



Regione Umbria



OSSERVATORIO AMBIENTALE TRASIMENO

PROGETTO MESSA A PUNTO DELLO STATO DELLE CONOSCENZE AMBIENTALI DI RIFERIMENTO DELL'AREA DEL LAGO TRASIMENO E DEFINIZIONE DI UN MODELLO CONCETTUALE PER UN PIANO DI GESTIONE

Autorità di Bacino del F. Tevere
Decreto n.52/2006 del Segretario generale

Task 1: Raccolta e integrazione dati – Schede lavori

Ottobre 2008

BOZZA

arpa umbria

indice

| |
|---------------------------------|
| 01 / Agricoltura e zootecnia |
| 09 / Avifauna |
| 13 / Chimica delle acque |
| 28 / Ecologia |
| 45 / Ecotossicologia |
| 50 / Fauna ittica e pesca |
| 69 / Fauna |
| 74 / Fitoplancton e zooplancton |
| 101 / Idrogeologia |
| 124 / Macroinvertebrati |
| 137 / Sedimenti |
| 154 / Vari |
| 158 / Vegetazione |

Gruppo di Lavoro

Redazione

Dr. Giacomo Bodo
Dr.ssa Fedra Charavgis
Dr.ssa Elisabetta Ciccarelli
Dr.ssa Linda Cingolani
Dr.ssa Margherita Di Brizio
Dr. Nicola Morgantini
Dr.ssa Sonia Renzi
Dr. Michele Sbaragli
Dr.ssa Barbara Todini

Coordinamento

Dott.ssa Linda Cingolani

Versione

Rev. 0

Visto

Dott. Alberto Micheli

Contributi

Dr.ssa Rosalba Padula

AGRICOLTURA E ZOOTECNIA

Messa a punto dello stato delle conoscenze ambientali di riferimento dell'area del Lago Trasimeno e definizione di un modello concettuale per un piano di gestione

Documenti

Task 1 - Raccolta e integrazione dei dati

Schede di sintesi delle pubblicazioni

Agricoltura e zootecnia

A cura di: Giacomo Bodo
Dipartimento provinciale di Perugia

Articoli

- **Convenzione tra l'Università degli Studi di Perugia e la Provincia di Perugia, per una ricerca sul contenimento delle fonti di inquinamento nel bacino del Trasimeno dovute ad attività zootecniche. Relazione dello stato della ricerca-Prima e seconda fase.**
Università degli Studi di Perugia-Facoltà di Agraria-Istituto di genio Rurale.
Lorusso A. - 1996
- **Sviluppo agricolo sostenibile del bacino del lago Trasimeno. Progetto finale di ricerca "Sperimentazione e valutazione di tecniche di produzione ecocompatibili per l'agricoltura del lago Trasimeno".**
Pennacchi F., Boggia A. 1999
- **Legge regionale n. 27 del 24 marzo 2000. Piano Urbanistico Territoriale: aree di particolare interesse agricolo (1:100.000); cartografia allevamenti bovini, avicoli, suinicoli, ovi-caprini (1:100.000); cartografia terreni agricoli autorizzati alla fertirrigazione (1:100.000).**
Regione Umbria - 2000
- **Cartografia aree fertirrigate con reflui suinicoli. N. capi e suddivisione territoriale per Comune.**
ARPA Umbria - 2005
- **Analisi delle modalità di utilizzo agronomico dei reflui zootecnici Piano di tutela regionale delle acque. Monografia/17**
Bodo G. 2007

Convenzione tra l'Università degli Studi di Perugia e la Provincia di Perugia, per una ricerca sul contenimento delle fonti di inquinamento nel bacino del Trasimeno dovute ad attività zootecniche. Relazione dello stato della ricerca-Prima e seconda fase.

Università degli Studi di Perugia-Facoltà di Agraria-Istituto di genio Rurale.

Lorusso A.

1996

La ricerca prende in esame un comprensorio del bacino del lago Trasimeno che presenta notevoli fenomeni di inquinamento, abbassamento del livello del lago e fenomeni di eutrofizzazione le cui cause sono imputabili anche alle attività agricole e alla presenza di allevamenti zootecnici. L'indagine concentra la sua attenzione solo sui suini per la loro elevata concentrazione, il forte impatto e i notevoli problemi che producono sull'ambiente.

La popolazione suinicola conta circa 50.000 capi ed è concentrata nella zona ovest del lago; il 60% dei suini sono stabulati su box con grigliato, il 25% su pavimento ed acque di lavaggio ed il restante 15% adotta sistemi di stabulazione misti. La produzione totale di liquami suinicoli si aggira su un volume di circa 229.000 metri cubi per anno.

La sopravvivenza di aree a spiccata vocazione suinicola e la coesistenza con le altre attività socio-economiche radicate sul territorio in esame può essere garantita, secondo l'autore, modificando l'attuale sistema di allevamento dei suini, ossia modificando in definitiva le porcilaie.

Nelle nuove strutture di allevamento a basso impatto ambientale deve essere possibile:

- Una alimentazione a basso contenuto di rame e zinco;
- L'eliminazione delle acque di lavaggio;
- Eliminazione del fessurato dai pavimenti;
- Eliminazione delle deiezioni liquide mediante l'impiego di un sistema di stabulazione su una lettiera, che possa ricevere le deiezioni liquide e solide degli animali e dare luogo a processi fermentativi di abbattimento della sostanza organica evitando fenomeni putrefattivi e di produzione di cattivi odori;
- Facilità di gestione della lettiera.

L'autore, pertanto, propone nelle zone ad elevata attività suinicola del Trasimeno una politica di trasformazione delle strutture esistenti in modo da poter adottare la tecnica di stabulazione su lettiera, il cui letame verrà impiegato in azienda, o potrà essere trasportato facilmente anche a distanza e/o commercializzato per le ottime caratteristiche di ammendante.

Le esperienze di allevamento di suini su paglia hanno evidenziato bassa mortalità, limitati casi di danni agli arti, ottima qualità della carne e accrescimento giornaliero non inferiore a quello di altre tecniche di stabulazione.

La seconda fase della ricerca ha interessato un allevamento suinicolo situato in Comune di Castiglione del lago, dotato di strutture di tipo tradizionale a box multipli su pavimentazione parzialmente grigliata, l'altra a lettiera permanente su paglia.

Dal confronto della gestione delle due tipologie di allevamento, emerge che i maggiori oneri per la mano d'opera e la lettiera, necessari per stabulare il suino su paglia, sono abbondantemente compensati dalle minori spese per lo smaltimento delle deiezioni, dai risparmi sull'acqua, il riscaldamento e la salute degli animali e dal maggior peso raggiunto dagli stessi.

Dai risultati ottenuti dalle due porcilaie sperimentali si può dedurre che la lettiera può essere ben adottata nella produzione del suino leggero come di quello pesante, con costi soddisfacenti e potrà dare un interessante contributo alla soluzione del problema ambientale della suinicoltura.

