

SERGIO RESOLA *

INDAGINI CHIMICO-FISICHE SUI LAGHI DI GARDA, ISEO, IDRO E MORO

RIASSUNTO - Vengono sinteticamente descritti i risultati di una indagine sui laghi bresciani Garda, Iseo, Idro e Moro condotta tra l'ottobre 1988 e l'aprile 1990 mediante quattro campagne di rilevamento. In quest'arco di tempo non sono mai stati osservati rimescolamenti profondi delle acque ed è stato confermato lo stato meromittico dei laghi Idro e Moro. I dati emersi permettono di ordinare i laghi secondo livelli di trofia crescente nella seguente maniera: Garda < Iseo \approx Moro < Idro.

SUMMARY - *Physical-chemical research in the lakes Garda, Iseo, Idro and Moro (Brescia)*. Results of a research about the lakes Garda, Iseo, Idro and Moro carried out from October 1988 to April 1990 with four campaigns of survey, are synthetically described. During this period deep mixing of waters was never observed and the meromittic state of lakes Idro and Moro was confirmed. The data so far collected allow to list these lakes as follows, according to their levels of increasing trophic condition: Garda < Iseo \approx Moro < Idro.

PREMESSA

È generalmente noto che il deterioramento della qualità delle acque lacustri è in massima parte riconducibile ad un rapido innalzamento del loro livello trofico e, cioè, alla accresciuta disponibilità di nutrienti (principalmente fosforo e azoto) che negli ultimi decenni si è venuta a creare. Sono altrettanto note le profonde modificazioni dell'habitat che lo stato di eutrofizzazione determina.

L'indagine condotta ha inteso contribuire allo studio dello stato di salute di questi nostri bacini e, anche, a creare una disponibilità di dati utile per una valutazione della tendenza evolutiva, assieme ad altri lavori in letteratura (I.R.S.A., 1985; BARBATO, 1975 e 1976; CHIAUDANI, 1980).

MATERIALI E METODI

Dall'ottobre 1988 all'aprile 1990 sono state effettuate sui laghi di Garda, Iseo, Idro e Moro quattro campagne di rilevamento, due primaverili e due autunnali, corrispondenti a periodi particolarmente significativi del ciclo stagionale e precisa-

* P.M.I.P.-U.O. Chimica, U.S.S.L. 41 Brescia.

mente al periodo di presumibile piena circolazione delle acque a fine inverno e al termine della stagnazione estiva.

I campionamenti sono stati condotti nelle sette stazioni di prelievo localizzate come da fig. 1. Per ciascun lago è stata scelta una stazione in corrispondenza del punto di massima profondità; inoltre, nei bacini di maggiori dimensioni, il Garda e l'Iseo, sono state opportunamente scelte altre tre stazioni per un controllo più articolato.

In ciascuna stazione sono stati prelevati tre campioni, rispettivamente alla profondità di un metro dalla superficie, sul fondo e a metà della colonna d'acqua, i quali consentono di trarre informazioni il più possibile rappresentative delle condizioni del lago nel suo complesso.

Per le modalità di campionamento e parte delle metodiche analitiche si rimanda ad un precedente lavoro (RESOLA S., 1990); le altre metodiche utilizzate sono le seguenti:

Solfuri: metodo iodometrico (I.R.S.A. 84)

Silicio: analisi spettrofotometrica ad emissione al plasma

Durezza totale: metodo complessometrico con EDTA (APHA 80)

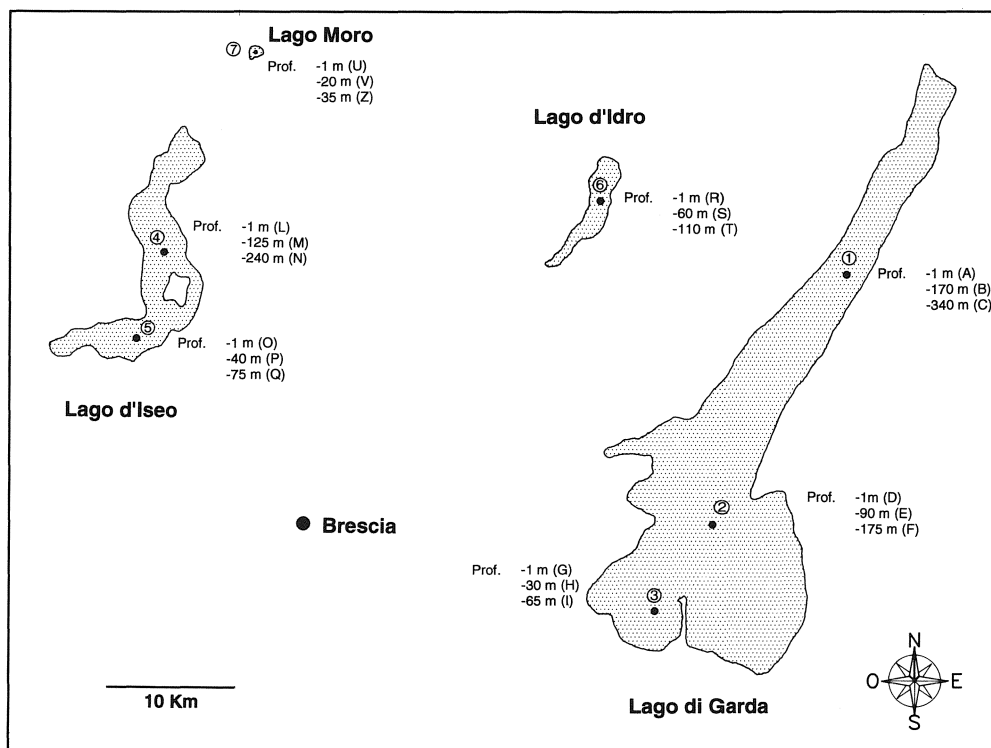


Fig. 1 - Localizzazione geografica dei laghi di Garda, Iseo, Idro e Moro ed ubicazione delle sette stazioni di prelievo. Sono riportate le profondità di campionamento, espresse in metri dalla superficie del lago e le lettere dell'alfabeto che individuano i campioni d'acqua ivi prelevati.

Clorofilla a, Feofitina: metodica spettrofotometrica diffusa ufficiosamente dall'IRSA e pubblicata nel 1991.

VALUTAZIONE DEI RISULTATI

I dati analitici emersi nel corso dell'indagine sono riportati nelle tabelle II-VI.

Per semplificare la descrizione del quadro analitico, sono stati tracciati grafici che correlano i punti di prelievo con i valori medi calcolati per i principali parametri sulle quattro campagne di rilevamento (figg. 2-11). In tal modo sono direttamente confrontabili su uno stesso grafico le diverse condizioni osservate per tutti e quattro i laghi indagati.

Il lago di Garda appare tra i quattro quello più omogeneo. I valori della conducibilità sono compresi tra 191 e 234 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la durezza tra 9.6 e 12.6 °F, il calcio e i solfati rispettivamente tra 25 e 36 mg/l e tra 10 e 14 mg/l. Mediamente l'azoto nitrico è di 300 $\mu\text{g}/\text{l}$, i nitriti e l'ammoniaca sono inferiori a 6 $\mu\text{g}/\text{l}$.

Buono risulta il contenuto di ossigeno disciolto anche alla massima profondità, rinvenuto sempre superiore a 6 mg/l. La concentrazione del fosforo totale presenta in genere valori contenuti, compresi tra 4 e 55 $\mu\text{g}/\text{l}$, con una media di 15 $\mu\text{g}/\text{l}$.

