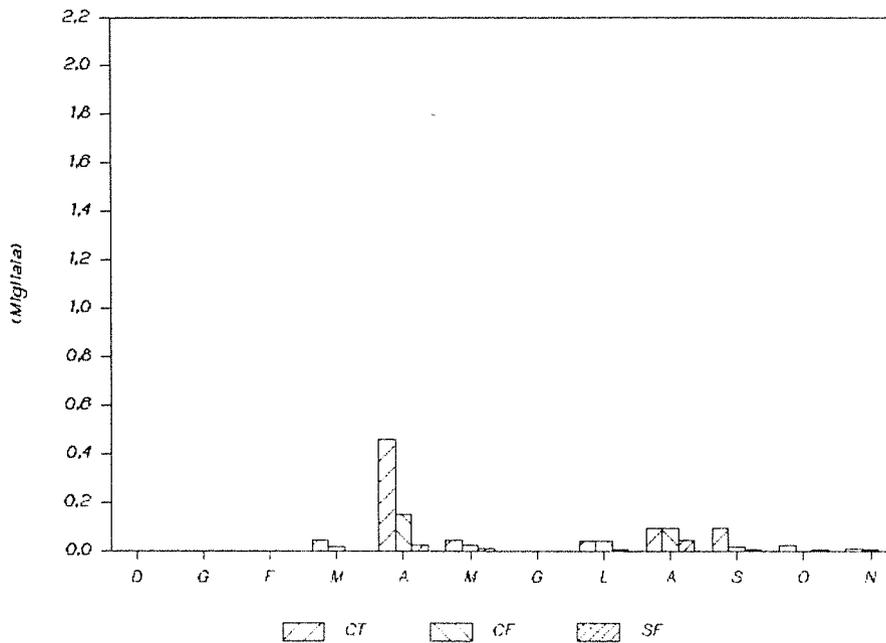
## 9. ANFO - VILLAGGIO OLANDESE



## 10. BAGOLINO - CAMPEGGIO PIAN D'ONEDA



## 11. SPIAGGIA BAITONI



## 12. CENTRO LAGO

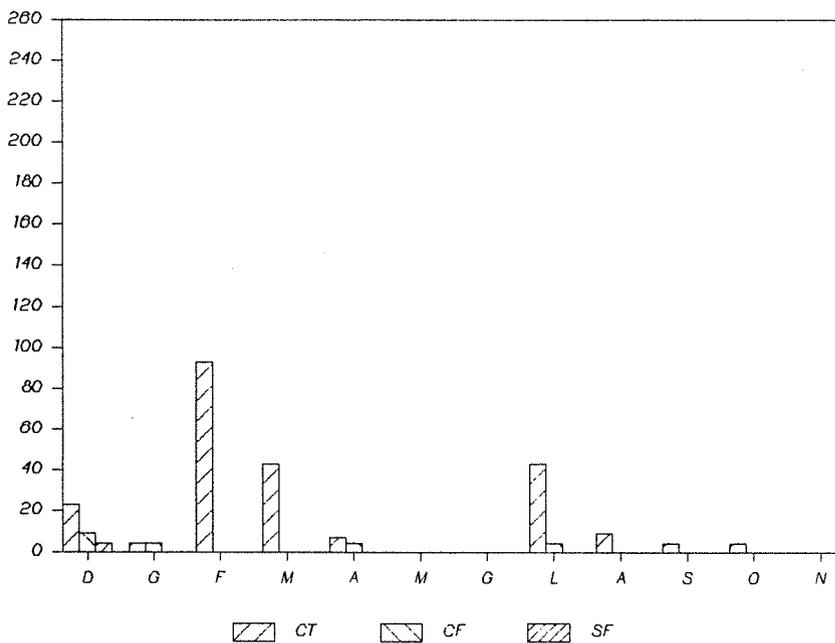


TABELLA IV

Legenda: CT = Coliformi totali; CF = Coliformi fecali;  
 SF = Streptococchi fecali; ASR = Anaerobi solfito-riduttori;  
 BF = Batteriofagi anti-*E.coli*; SALM = Salmonelle

Valori riscontrati nell'arco del periodo campionato

FIUME CHIESE						
	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
DICEMBRE '87	1100	1100	460	15	0	
GENNAIO '88	460	460	240	17	0	ASS.
FEBBRAIO	> 2010	> 1110	460	92	115	
MARZO	460	460	460	21	0	ASS.
APRILE	1100	240	1100	84	0	ASS.
MAGGIO	1100	460	240	57	138	ASS.
GIUGNO	1100	93	150	58	0	
LUGLIO	> 2010	1100	240	52	115	ASS.
AGOSTO	> 2010	460	240			ASS.
SETTEMBRE	43	23	7	3	23	ASS.
OTTOBRE	460	93	93	3	46	ASS.
NOVEMBRE	> 2010	> 1110	1100	23	46	PRES.

RIO MORBIO						
	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
DICEMBRE '87						
GENNAIO '88						
FEBBRAIO						
MARZO	> 2010	> 1110	> 1110	53	138	ASS.
APRILE	> 2010	> 1110	> 1110	96	23	ASS.
MAGGIO	> 2010	1100	> 1110	110	1550	ASS.
GIUGNO	93	93	43	27	0	
LUGLIO	460	43	23	30	115	ASS.
AGOSTO	> 2010	1100	> 1110			PRES.
SETTEMBRE	> 2010	1100	> 1110	90	0	ASS.
OTTOBRE	> 2010	> 1110	> 1110	130	138	ASS.
NOVEMBRE	> 2010	> 1110	1100	106	2070	ASS.