**Sviluppo agricolo sostenibile del bacino del lago Trasimeno. Progetto finale di ricerca
“Sperimentazione e valutazione di tecniche di produzione ecocompatibili per l’agricoltura del
lago Trasimeno”.**

Pennacchi F., Boggia A.
1999

Le varie fasi dello studio hanno confermato come l’approccio integrato ai problemi ambientali, reso possibile dai sistemi GIS, consenta di intraprendere dei percorsi analitici che si dimostrano fondamentali nelle procedure di valutazione del territorio. Nel caso del bacino del lago Trasimeno, l’integrazione di numerose fonti informative ha permesso di rilevare e valutare l’impatto ambientale delle attività agricole e zootecniche evidenziando quelle situazioni in cui, la combinazione delle diverse forme di suscettività, origina un elevato livello di vulnerabilità ambientale.

Nel corso del progetto è stata individuata e sperimentata una strada percorribile alla introduzione nel sistema GIS dell’archivio delle domande PAC. I dati contenuti in questo archivio dovranno essere georeferenziati, creando un collegamento di questa fonte informativa con le mappe catastali.

L’integrazione di questi dati nel sistema informativo del bacino del Trasimeno consentirà di arrivare ad una rappresentazione degli usi agricoli del suolo e di intraprendere delle analisi dettagliate su base aziendale. Inoltre, sarà possibile valutare con precisione gli impatti agricoli e individuare, con l’ausilio del GIS, le situazioni in cui le pratiche colturali più impattanti si combinano con i livelli più elevati di vulnerabilità ambientale, originando delle situazioni di grave rischio per l’ambiente.

La ricerca ha messo a punto anche criteri e metodi per la valutazione di impatto ambientale di sistemi agricoli intensivi e giungere alla individuazione di indicatori per l’analisi della sostenibilità. Lo studio è stato condotto in particolare considerando la coltura del mais; è noto che la maiscoltura comporta l’uso di forti dosi di fertilizzanti chimici e di fitofarmaci, con evidenti rischi di impatto sull’ambiente. Ciò è maggiormente accentuato nel caso di monocoltura e monosuccessione.

L’area oggetto di indagine è stata quella situata a sud-ovest del comprensorio del Trasimeno, a maggior vocazione maidicola. A tal fine si è operata la scelta di aziende rappresentative per:

- ordinamenti produttivi;
- raccolta dei dati economico-sociali;
- tecniche e impiego di mezzi tecnici;
- individuazione di indicatori chiave per la valutazione degli impatti ambientali, economici, e sociali delle agro tecnologie studiate;
- confronto tra alternative colturali, a differente livello di potenzialità di impatto sull’ambiente, mediante l’uso di analisi multicriteriali.

Per la individuazione degli indicatori ambientali, è stato applicato il software americano Planetor, del Center for farm Financial Management dell’Università del Minnesota, che valuta il rischio ambientale di certe pratiche agricole mediante indicatori basati su modelli di simulazione quantitativi.

Si è potuto, quindi, selezionare un set di indicatori ritenuti adatti all’utilizzazione negli studi di impatto ambientale dei sistemi agricoli intensivi ed in grado di offrire un valido contributo nella misura del livello di sostenibilità in agricoltura.

La ricerca ha condotto, inoltre, una indagine sull’impatto ambientale degli allevamenti suinicoli, con particolare riferimento allo smaltimento degli effluenti. Sono stati studiati gli indicatori ambientali e le alternative tecnologiche possibili dell’allevamento nell’ambito della suinicoltura umbra con l’intento di applicare l’analisi multicriteriale per la scelta delle alternative a minor impatto ambientale. E’ emerso che una suinicoltura non svincolata dal fattore terra rappresenta la migliore chance per una zootecnia a minore impatto ambientale, ancor più se, oltre al legame con la terra, è presente un buon grado di innovazione tecnologica, che consenta ad esempio di ridurre la produzione dei reflui zootecnici. Il contatto con la terra tende a ripristinare i cicli biologici che la natura ha messo a punto nel corso dei millenni.

Legge regionale n. 27 del 24 marzo 2000. Piano Urbanistico Territoriale: aree di particolare interesse agricolo (1:100.000); cartografia allevamenti bovini, avicoli, suinicoli, ovi-caprini (1:100.000); cartografia terreni agricoli autorizzati alla fertirrigazione (1:100.000).

Regione Umbria
2000

Il PUT nel definire i contenuti del quadro ambientale e conoscitivo ha esaminato, tra l'altro, il suolo per ciò che concerne gli aspetti legati al suo uso, in particolare agricoltura e zootecnia. Per ogni ambito di indagine si è privilegiato lo scenario a scala regionale, ricercando serie storiche al fine di fornire indicazioni anche sulle tendenze in atto e, in alternativa, i dati più aggiornati.

Il progressivo incremento dell'uso dei mezzi chimici in agricoltura, spinge a ritenere indispensabile aumentare e diffondere informazioni e conoscenze scientifiche per la realizzazione di un sistema agricolo sostenibile, soprattutto in una Regione come l'Umbria dove la superficie agricola utilizzata (SAU) rappresenta il 47% della superficie regionale.

Le indagini effettuate sulla quantità e tipologia di fertilizzanti e fitofarmaci, in base ai dati ISTAT nazionali, mirano alla valutazione del rischio ambientale derivante dal loro utilizzo e alla eventuale alterazione dell'equilibrio del sistema suolo.

Sulla base della consistenza del patrimonio zootecnico regionale è stata effettuata una stima del suo potenziale inquinante attraverso una valutazione dei carichi teorici di fosforo e azoto prodotti e attraverso il carico della popolazione equivalente.

Il PUT nella carta n. 20 rappresenta gli allevamenti ubicati sul territorio con riferimento anche ai corpi idrici superficiali e agli acquiferi con accertata vulnerabilità, mentre la carta n. 21 rappresenta le aree fertirrigate. Sulla base di tali carte, si disciplina il controllo della compatibilità dell'esercizio e del potenziamento delle attività zootecniche in area rurale in rapporto alla vulnerabilità degli acquiferi ed alla sensibilità al rischio di inquinamento, segnalando alla pianificazione comunale i casi critici.

Cartografia aree fertirrigate con reflui suinicoli. N. capi e suddivisione territoriale per Comune.

ARPA Umbria

2005

L'indagine a livello regionale riferita all'anno 2005, prende in esame il solo comparto suinicolo e riporta il numero di aziende in attività, il numero di capi allevati e le superfici in ettari adibite alla fertirrigazione con liquami, suddivise per comune. Grazie alle informazioni fornite dal personale operante presso le Sezioni territoriali di ARPA Umbria è stato possibile realizzare la carta che evidenzia le superfici interessate allo spandimento agronomico e i comprensori più interessati a tale pratica.

Nel bacino del lago Trasimeno, il comune di Castiglione del lago figura tra quelli che presentano la maggiore concentrazione di allevamenti suinicoli (47 aziende) e la relativa superficie interessata allo spandimento agronomico dei liquami, pari a circa 2000 ettari.