La stazione n. 3, individuata nel basso lago e rappresentativa di un'area ritenuta scarsamente interessata dalla corrente e, perciò, più problematica per la presenza di scarichi a lago, non ha invece mostrato chiari segni di un accumulo di nutrienti.

Nel lago d'Iseo si sono osservate marcate differenze tra la superficie e il fondo. La conducibilità passa mediamente da 240 a 290 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la durezza da 13 a 16 °F, il calcio da 39 a 48 mg/l e i solfati da 46 a 57 mg/l.

I parametri più problematici per il lago sono il fosforo che tocca in profondità a 107 $\mu\text{g}/\text{l}$ e l'ossigeno disciolto che si riduce dai 10 mg/l circa in superficie a poco più di 1 mg/l sul fondo, con un minimo osservato di 0.4 mg/l, nel marzo 1990.

I valori dell'ammoniaca e dei nitriti, tuttavia, permangono a basse concentrazioni.

Nella parte meridionale del lago, controllata con la stazione n. 5, non si notano sostanziali differenze rispetto alla parte nord considerate le rispettive profondità raggiunte. Si registra mediamente una modesta diminuzione del fosforo e della trasparenza ed un incremento dell'azoto nitrico.

Nel lago di Idro e nel lago Moro sono stati registrati gradienti di concentrazione tra la superficie e il fondo più marcati rispetto all'Iseo.

Nel lago d'Idro la durezza passa da 12 a 24 °F, la conducibilità a 20°C da 210 a 390 $\mu\text{S}/\text{cm}$, i solfati da 22 a 90 mg/l ed il fosforo totale aumenta da 13 a 230 $\mu\text{g}/\text{l}$.

L'ossigeno disciolto è sempre risultato del tutto assente già a metà colonna. Le analisi del 25/12/88 hanno mostrato che solamente nei primi 30 m della colonna la concentrazione di ossigeno disciolto è superiore a 5mg/l, e scende a 1.1 mg/l solo 5 m più in basso (tab. V).

Sul fondo asfittico i nitrati sono sottoposti a processi riducenti e subiscono una forte contrazione passando da 300 a 10 $\mu\text{g}/\text{l}$; nella trasformazione si genera azoto ammoniacale che raggiunge concentrazioni di 1000 $\mu\text{g}/\text{l}$. L'ambiente riducente agisce anche sui solfati formando acido solfidrico la cui concentrazione supera mediamente i 3 mg/l.

La causa della elevata concentrazione di fosforo riscontrabile nella ipolimnia è da attribuire in prevalenza alla sedimentazione della materia organica proveniente

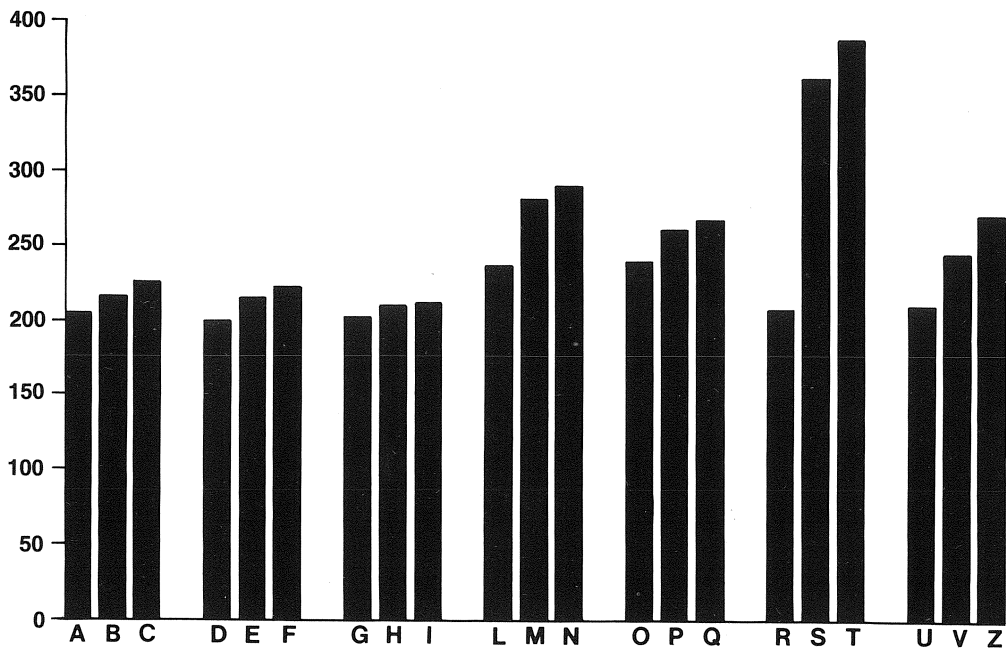


Fig. 2 - Conducibilità e.sp. a 20°C (μS/cm).

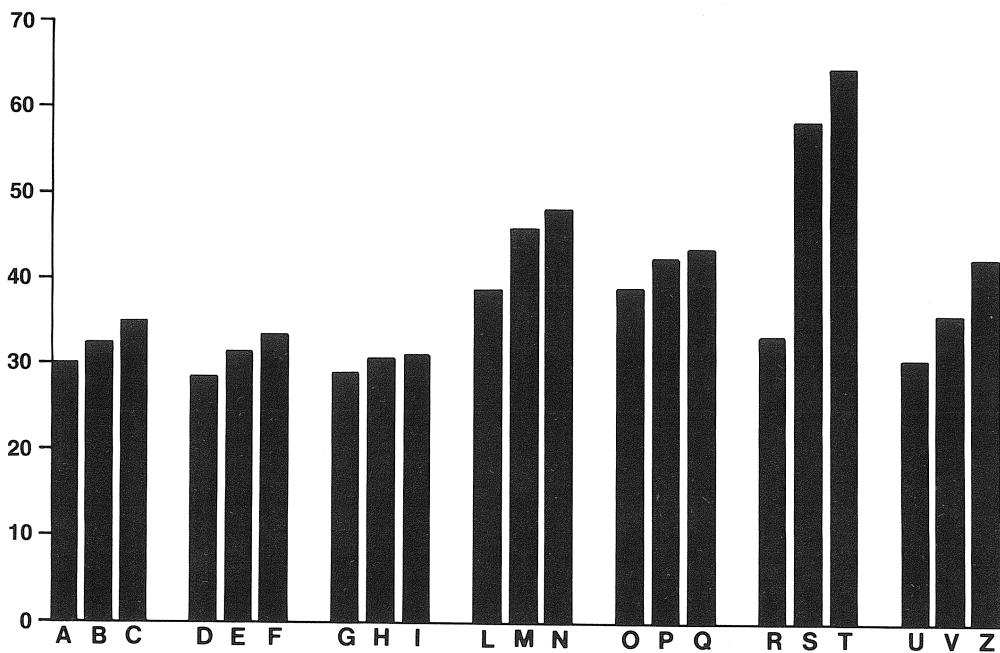


Fig. 3 - Calcio come Ca (mg/l).