TORRENTE BAITONI						
	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
DICEMBRE '87						
GENNAIO '88						
FEBBRAIO	460	460	75	21	23	
MARZO						
APRILE						
MAGGIO	> 2010	1100	> 1110	56	0	ASS.
GIUGNO	1100	150	240	10	0	
LUGLIO	93	43	4	14	46	ASS.
AGOSTO	> 2010	> 1110	> 1110			ASS.
SETTEMBRE	> 2010	> 1110	> 1110	90	690	ASS.
OTTOBRE	> 2010	> 1110	> 1110	30	46	ASS.
NOVEMBRE	> 2010	> 1110	1100	9	230	ASS.

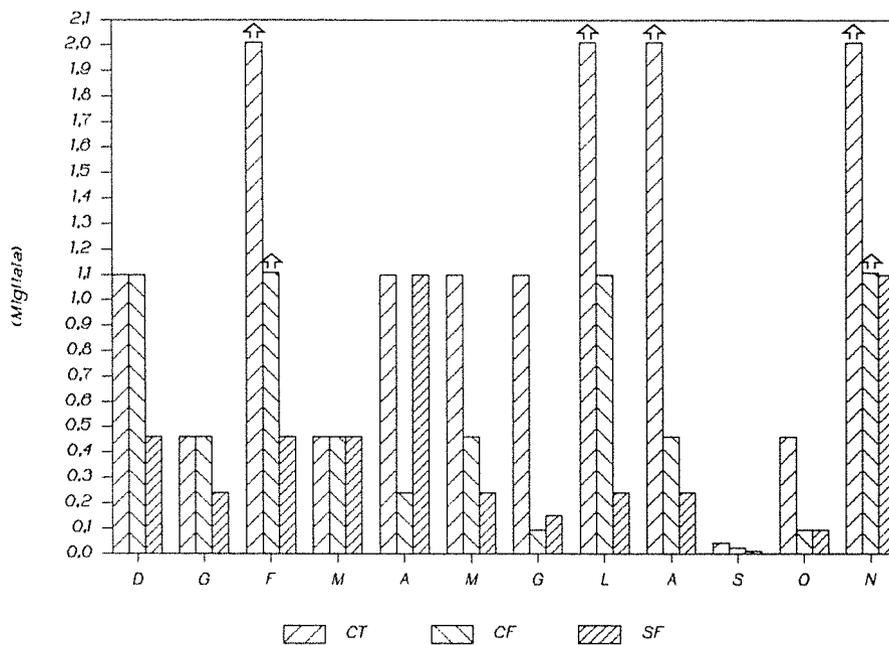
  

SCARICO PISCICOLTURA						
	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
DICEMBRE '87						
GENNAIO '88						
FEBBRAIO	240	240	43	70	0	
MARZO	460	460	110	25	0	ASS.
APRILE	1100	460	240	48	0	ASS.
MAGGIO	210	93	> 1110	78	23	ASS.
GIUGNO	240	43	240	17	0	PRES.
LUGLIO	> 2010	460	1100	40	23	ASS.
AGOSTO	1100	460	1100			ASS.
SETTEMBRE	460	93	460	110	0	ASS.
OTTOBRE	460	460	35	180	0	ASS.
NOVEMBRE	460	150	1100	23	0	ASS.