Analisi delle modalità di utilizzo agronomico dei reflui zootecnici
Piano di tutela regionale delle acque. Monografia/17

Bodo G.

2007

Il rapporto fa il punto sull'utilizzo dei reflui zootecnici in Umbria con particolare riferimento agli effluenti suinicoli, alle aree fertirrigate, ai carichi di azoto ed ai fattori ambientali che possono concorrere a determinare uno stato di contaminazione delle acque superficiali e sotterranee. L'obiettivo dell'analisi è la valorizzazione del refluo quale risorsa per l'agricoltore, in quanto fonte di sostanza organica e di nutrienti per il terreno e le colture, contenendo i costi di produzione, in alternativa e/o ad integrazione ai concimi di sintesi. Ciò, ovviamente, in un contesto normativo nazionale ed europeo (Codice di Buona Pratica Agricola, Direttiva Nitrati, D. Lgs. 152/99) volto alla salvaguardia dei suoli e delle risorse idriche. Il rapporto, inoltre, esamina nuove tecnologie di trattamento dei reflui, già adottate nella realtà regionale, quali il compostaggio e la stabulazione su lettiera permanente al fine, tra l'altro, di rendere più agevole la loro gestione e ridurre le emissioni odorigene. Nel bacino del lago Trasimeno, dichiarato vulnerabile ai nitrati di origine agricola, si sta attuando il Programma di Azione volto a contenere gli apporti di azoto (170 kg/ha/anno da effluenti di allevamento) attraverso la presentazione del Piano di Utilizzazione Agronomica (PUA) da inoltrare all'ARUSIA entro il 15 maggio di ogni anno.

AVIFAUNA

Messa a punto dello stato delle conoscenze ambientali di riferimento dell'area del Lago Trasimeno e definizione di un modello concettuale per un piano di gestione

Documenti

Task 1 - Raccolta e integrazione dei dati

Schede di sintesi delle pubblicazioni

Avifauna

A cura di: Fedra Charavgis
Dipartimento provinciale di Perugia

Articoli

- **La comunità ornitica ripariale del lago Trasimeno**
Rivista di Idrobiologia, 29 (2), 617-631, 1990.
Velatta F. - 1990

La comunità ornitica ripariale del lago Trasimeno

Rivista di Idrobiologia, 29 (2), 617-631, 1990.

Velatta F.

1990

Obiettivo dello studio è quello di aggiornare le conoscenze sull'avifauna del lago Trasimeno (l'ultima indagine più approfondita, di Moltoni, risale al 1962), esaminando la composizione e dinamica stagionale della comunità ornitica ripariale.

L'indagine è stata effettuata nel periodo dicembre 1987-novembre 1988. Il popolamento avifaunistico è stato rilevato mediante il metodo del transetto, percorrendo, ogni 8 giorni circa, un tracciato fisso di 2 km ed annotando ogni volta tutti i contatti fisici ed acustici con gli uccelli. Le diverse comunità stagionali sono state caratterizzate con i seguenti parametri: Ricchezza, Numero specie non passeriformi/Numero specie passeriformi, Abbondanza, Abbondanza non passeriformi/Abbondanza passeriformi, Diversità, Equiripartizione.

Complessivamente sono state rilevate 71 specie, di cui 20 risultano stazionarie (alcune specie presentano forti variazioni numeriche stagionali), 5 estivanti, 5 estive nidificanti, 15 svernanti, 3 esclusivamente di passo, 23 accidentali.

Per quanto riguarda i parametri analizzati, lo studio ha evidenziato che:

- La ricchezza è più elevata in estate e durante i passi, mentre i valori invernali sono inferiori all'atteso
- L'abbondanza è maggiore durante l'inverno e il passo autunnale mentre gli stessi periodi presentano una scarsa importanza dei non passeriformi rispetto ai passeriformi, sia per ricchezza che per abbondanza.
- L'equiripartizione è sempre modesta

Dall'analisi dei risultati ottenuti, si può affermare che, rispetto ai primi anni '60, il popolamento ornitico risulta sensibilmente impoverito nel periodo invernale e durante i passi, soprattutto a causa della rarefazione degli Anatidi (durante i passi poco rappresentati sono anche i Caradridi e gli Scolopacidi). Tale deficit di specie potrebbe essere messo in relazione sia all'innalzamento del livello idrico del Trasimeno, che portò alla scomparsa della vegetazione idrofita di centro lago, sia all'eccessivo disturbo venatorio che impedisce la sosta dei contingenti svernanti. Anche la bassa diversità di habitat è tra le cause di questo impoverimento.

Pertanto, una corretta gestione dovrebbe mirare alla eliminazione dei fattori citati, sia con l'istituzione di aree protette sia con interventi mirati ad una maggiore diversificazione ambientale.

Al momento, il lavoro sopra descritto è l'unico reperito tra la bibliografia esistente. Al fine di completare il quadro sull'avifauna, sarebbe importante recuperare i seguenti lavori:

VELATTA F.: Gli uccelli del Trasimeno. Check-list 1987-2003. Perugia. Provincia di Perugia, 94 p.(collocato tra libri di ornitologia), 2004.

MORETTI G., VALENTE V. Avifauna: lo svasso maggiore (*Podiceps cristatus*) e la folaga (*Fulica atra*), nomi e tradizioni, cd rom,, (A. Batinti, E. Gambini, a cura di), GAL Trasimeno – Orvietano, Provincia di Perugia, Comunità Montana – Associazione dei Comuni Trasimeno Medio Tevere, Comuni del Comprensorio del Lago Trasimeno. 2006

CHIMICA

Messa a punto dello stato delle conoscenze ambientali di riferimento dell'area del Lago Trasimeno e definizione di un modello concettuale per un piano di gestione

Documenti

Task 1 - Raccolta e integrazione dei dati

Schede di sintesi delle pubblicazioni

Chimica delle acque

A cura di: Nicola Morgantini,
Fedra Charavgis, Michele Sbaragli
Dipartimento provinciale di Perugia