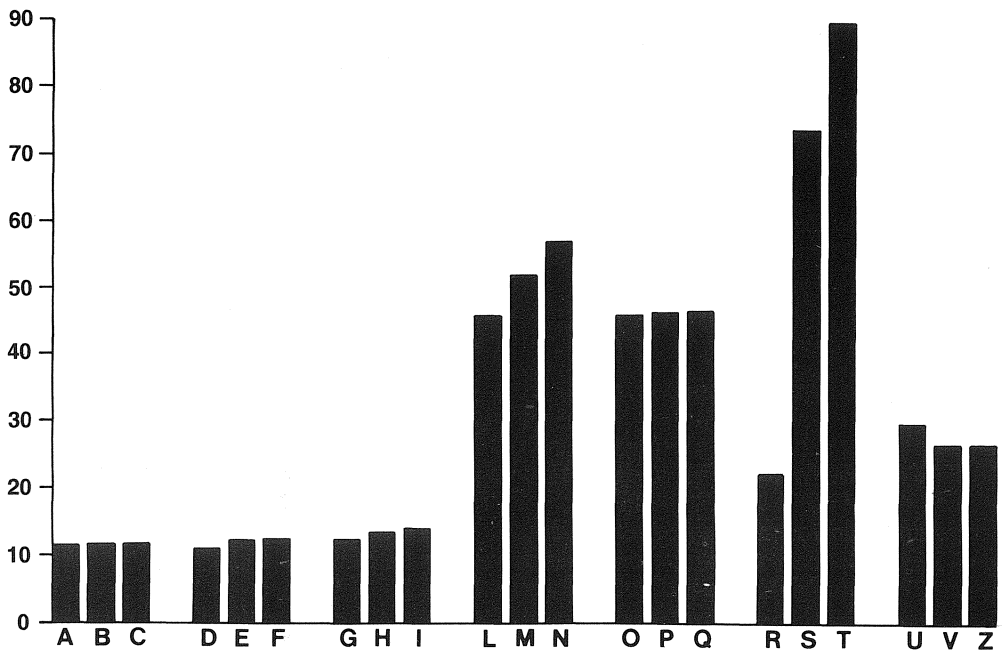


Fig. 4 - Solfati come SO₄ (mg/l).

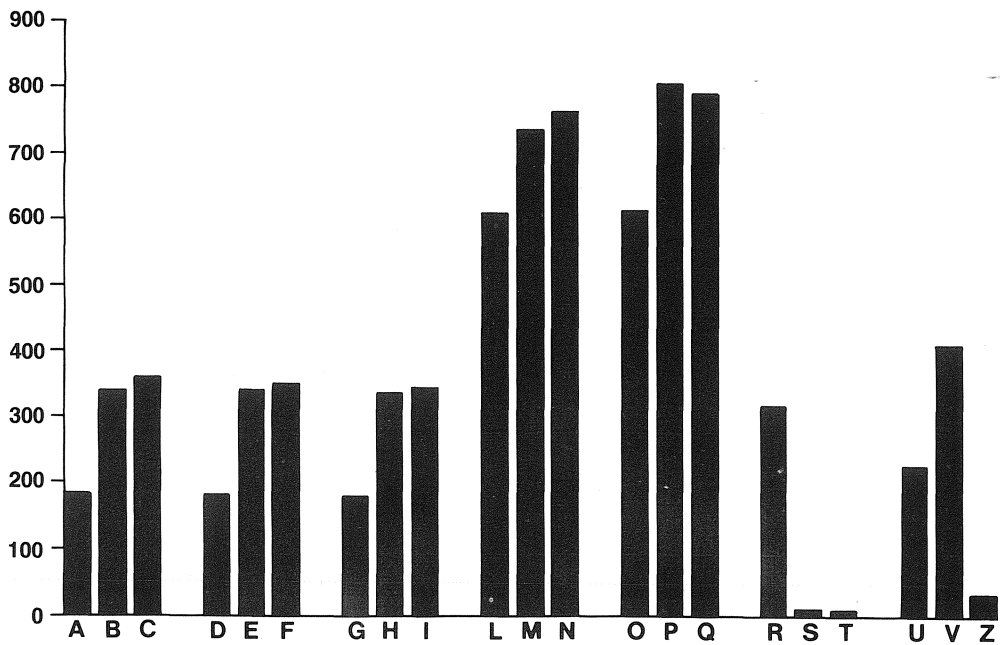


Fig. 5 - Nitrati come NO₃ (µg/l).

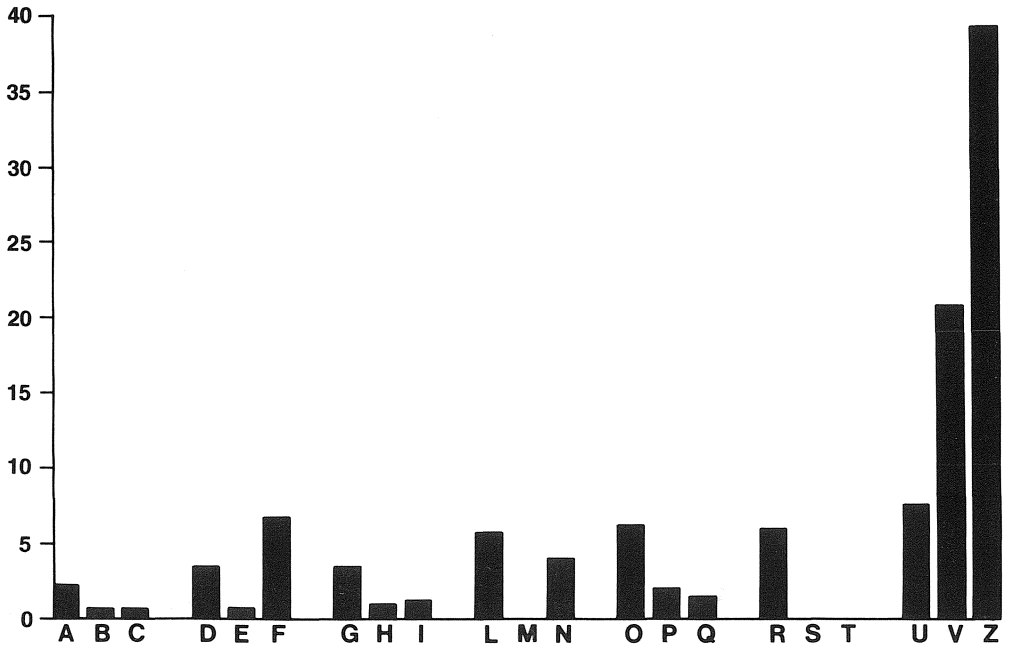


Fig. 6 - Nitriti come NO₂ (µg/l).

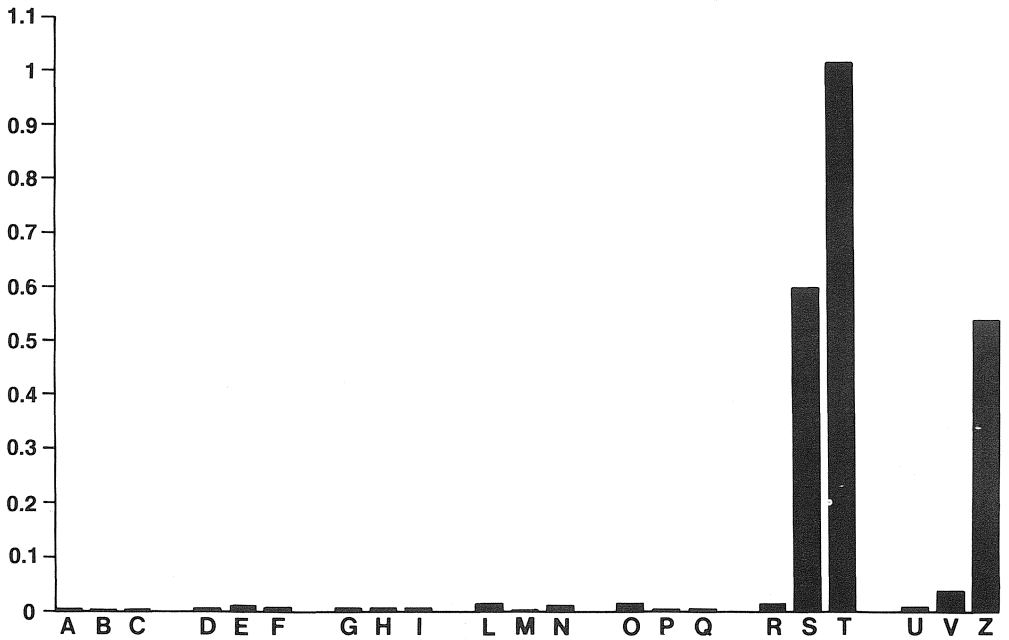


Fig. 7 - Ammoniac come N (mg/l).