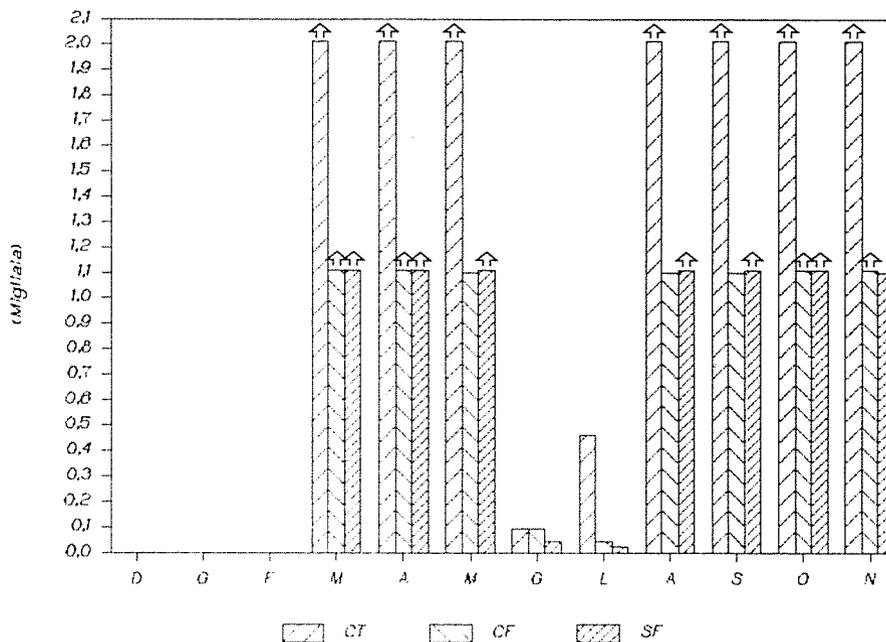
  

TORRENTE RE						
DATA	CT	CF	SF	ASR	BF	SALM.
MARZO '88	93	93	43	2	0	ASS.
AGOSTO '88	460	43	150			

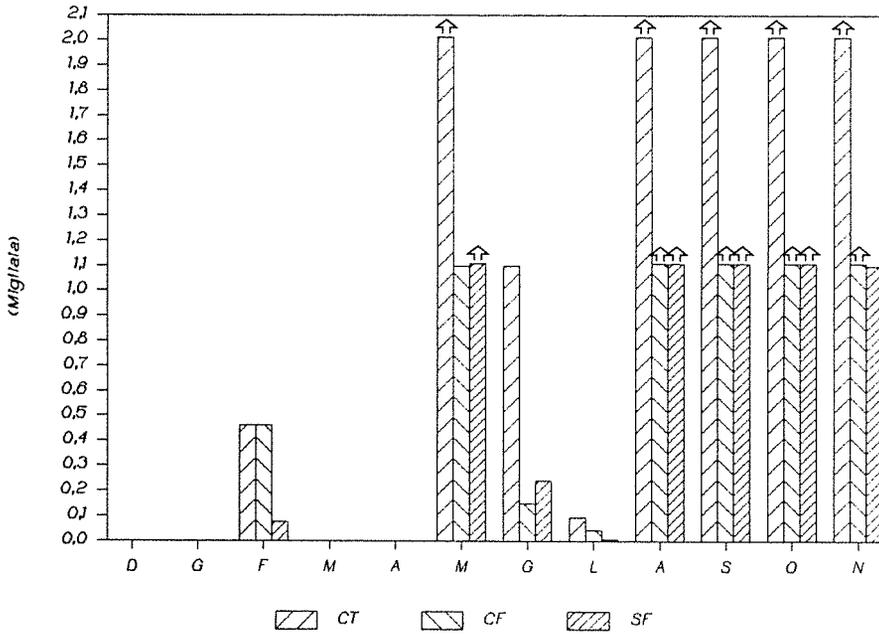
### 13. FIUME CHIESE



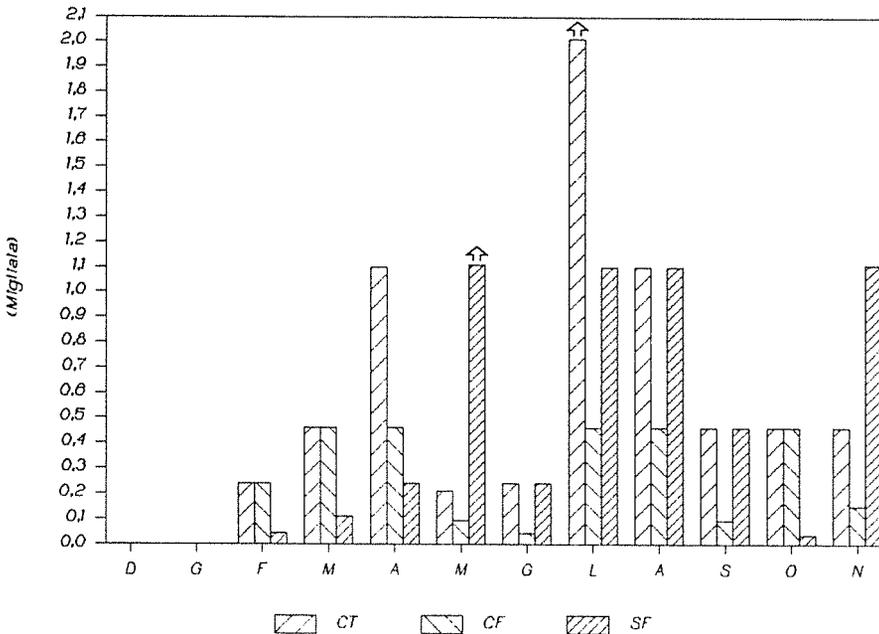
### 14. RIO MORBIO



15. TORRENTE BAITONI



16. SCARICO PISCICOLTURA



**TABELLA V**

Analisi chimica dell'affluente e analisi biologica del fango di ossidazione del depuratore comunale di Anfo.

**Analisi chimica dell'effluente**

Anno:	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1987	1988	1988
Data:						11/8	20/8	29/4	11/8
BOD5 .....	40	< 26	< 11	28	< 7	68	< 80	< 5	< 11
FOSFORO TOT. ...	8,8	< 5,2	< 5,7	4,9	< 1,3	4,9	< 5,2	< 1,5	< 3,7
TENSIOATTIVI									
ANIONICI .....	3,5	< 0,5	< 0,5	1,0	< 0,5	5,5	< 5,3	< 0,6	< 0,5
AZOTO									
AMMONIACALE ..	—	—	—	18	< 0,1	54	< 58	< 2	< 5
AZOTO									
NITRICO .....	—	—	—	—	—	—	< 1	< 62	—
CLORURI .....	23	35	—	—	—	—	30	8	5

**Analisi biologica del fango di ossidazione**

Elenco delle specie e relative densità (N X 10<sup>3</sup>/litro)  
Controllo del 24/5/89

<i>Litonotus fasciola</i> .....	20
<i>Vorticella sp</i> .....	1.720
Totale ciliati .....	1.740
Alge .....	160
Amebe .....	20
Nematodi .....	20

TABELLA VI

Percentuali delle analisi eccedenti i valori di legge. Campionamenti dal dicembre 1987 al novembre 1988. [\* Non rilevati]