Articoli

- **Valori chimici e chimico-fisici delle acque**
Rivista di Idrobiologia, 10: 41-92,. In: Raggiugli sulle condizioni fisiche, chimiche, planctonologiche e bentoniche del lago Trasimeno, (febbraio 1969-febbraio 1970).
O.Tiberi – 1971
- **Fluoruri e cloruri nel lago Trasimeno**
Rivista di Idrobiologia, 19(1): 37-59.
O.Tiberi – 1980
- **Indagini chimiche e chimico-fisiche delle acque del lago Trasimeno**
Atti del Convegno “La tutela dell’ambiente lacuale. Il lago Trasimeno” Perugia
Franconi U., Mossone M., Blasi F., Burchia A., Galinari W.
(Presidio Multizonale di Prevenzione Laboratorio Chimico-Fisico – Perugia)
8-9 Marzo 1985
- **Indagine sulla qualità delle acque del lago Trasimeno
Idrochimica**
Acqua-Aria, pp 519-526
Giovanardi F., Poletti A., Micheli A. - 5/1995
- **Indagine sulla qualità delle acque del lago Trasimeno
Definizione dei livelli trofici**
Acqua-Aria, pp 627-633
Giovanardi F., Poletti A., Micheli A. - 6/1995
- **Sulfur isotopic composition of sulfate from Trasimeno, Chiusi, Montepulciano
and Corbara lakes (central Italy)**
Mineralogica et petrographica acta, 42, pp. 17-28
Cortecci G. E Dinelli E. - 1999.
- **Monitoraggio Qualitativo dei Corsi d’Acqua Superficiali Individuati nel Piano
Stralcio per il Lago Trasimeno**
Monografia 6 PTA
Cingolani L., Charavgis F., Bodo G., Neri N. - 2004
- **Monitoraggio Qualitativo dei Corsi d’Acqua Superficiali Individuati nel Piano
Stralcio per il Lago Trasimeno**
Rapporto ARPA Umbria
Cingolani L., Charavgis F., Neri N., Notargiacomo T. - 2005
- **Analisi e previsioni di temperature minime e di gelate sul bacino del Trasimeno.**
Analisi RIAM 04/2006 (versione 1)
Basili P., Bonafoni S., Biondi R. - 2006

Valori chimici e chimico-fisici delle acque

Rivista di Idrobiologia, 10: 41-92,. In: Ragguagli sulle condizioni fisiche, chimiche, planctonologiche e bentoniche del lago Trasimeno, (febbraio 1969-febbraio 1970).

O.Tiberi
1971

INTRODUZIONE

Nel presente studio sono stati prelevati campioni di acqua da 3 stazioni poste nella zona pelagica e da 5 stazioni localizzate lungo la fascia costiera (a 100-150 m dalla riva), tra il Febbraio 1969 ed il Febbraio 1970. Sono stati determinati i parametri chimico-fisici (T, cond, D.O., pH, trasparenza, CO₂ libera, sostanze in sospensione) e analizzata la concentrazione dei principali anioni (composti dell'N e P, SO₄, Cl), oltre a Ca, Mg, alcalinità e H₂S.

L'esame dei suddetti parametri è stata effettuata cercando di evidenziare eventuali differenze sia stagionali che areali, tra le due zone (neritica e pelagica) e tra superficie e fondo lago.

RISULTATI

La temperatura non evidenzia mai durante l'anno dei fenomeni di stratificazione delle acque, a causa del frequente rimescolamento verticale.

La conducibilità media si attesta a circa 736 μ S/cm.

Non esistono differenze sostanziali nell'andamento dei valori medi dell'ossigeno disciolto nelle due zone. Maggiore differenza si registra nel corso dell'anno, infatti la fascia neritica non arriva mai al 100% di saturazione, cosa che avviene per la zona pelagica e in estate i valori minimi assoluti arrivano quasi allo 0%. In estate, non esistendo alcuna stratificazione, quindi nessun livello più ossigenato verso il quale gli organismi possano migrare, le condizioni idonee alla vita raggiungono livelli critici.

Il pH presenta valori molto variabili durante l'anno, con valore medio generale pari a 8.32 e massimi di 9.80 (zona pelagica) e 9.54 nella zona neritica. L'andamento dell'alcalinità risulta in rapporto inverso al pH, almeno in estate, quando in seguito all'elevato consumo di CO₂ da parte della produzione idrofitica, viene rotto l'equilibrio del sistema tampone con conseguente precipitazione di carbonato di Ca e Mg.

Per quanto riguarda i composti dell'azoto, la forma più diffusa è l'azoto nitrico (media 0.28 mg/l), mentre l'NH₄ (media 0.11 mg/l) compare generalmente in seguito a forti fenomeni di rimescolamento delle acque ad opera del vento. I fosfati, che mostrano concentrazioni massime in tarda primavera e autunno, hanno una media di circa 0.14 mg/l, superiore a quella degli altri grandi laghi, confermando il carattere eutrofico del bacino lacustre.

Per quanto riguarda i solfati (media 11.5 mg/l) non si evidenziano particolari variazioni tra le due zone, mentre stagionalmente i valori più elevati si registrano a febbraio, maggio e gennaio 1970.

I solfuri si attestano mediamente a circa 1.89 mg/l, con quantità comunque generalmente maggiori nella zona pelagica, probabilmente a causa della maggiore ossigenazione che caratterizza le acque di tale zona rispetto alla neritica, impedendo quindi la riduzione del ferro e quindi la rimozione dell'H₂S sotto forma di FeS insolubile.

I cloruri (concentrazione media di 128 mg/l) mostrano un andamento decisamente monotono durante l'anno, risentendo dell'andamento delle precipitazioni e della evaporazione.

Nota: sono presenti in Appendice i dati mensili per stazioni e zone.

Fluoruri e cloruri nel lago Trasimeno

Rivista di Idrobiologia, 19(1): 37-59.

O.Tiberi

1980

Le acque del lago Trasimeno presentano una concentrazione in cloruri mediamente più elevata rispetto a quella degli altri laghi italiani.

Nel presente lavoro è stata condotta un'indagine idrochimica sui cloruri e fluoruri disciolti nelle acque del lago Trasimeno, in particolare sono state studiate le variazioni nelle concentrazioni di tali elementi ed indagato il rapporto esistente tra acque lacustri e acque sotterranee. I campionamenti sono stati effettuati mensilmente tra il Febbraio 1975 ed il Luglio 1975, su tre diverse stazioni lacustri e sulle acque di alcuni pozzi (profondità comprese tra 3 e 62 metri) localizzati lungo la fascia costiera.

Su tutte e tre le stazioni lacuali, le concentrazioni in cloruri misurate a fondo lago ed in superficie, sono generalmente molto simili, indice questo di un elevato grado di mescolamento verticale delle acque. La concentrazione in Cl media, relativa all'intero periodo di campionamento, risulta pari a circa 196 mg/l (min. 188 mg/l, max. 216 mg/l). Per quanto riguarda i fluoruri, la concentrazione media nelle acque risulta pari a 0.8 mg/l, con un intervallo di variazione di circa 1.2 mg/l. Generalmente nella stazione di centro lago le differenze tra le concentrazioni in F nei campioni superficiali e profondi sono molto limitate, mentre risultano più evidenti nelle due stazioni rivierasche, specialmente nei mesi primaverili-estivi.

Le acque sotterranee campionate presentano generalmente elevata salinità, legata alla bassissima velocità di circolazione in sedimenti a scarsa permeabilità.

Dall'esame dei rapporti F/Cl, sia nelle acque dei pozzi che in quelle lacustri, emerge che questi risultano notevolmente diversi (rispettivamente pari a 1:2771 e 1:287), indice questo di una netta separazione tra i due sistemi idrici. Anche sulla base delle caratteristiche litologiche e di permeabilità caratteristiche dei litotipi affioranti e presenti al di sotto del bacino lacustre (essenzialmente "Macigno"), non è ipotizzabile alcun tipo di scambio tra acque sotterranee e acque lacustri.