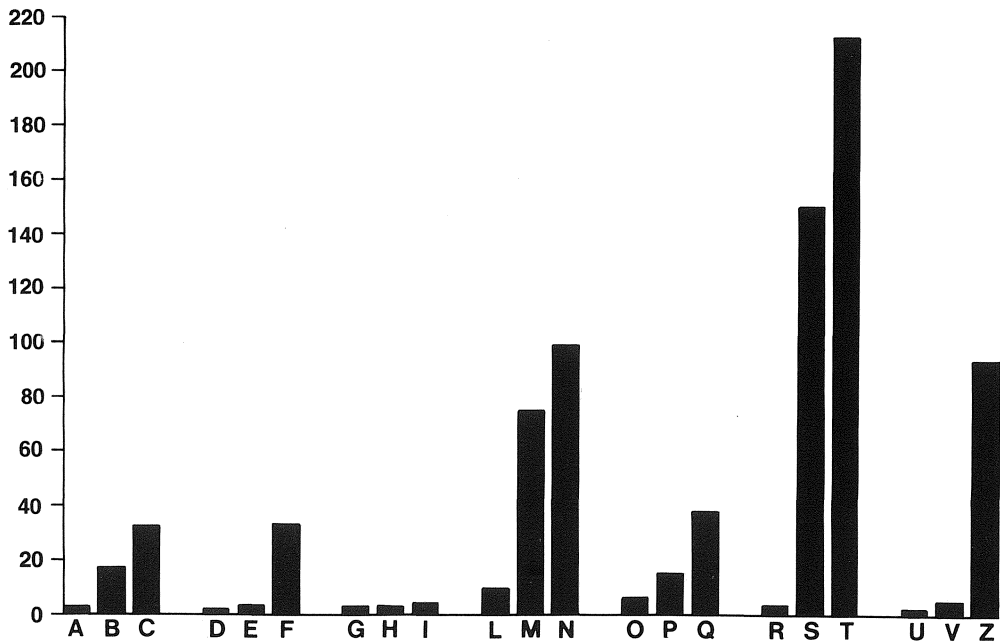


Fig. 8 - Fosforo sol. come P ($\mu\text{g/l}$).

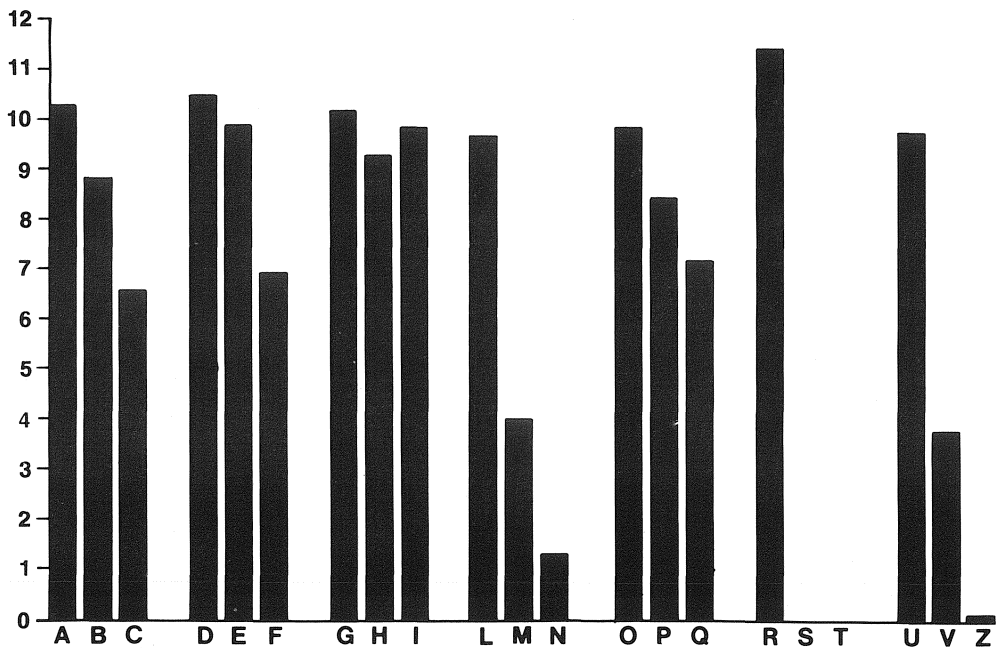


Fig. 9 - Ossigeno disciolto (mg/l).

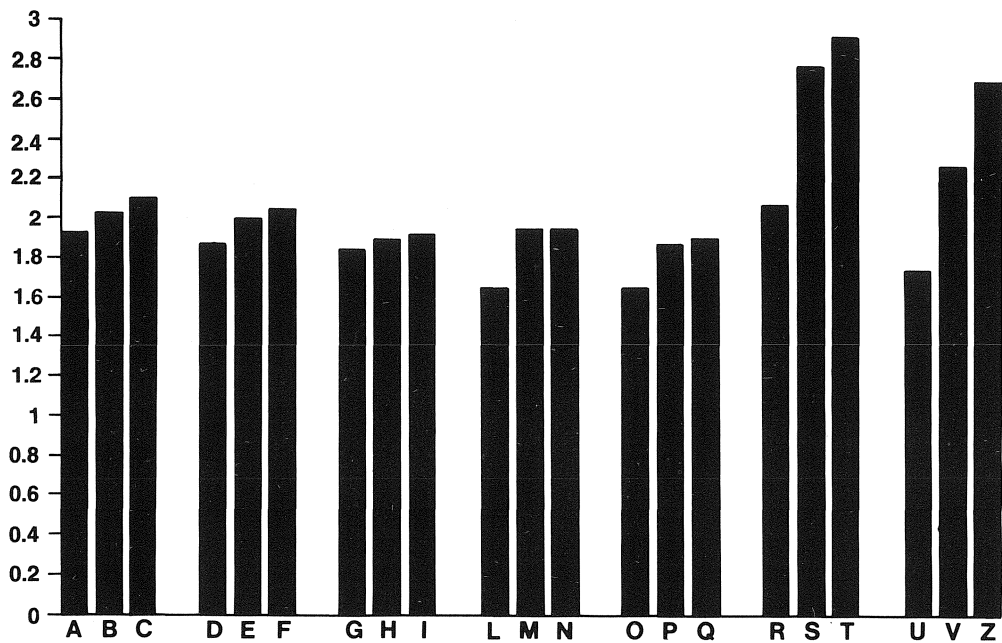


Fig. 10 - Alcalinità (meq/l).