PUNTO PRELIEVO	N. CAMP.	Fecalizzazione			Eutrofizzazione			Chimica			
		CT	CF	SF	O.D.	COL.	TR	pH	OM	ST	F
VESTA	12	0	0	0	41,7	0	0	0	0	0	0
VANTONE	12	0	0	0	41,7	0	0	8,3	0	0	0
CRONE	12	0	0	0	33,3	0	0	8,3	0	0	0
LEMPRATO	12	0	8,3	0	33,3	0	0	8,3	0	0	0
MIRAMONTI	10	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
IMBARCADERO	7	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*
PALAFITTE	10	0	10	0	36,4	0	0	0	0	0	0
PILÙ	9	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*
VILL. OLANDESE	12	0	0	0	50	0	0	8,3	0	0	0
P.D'ONEDA	12	8,3	33,3	16,6	50	0	0	8,3	0	0	0
CENTR. LAGO	11	0	0	0	50	0	0	8,3	0	0	0
BAITONI	9	0	11,1	0	30	0	0	8,3	0	0	0
F. CHIESE	12	33,3	75	83,3	*	*	*	*	*	*	*

TABELLA VII

Percentuali delle analisi eccedenti i valori di legge. Stagione balneare 1988.

PUNTO PRELIEVO	N. CAMP.	Fecalizzazione			Eutrofizzazione			Chimica			
		CT	CF	SF	O.D.	COL.	TR	pH	OM	ST	F
VESTA	12	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0
VANTONE	12	0	0	0	58,3	0	0	8,3	0	0	0
CRONE	12	0	0	0	58,3	0	0	8,3	0	0	0
LEMPRATO	12	0	8,3	0	66,7	0	0	8,3	0	0	0
MIRAMONTI	12	0	0	0	66,7	0	0	8,3	0	0	0
IMBARCADERO	12	0	0	0	83,3	0	0	8,3	0	0	0
PALAFITTE	12	0	0	0	83,3	0	0	8,3	0	0	0
PILÙ	12	0	0	0	75	0	0	8,3	0	0	0
VILL. OLANDESE	12	0	0	0	75	0	0	8,3	0	0	0
PIAN D'ONEDA	12	0	0	0	66,7	0	0	8,3	0	0	0

## SALMONELLE

PUNTO PRELIEVO	n° Campioni	% Campioni Positivi
VESTA	3	0
VANTONE	7	0
CRONE	6	0
LEMPRATO	7	28,57
MIRAMONTI	2	0
IMBARCADERO	6	16,66
PALAFITTE	6	16,66
PILÙ	5	0
VILLAGGIO OLANDESE	3	0
PIAN D'ONEGA	11	18,18

TABELLA VIII

Percentuali delle analisi microbiologiche eccedenti i valori di Legge. Stagione balneare 1989.

PUNTO PRELIEVO	n. campioni	Fecalizzazione			Salmonelle	
		CT	CF	SF	n. campioni	% positività
VESTA	12	0	0	0	5	0
VANTONE	12	0	0	0	4	0
CRONE	12	0	0	0	8	12,5
LEMPRATO	12	0	0	0	10	0
MIRAMONTI	12	0	0	0	4	0
IMBARCADERO	12	0	0	0	4	0
PALAFITTE	12	0	0	0	6	0
PILÙ	12	0	0	0	7	0
VILLAGGIO OLANDESE	12	0	0	0	5	0
PIAN D'ONEDA	12	0	8,3	8,3	12	16,6

## BIBLIOGRAFIA

- BARBATO G., GROTTOLO M. e RESOLA S., 1989 - *Eurofizzazione del Lago d'Idro: dati preliminari relativi al piano di monitoraggio effettuato ai sensi della Legge 322 del 25 giugno 1985*. Convegno Regionale sulla tutela delle acque di balneazione. Lecco 12 maggio 1989.
- BELLELLI E., BRACCHI V., SANSEBASTIANO G. e TANZI M. L., 1985 - *Qualità delle acque del delta del Po: aspetti batteriologici e virologici*. Nuova Thalassia, 7. suppl. 2: 113-148.
- BONDE G.J., 1977 - *Bacterial indication of water pollution advances in aquatic microbiology*. Academic Press, N.Y.: 273-364.
- DECRETO PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA, 1982 - n. 470 8.VI.82: *attuazione della direttiva (C.E.E.) n. 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione*.
- FEACHEM R., 1974 - *Fecal coliform and fecal streptococci in streams in the New Highlands*. Water Research, 9: 689-690.
- ISTITUTO DI RICERCA SULLE ACQUE (CNR), 1975. *Metodi analitici per le acque*. Roma.
- MARA D. D., 1974 - *Bacteriology for sanitary engineers*. Churchill, Livingstone.
- MC FETERS G. A., BISSONNET G.K., JERENSKI J.J., THOMSON C.A. e STUARD D.G., 1974 - *Comparative survival of indicator bacteria and pathogens in well water*. Applied Microbiology, 27: 823-829.
- MINISTERO DELLA SANITÀ, 1976 - *Circolare n. 61*.
- MINISTERO DELLA SANITÀ 1989 - *Rapporto sulla qualità delle acque di balneazione (D.P.R. 8 giugno 1982, n. 470)*.
- NARDI G. e TANZI M.L., 1977 - *La ricerca delle Salmonelle nelle acque superficiali*. Annali Sclavo, 19: 251-272.
- VOLTERRA L., DI MATTIA M. e DI GIROLAMO M., 1988 - *DPR 470/82: la qualità delle acque lacustri nel 1987*. Biologi Italiani, XVIII, 11: 23-28.
- WENTSEL R.S., O' NEILL P. e KITCHENS J., 1982 - *Evaluation of Coliphage Detection as a Rapid Indicator of Water Quality*. Applied and Environmental Microbiology, 42 (2): 430-434.
- ZITELLI A., SALVADORI O. e MARIN V., 1981 - *I. Caratteristiche microbiologiche e stato di qualità delle acque del fiume Brenta da Valstagna alla foce nel periodo Aprile 1978 - Maggio 1979*. Igiene Moderna, 75: 477-505.
- ZITELLI A., SALVADORI O., MARIN V. e DUZZIN B., 1981 - *Relazioni tra gli indici di inquinamento fecale nelle acque del fiume Brenta*. Igiene Moderna, 75: 719-734.