In conclusione, la variazione di concentrazione in cloruri nelle acque dipende essenzialmente da fattori climatici (piogge, evaporazione), ovvero dalla variazione dell'apporto esterno di acqua al bacino. In particolare, l'elevata presenza di cloruri è dovuta alla abbondante perdita di acqua per evaporazione sia diretta che indiretta (per traspirazione dalla vegetazione acquatica). La scarsa profondità del lago favorisce il rapido ed intenso riscaldamento delle acque con conseguente maggiore evaporazione. Inoltre non esiste alcuna dipendenza tra le concentrazioni di fluoruri e cloruri.

Nota: Sono presenti tabelle contenenti parametri chimico-fisici e dati chimici, quali conducibilità, Temperatura, durezza, e concentrazione in Cl, SO₄, F, sia per le acque lacustri che sotterranee.

Indagini chimiche e chimico-fisiche delle acque del lago Trasimeno

Atti del Convegno "La tutela dell'ambiente lacuale. Il lago Trasimeno" Perugia Franconi U., Mossone M., Blasi F., Burchia A., Galinari W.

(Presidio Multizonale di Prevenzione Laboratorio Chimico-Fisico – Perugia)

8-9 Marzo 1985

Lo studio presenta i risultati delle indagini chimiche e chimico-fisiche eseguite tra il Dicembre 1983 ed il Novembre 1984.

Sono stati prelevati campioni di acqua da 8 stazioni e determinati parametri chimico-fisici (T, trasparenza, Cond, pH, D.O., %satO₂, BOD/5, COD) ed analizzati i composti dell'azoto, P, SO₄ Cl, detersivi (MBAS), fenoli, solidi sospesi, solidi sedimentabili, cationi, metalli e pesticidi organoclorurati e organofosforati.

Le concentrazioni medie di cloruri e solfati sono rispettivamente pari a 170 mg/l e 36 mg/l, mentre per i pesticidi e tensioattivi, le concentrazioni medie sono pari rispettivamente a 0.005 mg/l e 0.006 mg/l. Per quanto riguarda le concentrazioni dei metalli (Cd, Cr, Fe, Pb, Cu e Zn), queste sono risultate sempre inferiori al limite di sensibilità strumentale. Per i pesticidi infine, le concentrazioni medie degli organoclorurati e organofosforati si attestano rispettivamente a 0.01 µg/l e 0.02 µg/l.

Tra i parametri chimico-fisici, i valori di BOD/5 e COD rivestono una discreta importanza come indicatori delle condizioni ambientali del lago. I valori di COD e BOD/5 sono sempre modesti e, sia tra le diverse stazioni, che tra superficie e fondo lago, non si osservano significative variazioni.

Sia il BOD/5 che il COD, sono risultati sostanzialmente simili, salvo poche eccezioni, a quelli ottenuti 7-8 anni prima, quando il lago era in una fase piuttosto critica e il livello era circa 1 metro al di sotto dello zero idrometrico.

Per quanto riguarda i nitrati, la sola stazione che presenta valori mediamente più elevati è quella di Panicarola (media di 0.3 mg/l, contro valori medi nelle altre stazioni generalmente di 0.08-0.1 mg/l), in quanto influenzata periodicamente dall'ingresso delle acque del canale Anguillara, il quale dopo piogge abbondanti apporta nutrienti dilavati dai terreni agricoli. Mentre le concentrazioni di ammoniaca sono piuttosto omogenee, i fosfati (PO₄) mostrano un comportamento analogo (i.e. stazione di Panicarola, 38 µg/l) a quello dei nitrati e sono presenti in concentrazioni molto basse (mediamente 10-15 µg/l). Dal confronto con i dati relativi a 7-8 anni fa, emerge che allora le concentrazioni di PO₄ erano 4 volte superiori, con punte massime di 70 µg/l, questo a causa del livello idrometrico notevolmente inferiore rispetto a quello del 1984.

I valori di saturazione di O₂ sono tutti abbastanza elevati (mediamente tra 106% e 112%) e non si osservano apprezzabili variazioni tra le varie stazioni e sono praticamente uguali ai valori misurati in profondità.

In relazione alle condizioni igienico-sanitarie i dati indicano una ottima qualità delle acque, mentre dal punto di vista dell'eutrofia, lo stato risulta buono. Tuttavia si evidenzia il ruolo fondamentale delle condizioni idrologiche nel determinare lo stato eutrofico. Infatti le variazioni nell'altezza della colonna d'acqua riescono a modificare sia la trasparenza che la %O₂ (ma anche altri parametri), che possono influenzare lo sviluppo vegetazionale. Inoltre viene indicato il fosforo come elemento "limitante".

Vengono quindi stimate le quantità di P provenienti dalle acque reflue di allevamenti e acque nere domestiche e le quantità di N e P rilasciate dai principali fossi immissari.

Gli autori in conclusione propongono alcuni interventi finalizzati al controllo dell'eutrofizzazione:

- realizzazione di impianti di depurazione con 3° stadio per le acque di scarico domestiche e valida depurazione reflui allevamenti;
- instaurazione di fasce di rispetto di 500 m intorno al lago, dove sia vietata la fertirrigazione;
- promozione dell'uso di detersivi privi di fosforo presso le popolazioni residenti nel bacino del lago.

Nota: non sono presenti dati ma tabelle con valori medi di concentrazione per ogni stazione, mentre, per quanto riguarda i fossi immissari, sono presenti i dati dei valori medi e massimi di fosforo e azoto riscontrati.

Indagine sulla qualità delle acque del lago Trasimeno Idrochimica

Acqua-Aria, pp 519-526
Giovanardi F., Poletti A., Micheli A.
5/1995

Nell'ambito del "PIANO PER LA GESTIONE DEL LAGO TRASIMENO E DEL SUO BACINO PER IL CONTENIMENTO DELL'EUTROFIZZAZIONE" sono state condotte indagini sulle acque lacustri per il periodo che va dall'Aprile 1991 al Dicembre 1992. In particolare l'attenzione del presente lavoro è focalizzata sullo studio dell'andamento pH, alla luce degli elevati valori (>10) che stagionalmente vengono raggiunti, potenzialmente rischiosi per la vita acquatica stessa.

Sono state considerate 10 stazioni di campionamento, con prelievi effettuati due volte al mese, a due profondità, per l'analisi di Ca, Mg, Na, K, SO₄, Cl, HCO₃, SiO₂ oltre ai composti dell'N e del P.