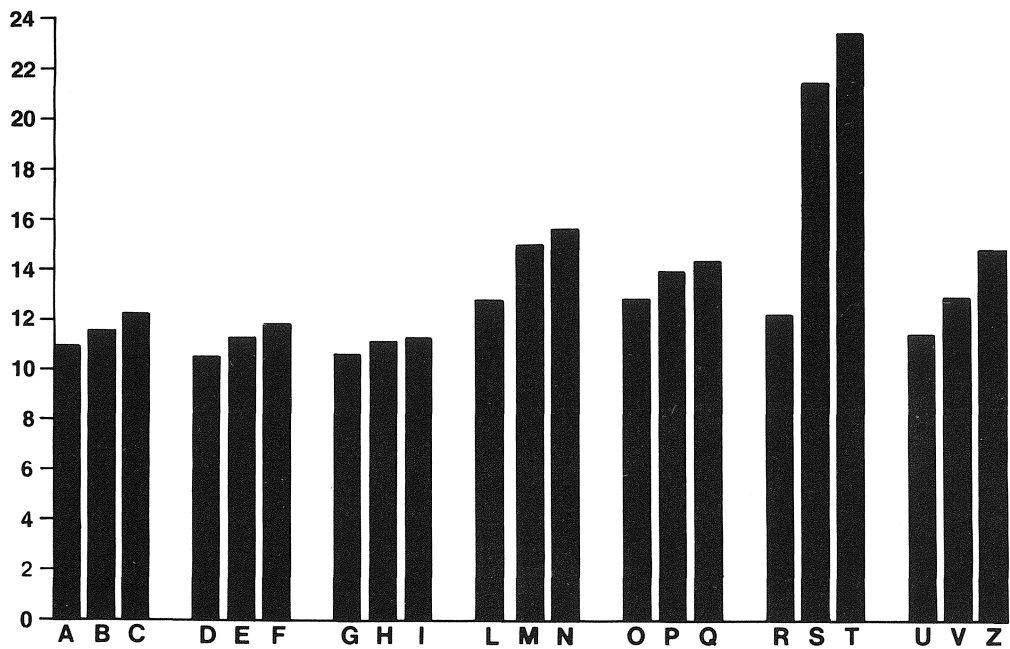


Fig. 11 - Durezza (°F).

dalla superficie, in particolar modo durante il periodo della stratificazione estiva. Così il lago funziona come un depuratore: la presenza di nutrienti nello strato superficiale favorisce lo sviluppo delle alghe, alla cui morte segue il trascinarsi sul fondo del materiale organico, lasciando depurate le acque di superficie che fuoriescono dal lago per sfioramento. Nel contempo, il materiale organico depositato sul fondo subisce una trasformazione chimica implicante un forte consumo di ossigeno. Non essendo questo debitamente reintegrato (es. mediante il rimescolamento con le acque superficiali ossigenate) si crea localmente un ambiente adatto a produrre composti tossici e maleodoranti (ammoniaca, idrogeno solforato, ecc.). Sul fondo, il processo di accumulo della sostanza organica prosegue fino a che essa non raggiunge lo strato d'acqua superficiale rimescolato. Solo quest'ultimo strato sarà, perciò, in grado di ospitare organismi viventi. Nel lago d'Idro tale zona risulta corrispondere ad uno spessore di 30-35 m.

Il lago Moro presenta una situazione analoga a quella già descritta per il lago d'Idro. La forte e perdurante stratificazione delle acque ha determinato un notevole depauperamento di ossigeno disciolto negli strati inferiori e la sua concentrazione sul fondo è assai prossima a zero. Parallelamente si registra sul fondo la mancanza di nitrati e di nitriti e la presenza di ammoniaca e di acido solfidrico.

La bassa profondità del lago Moro, tuttavia, potrebbe consentire un rimescolamento delle acque, anche parziale, in grado di ossigenarle.

CONCLUSIONI

Si è osservata per l'intera durata dell'indagine una sostanziale ripetibilità dei dati relativi ai laghi di Garda, Iseo e Idro. Nell'arco di un così breve periodo di tempo non è stata osservata, perciò, alcuna evoluzione di tendenza.

Solamente nel lago Moro, che è il più piccolo dei laghi controllati e, quindi, quello che risente maggiormente dei cambiamenti quali-quantitativi degli apporti a lago, si è osservato nell'ipolimnio un progressivo peggioramento di qualità, con un aumento di azoto ammoniacale, fosforo e solfuri ed una diminuzione di ossigeno disciolto, nitrati e nitriti.

In nessuno dei quattro laghi indagati si è mai osservato alcun rimescolamento verticale completo delle acque, atteso nei campionamenti tardo invernali, allorché le condizioni meteorologiche potevano essere le più favorevoli. Mancando in tal modo di dati relativi ad una condizione di completa omogeneizzazione delle acque, la valutazione dello stato trofico può essere tracciata a grandi linee utilizzando i valori medi misurati per i singoli parametri. Confrontando i quattro laghi con i criteri della trasparenza, della concentrazione media dei nutrienti, della clorofilla e del contenuto di ossigeno disciolto ipolimnico, in considerazione delle metodologie avanzate da U.S.E.P.A., 1974 e O.E.C.D., 1982 è possibile stilare una scala indicativa di trofia crescente così fatta: Garda < Iseo \approx Moro < Idro.

Ovviamente l'inquinamento di un lago non necessita solo di una stima ma deve essere ricondotto a livelli accettabili nel più breve tempo possibile. Sui laghi di Garda e di Iseo risultano in fase di avanzata realizzazione interventi di risanamento mediante collettamento e trattamento degli scarichi civili (BONOMO e NURIZZO, 1985). Sono scarse, invece, le opere realizzate sui laghi Idro e Moro. I dati emersi dalla presente indagine suggeriscono di intervenire prontamente su questi due bacini prioritariamente operando una emunzione selettiva delle acque, lasciando, cioè, defluire

tramite idonee condotte le acque del fondo ricche di nutrienti e trattenendo, invece, quelle superficiali ormai depurate del lago stesso.

Tab. I - Principali caratteristiche morfometriche e idrologiche dei laghi di Garda, Iseo, Idro e Moro.

| Laghi | Garda | Iseo | Idro | Moro |
|---|-------|------|------|------|
| Superficie lago (Km ²) | 368 | 60,9 | 11,5 | 0,17 |
| Superficie bacino (Km ²) | 2290 | 1736 | 617 | 1,8 |
| Quota s.l.m. (m) | 65 | 186 | 368 | 380 |
| Volume d'acqua (milioni di m ³) | 49030 | 7600 | 747 | — |
| Profondità massima (m) | 350 | 258 | 120 | 40 |
| Tempo teorico di ricambio (anni) | 26,6 | 4,1 | 0,99 | — |
| Portata media emissario (m ³ /s) | 58,4 | 58,7 | 23,8 | — |

Tab. II - Risultati d'analisi delle acque del lago di Garda (ottobre 1988-aprile 1990).