Indirizzo dell'Autore:

MARIO GROTTOLO - Via Malvestiti 28 - 25123 Brescia

GAETANO BARBATO\*

## INDAGINE SUL LAGO D'IDRO: NOTIZIE SUL FITOPLANCTON

**RIASSUNTO** - Negli anni 1987-88 e nell'estate del 1989 è stato fatto un controllo mensile del popolamento fitoplanctonico del lago d'Idro ai fini dei permessi di balneabilità e per una migliore conoscenza delle caratteristiche lacustri. I risultati dell'indagine indicano una evoluzione in senso peggiorativo di questa componente biologica del lago: si è verificata una diminuzione di alcune specie e uno sviluppo di altre soprattutto le Cianofitofite. Inoltre si verificano da tre anni delle violente "fioriture" algali nei mesi freddi che potrebbero essere messe in relazione sia con l'andamento stagionale che con gli apporti ricorrenti da parte degli immissari.

**ABSTRACT** - During the years 1987-88 and in the summer of 1989 we monthly controlled the phytoplankton of lake Idro for the granting of bathing permits and for a better knowledge of the lacustrine characteristics. The results of these tests indicate a worsening of this biological component of the lake: a decrease of some species and a development of others, especially the Cyanofitofite, was verified. Furthermore, in the last three years we noticed a violent "flourishing" of algae in the cold months which could be caused by seasonal factors as well as by recurrent contributions of affluent rivers.

### NOTIZIE SUL FITOPLANCTON

Il fitoplancton di un lago rappresenta uno degli anelli fondamentali della catena alimentare che parte dai detriti organici e giunge ai pesci; è anche la componente base per la produzione di ossigeno nelle acque tramite i processi fotosintetici e quindi un elemento condizionante la presenza degli organismi eterotrofi. La presenza di fitoplancton è in rapporto con la disponibilità di nutrienti presenti nelle acque, nutrienti a livello di sali che giungono dal bacino imbrifero o che si trovano nelle acque lacustri grazie ai processi metabolici che avvengono in esse.

Recentemente, da quando cioè i problemi della qualità delle acque sono divenuti oggetto di interesse da parte degli enti pubblici, lo studio e l'analisi del fitoplancton è stato valorizzato proprio per questo rapporto con i nutrienti presenti nelle acque e alcune delle specie di queste microalghe sono indicate, a torto o a ragione, come indici di fenomeni di eutrofizzazione ovvero di sovraalimentazione. D'altra parte lo sviluppo violento di queste alghe microscopiche, la loro cosiddetta fioritura che può conferire alle acque un certo colore, rendono antiestetico l'ambiente lacustre e non invogliano all'attività balneare, attività che è sottoposta a delle regole il cui controllo è di spettanza delle pubbliche amministrazioni.

---

\* Università degli Studi di Brescia e Centro Studi Naturalistici Bresciani.

Il Ministero della Sanità ha indicato inoltre alcune specie fitoplanctoniche come possibili elementi pericolosi per la balneabilità: la loro presenza nelle acque potrebbe essere causa di divieto di balneazione anche se è ancora da dimostrare la loro effettiva pericolosità. È evidente quindi che un controllo costante della qualità e della quantità della componente fitoplanctonica dei laghi è quanto mai opportuno.

L'indagine è iniziata nel mese di novembre 1987 e si è protratta ininterrottamente fino al mese di novembre 1988 con prelievi mensili in undici stazioni così ubicate: n. 1 di fronte al torrente Vantone; n. 2 di fronte al torrente Vesta; n. 3 allo sbocco del Rio Morbio nella sezione nord-orientale; n. 4 di fronte al campeggio Pian d'Oneda nei pressi dello sbocco del Chiese; n. 5 sulla sponda occidentale vicino al campeggio Marina; n. 6 di fronte ad Anfo; n. 7 in una posizione intermedia fra Anfo e Idro sulla sponda occidentale; n. 8 di fronte a Idro; n. 9 di fronte a Lemprato; n. 10 di fronte a Crone; n. 11 al centro del lago.

Nel mese di dicembre 1988 è stata effettuata una ulteriore ricognizione sul lago in conseguenza di segnalazioni di sviluppo algale massiccio; un secondo ciclo di indagini è stato svolto dal mese di maggio a quello di settembre 1989 con prelievi mensili in otto stazioni periferiche così ubicate: n. 1 di fronte al campeggio Pian d'Oneda; n. 2 di fronte al campeggio Marina; n. 3 di fronte ad Anfo; n. 4 di fronte alla località Lazzano; n. 5 di fronte al Idro; n. 6 di fronte a Crone; n. 7 allo sbocco del torrente Vantone; n. 8 allo sbocco del torrente Vesta.