Per quanto riguarda i parametri chimici di base, le acque presentano una composizione clorurato-sodica, con conducibilità media (considerando tutti i dati) di circa 932 µS/cm. Dal confronto tra i dati dei primi anni '80 con quelli del presente lavoro (1991-92), è evidente l'aumento della concentrazione di solfati e cloruri, rispettivamente da 36 - 150 mg/l a 54 - 215 mg/l. Una bassa variabilità stagionale è mostrata dai cloruri, solfati e ortofosfati, mentre per gli altri elementi e parametri la variabilità risulta più accentuata (anche tra le diverse stazioni), in quanto risentono in maniera più marcata dell'andamento meteo-climatico che ha caratterizzato i due anni indagati. In particolare, le variazioni di concentrazione del fosforo totale sembrano dipendere dai processi di risospensione della frazione più fina del sedimento, che contiene una frazione importante di P legata per adsorbimento. Il fosforo presente nei campioni è prevalentemente quello "particolato", cioè contenuto nelle cellule algali che lo hanno assunto dalla colonna d'acqua sotto forma di ortofosfato solubile.

Il pH, ha mostrato sostanzialmente in tutte le stazioni considerate, una forte variabilità stagionale. In particolare in estate a centro lago si sono raggiunte le 9.05 unità pH, mentre nella zona di S.Arcangelo le 10.23 unità pH. Nel periodo invernale invece, i valori di pH si attestano a circa 8.4-8.5, con un minimo di 8.25. Le variazioni del pH misurato nelle acque sono legate ad una serie di equilibri chimici che coinvolgono gli ioni bicarbonato, carbonato e la CO₂ disciolta. La CO₂ libera richiesta per mantenere in soluzione le quantità di HCO₃⁻ (ione idrogenocarbonato), può essere persa, anche in grandi quantità, a causa della richiesta dei processi di fotosintesi da parte delle alghe e idrofite sommerse. Tale fenomeno è più accentuato nella zona di S.Arcangelo, dove maggiore è lo sviluppo primaverile-estivo della vegetazione macrofitica. Nel periodo di massima attività fotosintetica, che dura fino a tutto Settembre, si ha la massima richiesta di CO₂, con conseguente precipitazione di CaCO₃ e conseguente aumento del pH. Nella zona di S.Arcangelo, dove più evidente risulta tale fenomeno, in corrispondenza all'aumento del pH e precipitazione dei bicarbonato, si è registrata anche una diminuzione di conducibilità nel periodo maggio-agosto 1991 (840 µS/cm). Per quanto riguarda i solfati, questi non intervengono nel meccanismo di regolazione del pH. Nel successivo periodo invernale, per il ristabilirsi dell'equilibrio dei carbonati e per la stasi dell'attività vegetativa si ha una risalita della conducibilità a valori attorno a 960-980 µS/cm. Nell'estate 1992 il fenomeno si ripete, pur se con diversa entità, portando ad una diminuzione della conducibilità fino a valori di 860 µS/cm.

In conclusione, l'equilibrio carbonati-CO₂ è il sistema che potenzialmente tampona e mantiene il pH attorno a valori non troppo pericolosi per la vita acquatica. Lo sviluppo abnorme della vegetazione macrofitica, porta ad uno squilibrio del sistema carbonati-CO₂, con conseguente incremento del pH. Gli autori pertanto consigliano il controllo (sfalcio e asportazione) della vegetazione acquatica, anche per impedire l'accumulo sui fondali di sostanza organica, che inevitabilmente porterebbe, con la sua decomposizione, allo sviluppo di sostanze tossiche (H₂S e NH₃) e all'instaurazione di condizioni di anossia dei fondali, che potrebbero concorrere alla risolubilizzazione e rilascio dei nutrienti (N e P) dai sedimenti.

Indagine sulla qualità delle acque del lago Trasimeno

Definizione dei livelli trofici

Acqua-Aria, pp 627-633

Giovanardi F., Poletti A., Micheli A.

6/1995

Sulla base dei dati analitici prodotti durante le indagini effettuate nell'ambito del "PIANO PER LA GESTIONE DEL LAGO TRASIMENO E DEL SUO BACINO PER IL CONTENIMENTO DELL'EUTROFIZZAZIONE", per il periodo che va dall'Aprile 1991 al Dicembre 1992, è stato rivisto e aggiornato il giudizio sullo stato trofico del bacino lacustre.

Sono state considerate 10 stazioni di campionamento, con prelievi effettuati due volte al mese, a due profondità, per l'analisi di ortofosfato solubile (P-PO₄), fosforo totale (P_{tot}) ammonio (N-NH₄), nitriti (NO₂), nitrati (NO₃) e clorofilla *a*.

Le concentrazioni di P-PO₄ medie risultano di poco superiori a 2 µg/l e presentano un andamento piuttosto regolare durante l'anno, mentre l'N_{tot} mostra valori più elevati in inverno-primavera. Sulla base dei valori del rapporto N/P viene determinato quale sia il fattore limitante alla crescita algale. Mediamente nelle stazioni misurate tale rapporto si mantiene sempre quasi superiore a 10, indicando come principale fattore limitante il fosforo, mentre soltanto in alcuni periodi della stagione estiva si possono presentare casi di N-limitazione. Sulla base delle medie dei parametri clorofilla *a* e P totale, il Trasimeno può essere definito come *mesotrofico*.

Il carico totale di P rilasciato annualmente sul lago è stato stimato, forse per difetto, in circa 40 t (Poletti et al., 1994). Le concentrazioni di P_{tot} misurate sono molto inferiori a quelle teoricamente prevedibili considerando il notevole carico di origine antropica, preponderante rispetto a quello naturale. Sono quindi ipotizzabili dei processi di tipo chimico e non biologico che controllano e favoriscono la rimozione del fosforo dalla colonna d'acqua. E' noto che lo sviluppo della vegetazione macrofita avviene per assorbimento dei nutrienti dai sedimenti e non dalla colonna d'acqua.

Tra i processi fondamentali che determinano uno stretto controllo del fosforo in soluzione vi è.

- l'adsorbimento sui minerali dell'argilla, che costituiscono la matrice inorganica fine dei sedimenti del fondale;
- la precipitazione chimica diretta come idrossiapatite o come FePO₄;
- coprecipitazione e/o adsorbimento con carbonati o idrossidi di Fe.

Durante tutto il periodo estivo, quando massima è la richiesta di CO₂ per lo sviluppo macrofitico, si verifica la precipitazione di CaCO₃ e le concentrazioni di PO₄ raggiungono i minimi livelli. Per quanto riguarda il processo di adsorbimento, che avviene in seguito alla risospensione dei sedimenti di fondo, questo può essere relativamente più importante nel periodo autunnale-invernale, quando gli altri meccanismi di rimozione risultano meno rilevanti. La quantità di CaCO₃ che precipita nel periodo estivo del 1991, è stimata in circa 11000 tonn., quindi applicando un coefficiente riportato in letteratura (2.5‰), il fosforo sottratto per coprecipitazione può essere valutato in circa 27 tonn. dalle concentrazioni di fosforo rilevate nelle carote di sedimento prelevate nel lago (media di 0.8 mg/kg), si desume che le quantità complessive di fosforo totale contenute nei sedimenti di fondo lago sono stimabili nell'ordine delle migliaia di tonnellate.