| Data prelievo | Staz. | temp. °C | pH | Oss. mg/l | Alc. meq/l | NO ₂ -N µg/l | NO ₃ -N µg/l | PO ₄ -P µg/l | P-tot. µg/l | SO ₄ mg/l | Si mg/l | NH ₃ -N µg/l | Ca mg/l | Mg mg/l | Cond. µS/cm | Dur. °F | Chl.a µg/l | Feof. µg/l | Trasp. m |
|---------------|-------|----------|------|-----------|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|----------------------|---------|-------------------------|---------|---------|-------------|---------|------------|------------|----------|
| 04.10.88 | A | 19.0 | 8.28 | 9.7 | 2.0 | 4 | 66 | 1 | 11 | 11 | 0.3 | 18 | 31 | 8.4 | 203 | 11.0 | 0.3 | 0.0 | 10.0 |
| | B | 9.4 | 7.64 | 8.8 | 2.0 | 2 | 301 | 17 | 19 | 12 | 0.9 | 3 | 32 | 8.7 | 211 | 11.4 | — | — | — |
| | C | 9.3 | 7.43 | 7.7 | 2.1 | 1 | 341 | 21 | 22 | 12 | 1.6 | 3 | 3 | 8.9 | 224 | 12.4 | — | — | — |
| 05.10.88 | D | 19.6 | 8.72 | 10.2 | 1.9 | 3 | 42 | 2 | 10 | 10 | 0.3 | 17 | 28 | 8.6 | 195 | 10.5 | 0.9 | 1.5 | 10.0 |
| | E | 9.8 | 7.89 | 9.7 | 2.1 | 1 | 340 | 3 | 11 | 11 | 0.7 | 38 | 33 | 9.0 | 227 | 11.8 | 0.1 | 0.2 | — |
| 05.10.88 | F | 8.4 | 7.52 | 6.0 | 2.1 | 16 | 326 | 46 | 55 | 12 | 1.2 | 26 | 35 | 9.1 | 234 | 12.2 | — | — | — |
| | G | 20.4 | 8.77 | 10.1 | 1.9 | 3 | 34 | 4 | 13 | 12 | 0.3 | 13 | 30 | 8.3 | 202 | 10.8 | 0.6 | 1.4 | 9.0 |
| | H | 14.0 | 8.06 | 8.2 | 1.9 | 2 | 311 | 6 | 12 | 14 | 0.5 | 14 | 31 | 8.4 | 210 | 11.2 | 1.0 | 1.7 | — |
| I | 9.2 | 7.78 | 9.4 | 2.0 | 2 | 367 | 11 | 12 | 14 | 0.5 | 14 | 33 | 8.5 | 215 | 11.6 | — | — | — | |
| 20.02.89 | A | 8.3 | 7.95 | 10.8 | 1.9 | 1 | 296 | 4 | 7 | 11 | 0.3 | 9 | 31 | 8.4 | 206 | 11.2 | 0.3 | 1.0 | > 10 |
| | B | 8.0 | 7.65 | 8.0 | 2.0 | 1 | 358 | 23 | 24 | 12 | 0.8 | 4 | 33 | 8.6 | 214 | 11.6 | — | — | — |
| | C | 8.0 | 7.59 | 6.1 | 2.1 | 1 | 369 | 38 | 40 | 12 | 1.0 | 4 | 36 | 8.8 | 223 | 12.6 | — | — | — |
| 21.02.89 | D | 8.4 | 7.92 | 10.6 | 1.9 | 1 | 293 | 2 | 6 | 12 | 0.4 | 7 | 30 | 8.4 | 202 | 10.8 | 0.4 | 0.9 | > 10 |
| | E | 8.3 | 7.86 | 10.1 | 1.9 | 1 | 322 | 3 | 6 | 13 | 0.4 | 3 | 31 | 8.5 | 206 | 11.0 | 0.3 | 0.6 | — |
| 21.02.89 | F | 7.9 | 7.68 | 7.5 | 2.0 | 1 | 337 | 23 | 26 | 13 | 0.8 | 4 | 33 | 8.8 | 216 | 11.6 | — | — | — |
| | G | 8.4 | 7.94 | 10.6 | 1.9 | 1 | 341 | 2 | 7 | 12 | 0.4 | 7 | 31 | 8.3 | 209 | 11.0 | 0.7 | 0.9 | > 10 |
| | H | 8.4 | 7.93 | 10.3 | 1.9 | 0 | 382 | 2 | 6 | 13 | 0.2 | 4 | 31 | 8.4 | 207 | 11.0 | 1.1 | 0.1 | — |
| I | 8.4 | 7.96 | 10.4 | 1.9 | 1 | 360 | 2 | 6 | 14 | 0.3 | 4 | 31 | 8.5 | 208 | 11.2 | — | — | — | |
| 03.10.89 | A | 18.7 | 8.60 | 10.5 | 1.8 | 2 | 105 | 3 | 6 | 12 | 0.1 | 0 | 27 | 8.8 | 203 | 10.4 | 1.1 | 1.1 | 8.5 |
| | B | 8.6 | 7.94 | 8.6 | 2.1 | 0 | 355 | 20 | 20 | 12 | 1.0 | 0 | 34 | 9.0 | 230 | 12.0 | — | — | — |
| | C | 8.4 | 7.87 | 6.4 | 2.1 | 1 | 363 | 40 | 42 | 12 | 1.6 | 0 | 35 | 9.0 | 234 | 12.2 | — | — | — |
| 04.10.89 | D | 19.7 | 8.56 | 10.2 | 1.8 | 8 | 111 | 2 | 5 | 10 | 0.1 | 0 | 26 | 8.5 | 196 | 10.0 | 0.9 | 0.9 | 8.0 |
| | E | 8.8 | 7.78 | 9.7 | 2.0 | 0 | 359 | 3 | 5 | 13 | 0.6 | 0 | 31 | 9.0 | 222 | 11.2 | 0.2 | 0.2 | — |
| 04.10.89 | F | 8.4 | 7.60 | 7.3 | 2.1 | 10 | 362 | 37 | 40 | 13 | 1.2 | 0 | 34 | 9.1 | 230 | 12.0 | — | — | — |
| | G | 20.0 | 8.38 | 9.4 | 1.7 | 8 | 50 | 2 | 6 | 12 | 0.2 | 0 | 25 | 8.3 | 191 | 9.6 | 0.8 | 1.0 | 8.0 |
| | H | 12.2 | 7.63 | 8.1 | 1.9 | 1 | 367 | 2 | 6 | 14 | 0.4 | 0 | 31 | 8.7 | 219 | 11.4 | 0.2 | 0.6 | — |
| I | 9.8 | 7.64 | 9.0 | 1.9 | 1 | 348 | 1 | 3 | 14 | 0.5 | 0 | 31 | 8.7 | 218 | 11.4 | — | — | — | |
| 11.04.90 | A | 10.2 | 8.40 | 10.1 | 2.0 | 2 | 265 | 2 | 8 | 12 | 0.3 | 0 | 31 | 8.6 | 208 | 11.2 | 1.3 | 0.9 | 10.0 |
| | B | 8.4 | 8.11 | 9.9 | 2.0 | 0 | 341 | 9 | 15 | 11 | 0.9 | 0 | 31 | 8.6 | 211 | 11.2 | — | — | — |
| | C | 8.2 | 8.02 | 6.1 | 2.1 | 0 | 360 | 29 | 32 | 11 | 1.5 | 0 | 34 | 8.7 | 222 | 11.8 | — | — | — |
| 12.04.90 | D | 10.5 | 8.60 | 10.9 | 1.9 | 2 | 279 | 2 | 4 | 12 | 0.3 | 0 | 30 | 8.4 | 207 | 10.8 | 1.3 | 1.1 | > 10 |
| | E | 8.8 | 8.30 | 10.5 | 2.0 | 1 | 334 | 4 | 8 | 12 | 0.5 | 3 | 31 | 8.6 | 208 | 11.2 | 0.3 | 0.4 | — |
| 12.04.90 | F | 8.2 | 8.01 | 6.9 | 2.0 | 0 | 372 | 25 | 27 | 12 | 1.4 | 0 | 32 | 8.6 | 211 | 11.5 | — | — | — |
| | G | 10.8 | 8.37 | 10.6 | 1.9 | 2 | 282 | 2 | 6 | 13 | 0.3 | 2 | 30 | 8.5 | 206 | 11.0 | 1.2 | 1.0 | > 10 |
| | H | 9.4 | 8.12 | 10.6 | 1.9 | 1 | 279 | 2 | 8 | 13 | 0.4 | 4 | 30 | 8.5 | 205 | 10.9 | 1.1 | 1.0 | — |
| I | 9.1 | 8.20 | 10.6 | 1.9 | 1 | 297 | 2 | 7 | 14 | 0.4 | 8 | 30 | 8.5 | 208 | 11.0 | — | — | — | |

Tab. III - Risultati d'analisi delle acque del lago d'Iseo (ottobre 1988-marzo 1990).