Infine nel mese di dicembre 1889 è stata effettuata una ricognizione sul lago sempre in seguito ad un violento sviluppo algale.

Il prelievo è stato fatto con bottiglia, la specie fitoplanctoniche dopo essere state fissate sono state determinate con microscopio rovesciato nei laboratori dell'Università di Brescia (fac. medicina).

## RISULTATI

Il primo prelievo, nel mese di novembre 1987, è stato un po' scioccante poiché la superficie del lago era quasi completamente coperta da alghe miste ad una componente mucillaginosa originata probabilmente da loro stesse. Le concentrazioni più elevate erano presenti nell'alto lago, soprattutto nella sezione nord-occidentale (camping Marina), dove anche la trasparenza era bassa: solo nella sezione meridionale, all'altezza di Idro-Crone-Lemprato, la presenza algale era inferiore, ma anche in queste posizioni poteva essere osservato il popolamento fitoplanctonico ad occhio nudo guardando nell'acqua. L'esame microscopico ha messo in evidenza che si trattava quasi completamente di Cianoficee — genere *Oscillatoria* in prevalenza e *Aphanizomenon* secondariamente: questo secondo genere non è stato ritrovato nelle stazioni n. 8, 9, 10. In quella occasione l'acqua del lago non era certamente adatta alla balneabilità se non altro per l'aspetto estetico.

Il mese successivo la situazione era notevolmente cambiata poiché la biomassa algale complessiva si era fortemente ridotta ed inoltre la prevalenza delle Cianoficee non era più così marcata: solo nella stazione n. 4 questa prevalenza persisteva, cioè nella sezione nord-occidentale dove, il mese precedente, la biomassa aveva raggiunto valori elevatissimi.

Nei mesi di gennaio, febbraio e marzo 1988 i valori generalmente bassi sia della densità che della biomassa fitoplanctonica persistono: nella stazione n. 3

l'analisi non ha evidenziato alcuna presenza di organismi. Questo però è dovuto al fatto che il livello delle acque era molto basso e quindi il prelievo ha riguardato praticamente un corso d'acqua affluente del lago e come tale privo di fitoplancton data la velocità della corrente e le caratteristiche chimico fisiche delle acque non certo ottimali.

Lo stesso discorso vale per il mese di aprile: in alcune stazioni tuttavia, come p.e. la n. 2 e la n. 3, le concentrazioni e la biomassa sono più elevate probabilmente perché legate all'evolversi della stagione; non è infrequente infatti che nell'ambito di un lago abbastanza grande lo sviluppo stagionale abbia inizio in aree ristrette, forse interessate da apporti di nutrienti o più protette dall'azione eolica o con un fondale particolare.

Lo stesso discorso può essere fatto per la situazione del mese di maggio: in alcune stazioni — in particolare la n. 4 — la densità algale è notevole grazie sempre alla presenza di Cianoficee e in particolare al genere *Oscillatoria*.

Nel prelievo del mese di giugno 1988 i valori della densità e della biomassa sono notevolmente aumentati, in particolare nelle stazioni 1, 3, 9, 11: l'aumento è legato molto probabilmente all'avanzarsi della stagione con acque superficiali a temperatura più elevata. Il fatto che in alcune stazioni i valori sono maggiori è stato spiegato già per i mesi precedenti: è invece da notare che i valori elevati sono dati soprattutto dalle Cianoficee che quindi sono presenti nelle acque tutto l'anno e evidenziano diversi periodi di sviluppo.

Nei mesi di luglio e agosto 1988 i valori diminuiscono fortemente: lo sviluppo primaverile è già avvenuto ed il tempo di fioritura si è esaurito: è interessante constatare che non è il periodo estivo quello più caratteristico per la massima presenza della biomassa algale e questo, tutto considerato, è positivo per il problema della balneabilità; persiste la presenza delle Cianoficee in tutto lo specchio lacustre.

Nei mesi di settembre, ottobre, novembre 1988, con il lago piuttosto basso, i valori del fitoplancton risalgono rispetto ai mesi estivi restando piuttosto uniformi salvo fatta la solita eccezione della stazione n. 3 che rappresenta acqua degli immissari più che di lago: questa uniformità non è solo temporale ma anche spaziale. Osservando la composizione del fitoplancton si può vedere che l'incidenza delle Cianoficee è minore in settembre e aumenta nei mesi successivi più che altro per la diminuzione dei componenti degli altri gruppi algali.

Nella seconda metà del mese di dicembre 1988 si è verificato un fortissimo sviluppo delle Cianoficee (*Oscillatoria* e *Aphanizomenon*) soprattutto nella parte alta del lago: lo sviluppo è stato ancora maggiore di quello verificatosi circa un anno prima nel mese di novembre 1987. La ripetitività è molto importante perché consente di tentare di trarre delle conclusioni sul rapporto fra lo sviluppo algale e l'andamento climatico oppure un fatto episodico ricorrente da identificare. In ogni modo è piuttosto inconsueto che tale sviluppo si verifichi nella stagione più fredda e con un minor numero di abitanti lungo le rive.

Come già detto l'indagine è proseguita, su invito dell'USSL n. 39 nei mesi primaverili e estivi del 1989 sempre tenendo presenti i problemi di balneabilità.

Sono state effettuate cinque uscite mensili, prelevando le alghe in otto stazioni localizzate perifericamente, in modo da poter avere un quadro complessivo delle caratteristiche lacustri.