Conclusioni

Sulla base dell'andamento annuale del pH e del calcio e del fatto che le concentrazioni di ortofosfato solubile sono tamponate intorno a valori quasi sempre inferiori a 5 µg/, si può concludere che il livello di mesotrofia è condizionato dalle caratteristiche idrochimiche di base delle acque lacustri (elevata salinità e alcalinità), piuttosto che dai, pur rilevanti, carichi esterni di P.

Eventuali interventi di controllo e limitazione dello sviluppo della vegetazione macrofita potrebbero avere effetti benefici, senza pregiudicare la capacità del sistema di controllare la concentrazione di fosfati, mantenendo quindi l'attuale stato di moderata produttività, ancora compatibile con tutti gli usi previsti per il corpo idrico.

Sulfur isotopic composition of sulfate from Trasimeno, Chiusi, Montepulciano and Corbara lakes (central Italy)

Mineralogica et petrographica acta, 42, pp. 17-28
Cortecci G. E Dinelli E.
1999.

Nel presente lavoro sono presentati e discussi i dati relativi alla composizione isotopica dello zolfo ($\delta^{34}\text{S}$) disciolto nelle acque dei laghi Trasimeno, Chiusi, Montepulciano e Corbara. I dati si riferiscono a campioni superficiali e profondi prelevati tra il 1968 ed il 1971.

I fanghi del fondale sono molto ricchi in microrganismi e solfobatteri, capaci di mineralizzare lo zolfo organico, ridurre lo ione solfato e ossidare lo zolfo ridotto. Lo zolfo totale nei sedimenti è stato trovato in concentrazione variabile da 20 a 100 mg/100g in peso secco.

Per quanto riguarda il lago Trasimeno i valori medi di composizione isotopica sono di +11.3‰ ($\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$), +14.1‰ ($\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$) e +0.3‰ ($\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$), mentre la concentrazione media dei solfati è pari a circa 23 mg/l. Le fluttuazioni nei valori di $\delta^{34}\text{S}$, possono essere interpretate come (1) riduzione assimilatoria dei solfati da parte della vegetazione in crescita e (2) come un processo di degradazione microbico ossidante particolarmente spinto durante l'autunno e inverno.

Gli autori sostengono che sul lago Trasimeno i solfati disciolti provengono verosimilmente da scaturigini di acque sotterranee localizzate sul fondo. Gli stessi autori evidenziano che tale interpretazione è in contrasto con le evidenze geologico-strutturali, le caratteristiche di permeabilità delle formazioni di fondo lago. Appare comunque evidente il coinvolgimento del solfato in cicli redox biogeochimici, testimoniato dalla correlazione positiva tra $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$ e $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ e dall'assenza di correlazione tra $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$ e $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$.

Monitoraggio Qualitativo dei Corsi d'Acqua Superficiali Individuati nel Piano Stralcio per il Lago Trasimeno

Monografia 6 PTA

Cingolani L., Charavgis F., Bodo G., Neri N.

2004

Nella relazione vengono presentati i risultati della campagna di monitoraggio effettuata nel periodo novembre 2003-ottobre 2004 su 19 corsi d'acqua affluenti al lago Trasimeno, al fine di valutarne gli apporti inquinanti. A tale scopo sono stati effettuati prelievi quindicinali su 8 fossi principali per la ricerca di COD, Azoto Ammoniacale, Azoto Nitroso, Azoto Nitrico, Ortofosfati, Erbicidi, Escherichia Coli e Streptococchi fecali. Sui rimanenti 11 fossi, spesso privi di deflusso superficiale, sono stati effettuati prelievi mensili per la ricerca degli stessi parametri, fatta eccezione per gli erbicidi.

La qualità delle acque è stata valutata attraverso l'analisi statistica del 75° percentile, utilizzando gli intervalli qualitativi previsti dal Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori (L.I.M., D.Lgs 152/99). I risultati ottenuti hanno messo in evidenza che:

- i corsi d'acqua Paganico, Formagrossa e gli effluenti degli impianti le Pedate e Sant'Arcangelo presentano le condizioni più critiche, ricadendo quasi sempre in un livello qualitativo "pessimo" per tutti i parametri analizzati.
- Le condizioni di deterioramento vengono confermate anche dai due episodi di moria di pesci per anossia che si sono manifestati nel Paganico in seguito a sversamento di liquami suinicoli. Il corso d'acqua, infatti, è inserito in un'area gravata da allevamenti zootecnici.
- Per il Rio Pescia, i livelli qualitativi peggiori sono stati riscontrati per i parametri azoto nitrico, azoto ammoniacale e COD.
- I torrenti Anguillara e La Treve mostrano, complessivamente, una discreta qualità delle acque, fatta eccezione, rispettivamente, per il COD e Escherichia coli, che ricadono entrambi all'interno del livello qualitativo scadente.
- Il fosso Macerone, nonostante il numero di prelievi inferiore rispetto a tutti gli altri corsi d'acqua, presenta condizioni critiche sia per COD che per Escherichia coli.
- il Rio Pescia, l'Anguillara, il Paganico, il Macerone e il Formagrossa hanno presentato, nel periodo aprile-giugno, problemi per il ritrovamento di erbicidi nelle loro acque.
- I fossi minori, nonostante siano stati campionati raramente per assenza di acque di scorrimento, risultano soggetti a fenomeni inquinanti piuttosto consistenti. I fossi Arginone, Rio Venella, Mignattaio, Navaccia, Spina e Vione, in particolare, hanno fatto registrare spesso valori molto elevati di azoto ammoniacale e COD, accompagnati da alti valori di *Escherichia coli* e streptococchi fecali.

Per i fossi Paganico, Rio Pescia, Anguillara, La Treve, Formagrossa e Macerone è stato possibile, inoltre, effettuare una valutazione dei carichi inquinanti veicolati al lago Trasimeno sulla base di stime indirette della portata media mensile.

Le elaborazioni evidenziano come il fosso Paganico si distingua per i maggiori apporti di forme azotate e ortofosfati, nonché per un rilevante carico di COD (190.798 kg/anno). Il canale dell'Anguillara, che presenta le portate più elevate, sembra veicolare l'apporto più consistente di COD (262.168 kg/anno). Il carico di nitrati più elevato si riscontra nei fossi Paganico (40.431 kg/anno), Rio Pescia (42.903 kg/anno) e Anguillara (51.201 kg/anno). Il Formagrossa trasporta carichi importanti di nitrati, fosfati e COD, anche se meno consistenti dei precedenti.

Solo i fossi La Treve e Macerone recapitano carichi molto meno significativi delle sostanze in questione; bisogna tener conto, però, che su questi ultimi sono stati effettuati un numero inferiore di prelievi, per l'assenza di deflusso superficiale.

Per gli erbicidi non è stato possibile effettuare la stima dei carichi inquinanti per la discontinuità di risultati positivi, limitati per lo più al periodo febbraio-luglio.

I fossi minori, nonostante siano stati campionati raramente per assenza di acque di scorrimento, risultano soggetti a fenomeni inquinanti piuttosto consistenti.