| Data prelievo | Staz. | temp. °C | pH | Oss. mg/l | Alc. meq/l | NO ₂ -N µg/l | NO ₃ -N µg/l | PO ₄ -P µg/l | P-tot. µg/l | SO ₄ mg/l | Si mg/l | NH ₃ -N µg/l | Ca mg/l | Mg mg/l | Cond. µS/cm | Dur. °F | Chl.a µg/l | Feof. µg/l | Trasp. m |
|---------------|-------|----------|------|-----------|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|----------------------|---------|-------------------------|---------|---------|-------------|---------|------------|------------|----------|
| 26.10.88 | L | 16.3 | 8.17 | 8.9 | 1.5 | 6 | 450 | 4 | 10 | 48 | 0.1 | 32 | 36 | 7.6 | 221 | 12.1 | 1.1 | 1.1 | 11.0 |
| | M | 6.4 | 7.13 | 4.5 | 2.0 | 0 | 852 | 69 | 82 | 50 | 1.5 | 4 | 47 | 8.9 | 282 | 15.2 | 1.1 | 0.8 | — |
| | N | 6.3 | 7.16 | 2.3 | 2.0 | 1 | 819 | 89 | 100 | 58 | 1.8 | 6 | 50 | 8.9 | 297 | 16.0 | — | — | — |
| | O | 16.6 | 8.14 | 8.6 | 1.5 | 5 | 395 | 3 | 6 | 46 | 0.1 | 46 | 36 | 7.5 | 221 | 12.0 | 0.7 | 0.6 | 11.0 |
| | P | 7.1 | 7.33 | 6.3 | 2.0 | 1 | 912 | 9 | 10 | 46 | 1.0 | 2 | 44 | 8.4 | 265 | 14.3 | 0.4 | 0.0 | — |
| | Q | 6.7 | 7.22 | 5.3 | 2.0 | 1 | 897 | 46 | 62 | 46 | 1.3 | 3 | 45 | 8.4 | 268 | 14.6 | — | — | — |
| 06.03.89 | L | 6.4 | 7.61 | 9.6 | 1.8 | 2 | 717 | 27 | 31 | 41 | 0.9 | 2 | 40 | 7.9 | 242 | 13.2 | — | — | 11.0 |
| | M | 6.3 | 7.26 | 5.2 | 2.0 | 0 | 759 | 75 | 79 | 54 | 1.3 | 3 | 47 | 8.9 | 289 | 15.3 | — | — | — |
| | N | 6.2 | 7.11 | 1.2 | 2.0 | 4 | 703 | 101 | 112 | 59 | 1.3 | 19 | 48 | 9.1 | 293 | 15.6 | — | — | — |
| | O | 6.8 | 7.72 | 10.1 | 1.9 | 6 | 703 | 17 | 21 | 42 | 0.8 | 2 | 41 | 7.9 | 256 | 13.3 | — | — | 11.0 |
| | P | 6.4 | 7.65 | 10.1 | 1.9 | 5 | 690 | 19 | 23 | 42 | 0.7 | 3 | 41 | 8.2 | 258 | 13.5 | — | — | — |
| | Q | 6.4 | 7.64 | 10.1 | 1.9 | 5 | 710 | 20 | 24 | 42 | 0.8 | 3 | 41 | 8.4 | 261 | 13.6 | — | — | — |
| 10.10.89 | L | 16.9 | 8.34 | 9.1 | 1.6 | 11 | 572 | 1 | 7 | 43 | 1.1 | 16 | 37 | 7.5 | 232 | 12.3 | 2.0 | 3.0 | 7.5 |
| | M | 6.4 | 7.46 | 3.2 | 1.9 | 0 | 702 | 78 | 80 | 49 | 2.6 | 0 | 45 | 8.9 | 278 | 14.8 | 0.0 | 0.4 | — |
| | N | 6.4 | 7.28 | 1.4 | 1.9 | 9 | 740 | 99 | 101 | 50 | 3.3 | 13 | 47 | 9.1 | 284 | 15.3 | — | — | — |
| | O | 17.1 | 8.45 | 9.3 | 1.6 | 10 | 572 | 1 | 2 | 43 | 1.0 | 2 | 37 | 7.5 | 235 | 12.2 | 1.9 | 2.3 | 7.0 |
| | P | 7.4 | 7.56 | 7.0 | 1.8 | 0 | 833 | 20 | 21 | 46 | 1.5 | 0 | 43 | 8.5 | 269 | 14.1 | — | — | — |
| | Q | 6.4 | 7.51 | 5.8 | 1.9 | 0 | 755 | 50 | 50 | 46 | 1.7 | 0 | 45 | 8.9 | 279 | 14.8 | — | — | — |
| 20.03.90 | L | 8.0 | 8.24 | 11.2 | 1.7 | 4 | 693 | 7 | 24 | 51 | 1.0 | 0 | 42 | 8.4 | 255 | 13.9 | 2.7 | 2.5 | 5.0 |
| | M | 6.3 | 7.24 | 3.2 | 1.9 | 0 | 623 | 78 | 83 | 55 | 1.6 | 0 | 45 | 8.8 | 280 | 14.8 | 0.1 | 0.3 | — |
| | N | 6.3 | 7.18 | 0.4 | 1.9 | 2 | 781 | 109 | 116 | 61 | 1.9 | 0 | 48 | 9.3 | 292 | 15.8 | — | — | — |
| | O | 9.3 | 8.19 | 11.4 | 1.6 | 4 | 777 | 3 | 16 | 52 | 0.7 | 0 | 42 | 8.3 | 251 | 14.0 | 2.6 | 3.0 | 4.5 |
| | P | 7.2 | 7.67 | 10.4 | 1.8 | 2 | 781 | 14 | 25 | 51 | 1.0 | 0 | 42 | 8.5 | 258 | 14.1 | — | — | — |
| | Q | 6.7 | 7.18 | 7.5 | 1.8 | 0 | 795 | 35 | 40 | 52 | 1.2 | 0 | 44 | 8.7 | 268 | 14.6 | — | — | — |

Tab. IV - Risultati d'analisi delle acque del lago d'Idro (ottobre 1988-marzo 1990).