I risultati delle analisi di questa seconda fase dell'indagine possono essere discussi facendo due confronti il primo fra le diverse stazioni nello stesso mese e il secondo fra i diversi mesi.

Per quanto riguarda il primo confronto è evidente una buona uniformità della distribuzione algale nei mesi di maggio e giugno, con la strana eccezione della stazione n. 8 (località Vesta), eccezione difficilmente spiegabile non avendo altri elementi di confronto; una discreta uniformità è presente anche in settembre. I mesi nei quali sono più evidenti differenze fra stazione e stazione sono il luglio e l'agosto, nei quali d'altra parte, lo sviluppo algale può essere favorito dalla temperatura delle acque nonché dall'apporto di nutrienti in determinate aree lacustri.

Per quanto riguarda il secondo confronto è evidente la presenza costante di alcune specie: per esempio le Criptofite con i generi *Rodomonas* e le Diatomee con i generi *Asterionella*, *Tabellaria* e *Fragilaria*; altri generi, viceversa appaiono sporadicamente. Questa è comunque una situazione abbastanza comune e, in ogni caso, non è indice di condizioni precarie. Anche per questo punto il genere algale che merita più attenzione è *Oscillatoria* unitamente ed *Aphanizomenon*, ambedue facenti parte delle Cianofitee.

Si nota un progressivo aumento dei componenti di questa classe di alghe che inizia dalla primavera avanzata fino all'estate e poi all'autunno: nel mese di settembre infatti abbiamo una distribuzione elevata e costante di *Oscillatoria* e la comparsa di *Aphanizomenon*.

È stato possibile fare un confronto relativo alle densità fitoplanctoniche degli stessi mesi di due anni successivi — 1988 e 1989 — tenendo conto anche dell'uscita nel mese di dicembre 1899.

Più precisamente il confronto permette di mettere in evidenza due punti. Il primo è attinente ai bassi valori di biomassa fitoplanctonica nei mesi estivi: la situazione, già illustrata, è confermata dai prelievi fatti nel 1989; lo sviluppo algale è peculiare dei mesi primaverili — aprile, maggio — e di quelli autunnali, soprattutto del tardo autunno fino al mese di dicembre. Questo secondo sviluppo è da considerare con attenzione perché non è molto comune: di solito la temperatura del mese di dicembre è piuttosto bassa e non dovrebbe favorire lo sviluppo algale: se questo si verifica può anche essere ricercata qualche altra causa interna o esterna al bacino lacustre.

Il secondo punto riguarda la sezione del lago che per prima è interessata dalla fioritura algale o dove lo sviluppo algale è più massiccio: tutto questo si manifesta nell'area di nord-est del lago più o meno all'altezza del camping "Marina".

Non sembra che vi siano situazioni particolari in quella area: il camping Marina è chiuso nei mesi autunnali e invernali e d'altra parte le analisi effettuate dalla USSL 39 hanno evidenziato una situazione di normalità per gli scarichi del campeggio. Forse l'ipotesi più attendibile è l'arrivo in quella zona lacustre di "prodotti" provenienti dal Chiese-Caffaro: infatti secondo i pescatori di professione esiste nel bacino lacustre una corrente superficiale che va dal punto di ingresso dell'immissario alla zona sopraindicata nei pressi del camping Marina. Questa corrente potrebbe interessare, come elemento trainante, anche lo scarico di una piscicoltura situata nei pressi del lago in comune di Ponte-Caffaro, scarico che, dalle analisi chimiche effettuate, non è sempre innocuo. Data però la stagionalità del fenomeno — sviluppo delle Cianofitee nei mesi autunnali invernali — è più ipotizzabile la responsabilità del Chiese rispetto ad altre cause.

In conclusione dal punto di vista del popolamento fitoplanctonico il confronto fra la situazione attuale e quella derivante da tanti anni di ricerche sul lago effet-

tuate dallo scrivente, (Barbato 1971, 1980, 1988) indica che un peggioramento generale si è verificato: negli anni 70 i gruppi prevalenti erano nell'ordine le Criptofitee, le Diatomee e le Clorofitee mentre praticamente assenti erano le Cianofitee. Attualmente queste ultime sono presenti tutto l'anno, con distribuzione ubiquitaria, rappresentate dai generi *Oscillatoria* e secondariamente *Aphanizomenon*, mentre sono scomparse le Crisofitee, praticamente assenti le Peridinee e ridotte le Criptofitee. Alcune specie di Cianofitee, come p.e. quelle identificate nel lago d'Idro, vengono considerate indice di cattiva qualità delle acque: anche senza voler sostenere l'indiscutibilità di questo concetto resta il fatto che una variazione della componente fitoplanctonica si è verificata e non certamente in meglio.

Le specie in oggetto rientrano fra quelle indicate dal Ministero della Sanità come pericolose tali da richiedere ulteriori analisi specialistiche prima di concedere autorizzazione alla balneazione: bisogna dire tuttavia che la pericolosità per l'uomo è ancora da provare e che le analisi specialistiche sono complesse e difficilmente fattibili.

I casi di sviluppo algale, ripetutisi varie volte nelle stagioni invernali sono una ulteriore prova di anomalia ambientale derivante probabilmente da apporto al lago di "sostanze nutrienti" la cui natura e origine è da accertare.

L'apporto è verosimilmente legato al fiume Chiese, il cui percorso a monte non è nella provincia di Brescia ed il cui controllo non è di spettanza della USSL 39.