| Data prelievo | Staz. | temp. °C | pH | Oss. mg/l | Alc. meq/l | S mg/l | NO ₂ -N µg/l | NO ₃ -N µg/l | PO ₄ -P µg/l | P-tot. µg/l | SO ₄ mg/l | Si mg/l | NH ₃ -N µg/l | Ca mg/l | Mg mg/l | Cond. µS/cm | Dur. °F | Chl.a µg/l | Feof. µg/l | Trasp. m |
|---------------|-------|----------|------|-----------|------------|--------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|----------------------|---------|-------------------------|---------|---------|-------------|---------|------------|------------|----------|
| 03.11.88 | R | 12.0 | 8.39 | 9.95 | 2.0 | 0.0 | 9 | 381 | 3 | 15 | 26 | 0.3 | 28 | 32 | 8.5 | 195 | 11.6 | 4.2 | 6.4 | 5.5 |
| | S | 6.6 | 7.29 | 0 | 2.8 | 0.3 | 0 | 15 | 153 | 168 | 69 | 2.6 | 556 | 58 | 15.2 | 350 | 21.0 | 0.2 | 0.1 | — |
| | T | 6.4 | 7.29 | 0 | 2.9 | 3.4 | 0 | 14 | 216 | 230 | 82 | 3.6 | 892 | 66 | 16.2 | 361 | 23.6 | — | — | — |
| 01.03.89 | R | 4.8 | 8.20 | 12.7 | 2.1 | 0.0 | 3 | 388 | 6 | 16 | 23 | 0.6 | 0 | 36 | 8.7 | 218 | 13.3 | — | — | 3.0 |
| | S | 6.7 | 7.19 | 0 | 2.9 | 0.4 | 0 | 14 | 160 | 174 | 71 | 2.1 | 700 | 58 | 17.0 | 364 | 22.0 | — | — | — |
| | T | 6.9 | 7.25 | 0 | 3.0 | 3.1 | 0 | 12 | 209 | 225 | 91 | 2.6 | 1060 | 62 | 18.7 | 387 | 23.2 | — | — | — |
| 17.10.89 | R | 16.3 | 8.88 | 11.5 | 2.1 | 0.0 | 8 | 140 | 2 | 12 | 16 | 0.1 | 0 | 29 | 8.2 | 196 | 10.4 | 4.3 | 7.2 | 3.0 |
| | S | 6.4 | 7.43 | 0 | 2.5 | 0.6 | 0 | 0 | 121 | 133 | 81 | 2.6 | 546 | 57 | 16.1 | 396 | 21.0 | — | — | — |
| | T | 6.5 | 7.46 | 0 | 2.8 | 2.7 | 0 | 0 | 203 | 232 | 88 | 3.6 | 1105 | 66 | 17.3 | 437 | 23.6 | — | — | — |
| 13.03.90 | R | 6.1 | 7.89 | 11.5 | 2.1 | 0.0 | 4 | 356 | 4 | 8 | 24 | 0.6 | 14 | 37 | 9.7 | 225 | 13.8 | 3.6 | 8.7 | 4.2 |
| | S | 6.8 | 7.17 | 0 | 2.9 | 1.1 | 0 | 8 | 168 | 172 | 74 | 3.1 | 585 | 61 | 16.3 | 343 | 22.0 | — | — | — |
| | T | 6.9 | 7.21 | 0 | 3.0 | 3.0 | 0 | 7 | 225 | 228 | 98 | 4.0 | 998 | 65 | 17.3 | 372 | 23.5 | — | — | — |

Tab. V - Lago d'Idro: analisi in colonna d'acqua della temperatura e dell'ossigeno disciolto (25 novembre 1988).

| Profondità (m) | -1 | -10 | -20 | -30 | -35 | -40 | -45 | -50 |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Temperatura (°C) | 8.3 | 8.3 | 7.9 | 7.1 | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 6.7 |
| Ossigeno disc. (mg/l) | 8.5 | 8.4 | 6.6 | 5.3 | 1.1 | 0.4 | 0.3 | < 0.1 |

Tab. VI - Risultati d'analisi delle acque del lago Moro (ottobre 1988-marzo 1990).

| Data prelievo | Staz. | temp. °C | pH | Oss. mg/l | Alc. meq/l | S mg/l | NO ₂ -N µg/l | NO ₃ -N µg/l | PO ₄ -P µg/l | P-tot. µg/l | SO ₄ mg/l | Si mg/l | NH ₃ -N µg/l | Ca mg/l | Mg mg/l | Cond. µS/cm | Dur. °F | Chl.a µg/l | Feof. µg/l | Trasp. m |
|---------------|-------|----------|------|-----------|------------|--------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|----------------------|---------|-------------------------|---------|---------|-------------|---------|------------|------------|----------|
| 09.11.88 | U | 11,5 | 8,48 | 8,6 | 1,7 | 0,0 | 3 | 117 | 1 | 6 | 36 | 0,3 | 12 | 33 | 10,0 | 196 | 12,2 | 1,3 | 0,4 | 8,5 |
| | V | 5,3 | 7,49 | 0,3 | 2,6 | 0,0 | 8 | 605 | 5 | 9 | 33 | 0,9 | 3 | 37 | 10,0 | 251 | 13,4 | 0,7 | 0,2 | — |
| | Z | 5,1 | 7,47 | 0,3 | 2,6 | 0,1 | 148 | 121 | 48 | 54 | 38 | 2,6 | 170 | 43 | 10,2 | 251 | 14,6 | — | — | — |
| 13.03.89 | U | 6,1 | 7,72 | 11,7 | 2,0 | 0,0 | 3 | 385 | 3 | 9 | 28 | 0,7 | 2 | 29 | 10,4 | 236 | 11,6 | — | — | 9,0 |
| | V | 5,0 | 7,49 | 7,8 | 2,1 | 0,0 | 2 | 415 | 9 | 11 | 23 | 0,8 | 7 | 32 | 10,0 | 228 | 12,0 | — | — | — |
| | Z | 5,1 | 7,20 | 0,1 | 2,5 | 0,2 | 9 | 0 | 63 | 90 | 24 | 2,5 | 490 | 40 | 10,3 | 258 | 14,2 | — | — | — |
| 24.10.89 | U | 14,7 | 8,74 | 8,8 | 1,5 | 0,0 | 2 | 141 | 2 | 4 | 27 | 0,1 | 12 | 27 | 7,1 | 204 | 9,6 | 0,8 | 0,5 | 8,0 |
| | V | 5,8 | 7,49 | 0,1 | 2,5 | 0,0 | 51 | 403 | 3 | 9 | 24 | 1,3 | 72 | 41 | 8,4 | 290 | 13,8 | 0,2 | 0,8 | — |
| | Z | 5,2 | 7,35 | 0,0 | 2,7 | 2,5 | 0 | 0 | 104 | 115 | 23 | 2,9 | 306 | 43 | 9,8 | 309 | 14,8 | — | — | — |
| 06.03.90 | U | 5,1 | 7,92 | 10,0 | 1,8 | 0,1 | 22 | 253 | 2 | 8 | 28 | 0,6 | 7 | 34 | 9,3 | 212 | 12,4 | 0,4 | 0,4 | 5,0 |
| | V | 5,2 | 7,61 | 6,9 | 1,9 | 0,0 | 22 | 210 | 2 | 10 | 26 | 0,8 | 67 | 34 | 9,2 | 218 | 12,5 | 0,4 | 0,7 | — |
| | Z | 5,2 | 7,15 | 0,0 | 3,0 | 3,1 | 0 | 0 | 160 | 170 | 21 | 3,8 | 1180 | 44 | 10,0 | 273 | 15,8 | — | — | — |

B I B L I O G R A F I A

- BARBATO G., 1975 - *Il lago d'Idro: caratteristiche fisiche e chimiche*, Mem. Ist. Ital. Idrobiol.; 32: 261-295.
- BARBATO G., 1987 - *Il lago Moro*, Monografie di «Natura Bresciana», 10: 1-84.
- BONOMO L. e NURIZZO C., 1985 *Gli interventi di risanamento nei principali laghi subalpini*. Atti Congr. Inter., Roma 15-19 aprile 1985. Associazione Nazionale di Ingegneria Sanitaria, Roma: 269-277.
- CHIAUDANI G., ined., *Indagine limnologica per il controllo della qualità delle acque del lago di Garda*, Rapporto per il Consorzio Garda, 1, 1990.
- I.R.S.A., 1985 - *Catasto dei laghi italiani*. Quaderni I.R.S.A., 72.
- O.C.D.E. (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT), 1982 - *Eutrophication of waters. Monitoring, assesment and control*. O.C.D.E., Parigi.
- RESOLA S., 1990 - *Indagine sul lago d'Idro, aspetti chimico-fisici*. Monografie di «Natura Bresciana», 15: 9-43.
- U.S.E.P.A. (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY), 1974 - *An approach to a relative trophic index system for classifying lakes and reservoirs*. Working Papers, 24. Corvallis.

Indirizzo dell'Autore:

SERGIO RESOLA, via Sabotino 30 - 25128 BRESCIA