Credo valga la pena di appurare le cause di questa situazione anomala, cause che influenzano tutto lo specchio l'acqua senza una vera soluzione di continuità nel tempo.

Elenco dei generi **fitoplanctonici**  
rinvenuti più frequentemente nelle acque del lago d'Idro

<i>Oscillatoria</i>	<i>Coelastrum</i>
<i>Aphanizomenon</i>	<i>Eudorina</i>
	<i>Pandorina</i>
<i>Rodomonas</i>	<i>Geminella</i>
	<i>Merismopedia</i>
	<i>Dictiosphaerium</i>
<i>Dynobrion</i>	<i>Crucigenia</i>
	<i>Elakatotrix</i>
<i>Ankistrodesmus</i>	<i>Kirchneriella</i>
<i>Scenedesmus</i>	
	<i>Ceratium</i>
	<i>Peridinium</i>
<i>Pediastrum</i>	
	<i>Asterionella</i>
<i>Closterium</i>	<i>Fragilaria</i>
	<i>Tabellaria</i>
<i>Diatoma</i>	<i>Nitzschia(?)</i>
<i>Cosmarium</i>	<i>Ciclotella</i>

## BIBLIOGRAFIA

BARBATO G., 1972 - Indagine idrobiologica sul lago d'Idro.

Amm. Prov. di Brescia - 1-30.

BARBATO G., 1981 - Il plancton del lago d'Idro. *Natura Bresciana*, 17: 89-113.

BARBATO G., 1988 - Il lago d'Idro - Caratteristiche fisico-chimiche delle acque. *Natura Bresciana*, 24: 115-128.





Fig. 3 - Febbraio 1988

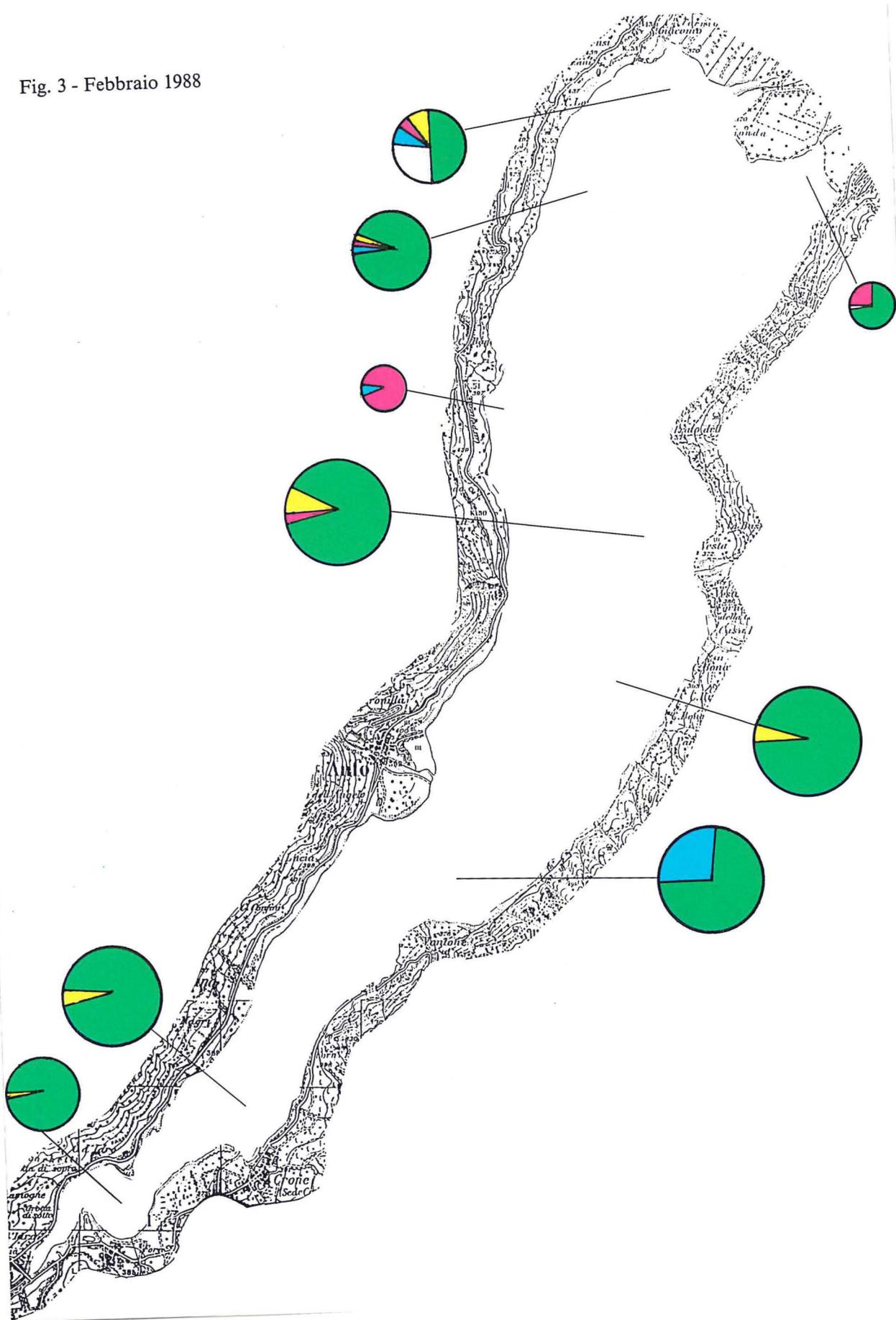


Fig. 4 - Maggio 1988