Monitoraggio Qualitativo dei Corsi d'Acqua Superficiali Individuati nel Piano Stralcio per il Lago Trasimeno

Rapporto ARPA Umbria

Cingolani L., Charavgis F., Neri N., Notargiacomo T.

2005

Nella relazione vengono presentati i risultati del monitoraggio effettuato nel periodo gennaio-dicembre 2005 su 8 corsi d'acqua principali affluenti al lago Trasimeno (fosso Paganico, fosso Formagrossa, f.sso Le Pedate, fosso depuratore S. Arcangelo, Canale dell'Anguillara, fosso Macerone, Rio Pescia e fosso La Treve) e due corsi d'acqua minori (Rio Venella e fosso Mignattaio) al fine di valutarne gli apporti inquinanti. A tale scopo sono stati effettuati prelievi quindicinali per la ricerca di COD, Azoto Totale, Azoto Ammoniacale, Azoto Nitrico e Nitroso, Ortofosfati, Fosforo Totale, Erbicidi (76 prodotti fitosanitari), *Escherichia Coli* e Streptococchi fecali. La valutazione dell'integrità degli ecosistemi è stata effettuata attraverso una campagna di studio delle comunità macrobentoniche.

La qualità delle acque è stata valutata attraverso l'analisi statistica del 75° percentile, utilizzando, come riferimento, gli intervalli qualitativi previsti dal Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori (L.I.M., D.Lgs 152/99).

I risultati ottenuti hanno messo in evidenza che:

- dal campionamento delle comunità macrobentoniche i fossi Formagrossa, Mignattaio, Paganico, Rio Pescia e Rio Venella presentano un deterioramento molto accentuato. L'Anguillara, pur essendo stato trovato in condizioni leggermente migliori, presenta comunque uno stato di inquinamento significativo.
- Per quanto riguarda i parametri chimici e microbiologici, i corsi d'acqua Paganico e Formagrossa presentano le condizioni più critiche, ricadendo quasi sempre in un livello qualitativo "pessimo" per tutti i parametri analizzati, subito seguiti dal Mignattaio, Rio Venella e Rio Pescia.
- L'Anguillara e La Treve mostrano, complessivamente, una qualità delle acque leggermente migliore, fatta eccezione, rispettivamente, per le alte concentrazioni di COD ed *Escherichia coli* corrispondenti al livello qualitativo "scadente".
- Anche il Macerone, campionato con minor frequenza degli altri fossi, presenta condizioni critiche sia per COD che per *Escherichia coli*.

Oltre ad inquinamenti di tipo organico, il Rio Pescia, l'Anguillara, il Paganico, il Macerone e il Formagrossa, il Mignattaio e il Rio Venella hanno presentato, nel periodo aprile-giugno, concentrazioni abbastanza consistenti di erbicidi in quasi tutti i campioni.

Anche se i composti rilevati non rientrano nell'elenco delle sostanze pericolose segnalate nel D.M. 367/2003, Tab 1.8, sarebbe consigliabile prescrivere fasce tampone lungo il percorso fluviale dei corsi d'acqua a maggior deflusso sopra nominati. Un provvedimento del genere sarebbe utile a contenere anche gli apporti inquinanti di COD e nutrienti derivanti da scarichi diffusi di natura zootecnica.

Per i fossi Paganico, Rio Pescia, Anguillara, La Treve, Formagrossa, Macerone e Mignattaio, ritenuti significativi per i più consistenti apporti idrici, è stata effettuata una valutazione dei carichi inquinanti veicolati al lago Trasimeno nel periodo gennaio-dicembre 2005. Come nel rapporto redatto nel 2004, la valutazione è stata effettuata sulla base di stime indirette della portata media mensile, attraverso una procedura semplificata afflussi-deflussi, non essendo attualmente disponibili dati più precisi relativi alle stazioni idrometriche.

Le elaborazioni evidenziano come l'Anguillara, che presenta le portate più elevate, si distingua per i maggiori apporti di forme azotate e di COD, confermando i dati del 2004. Anche i fossi Paganico e Rio Pescia veicolano carichi importanti di COD e nutrienti mentre il Formagrossa trasporta carichi

importanti di nitrati e COD, ma non così elevati come i fossi precedenti; l'apporto di fosforo è, al contrario molto consistente. Solo i fossi La Treve e Macerone recapitano carichi molto meno significativi delle sostanze in questione.

Analisi e previsioni di temperature minime e di gelate sul bacino del Trasimeno.

Analisi RIAM 04/2006 (versione 1)

Basili P., Bonafoni S., Biondi R.

2006

Riassunto

Obiettivo di questo lavoro è la previsione delle temperature minime e delle gelate sul bacino del Lago Trasimeno. Tali parametri influenzano direttamente il microclima dell'area del Trasimeno, la qualità e la quantità delle produzioni agricole limitrofe e il livello idrico del lago. Accanto a tale analisi, si sta inoltre procedendo alla realizzazione di un sito web nel quale tali previsioni vengano rese disponibili real-time a tutte le utenze, insieme ai dati meteorologici registrati. Il database a disposizione è costituito da dati provenienti da 8 diverse stazioni meteorologiche distribuite su tutto il bacino lacustre dal 1988. Per prevedere le temperature estreme è stato implementato un algoritmo statistico di tipo regressivo utilizzando i dati raccolti fino alla fine del 2003. Parallelamente lo stesso dataset è stato impiegato per addestrare opportune reti neurali. Per la validazione, gli algoritmi regressivi e le reti neurali sono stati successivamente testati sui dati meteorologici più recenti. Tali metodologie sono state implementate in ambiente Matlab, realizzando una procedura automatica che permette di prevedere le gelate e le temperature estreme giornaliere in real-time a partire dall'ora del tramonto. L'analisi degli errori commessi nella previsione delle temperature estreme ha permesso di stabilire la metodologia migliore e i parametri atmosferici necessari per tale tipo di previsione. L'algoritmo di previsione agrometeorologica assieme ad un sistema informatico di allerta on-line, permetterà di prevenire danni alle colture e di migliorarne la qualità.

ECOLOGIA

Messa a punto dello stato delle conoscenze ambientali di riferimento dell'area del Lago Trasimeno e definizione di un modello concettuale per un piano di gestione

Documenti

Task 1 - Raccolta e integrazione dei dati

Schede di sintesi delle pubblicazioni

Ecologia

A cura di: Michele Sbaragli
Dipartimento provinciale di Perugia

Articoli

- **Il lago Trasimeno (Tre anni di studi idrobiologici).**
Quaderni di Biologia Sperimentale, 21, 1-225, 1958.
MORETTI G.P. - 1958
- **Use of thermodynamic indices as ecological indicators of the development state of lake ecosystems. 1. Entropy production indices.**
Ecological Modelling 159, 233-222, Elsevier Science B.V.
Ludovisi A., Poletti A. - 2003
- **Use of thermodynamic indices as ecological indicators of the development state of lake ecosystems. 2. Exergy and specific exergy indices.**
Ecological Modelling, 159, 223-238.
Ludovisi A., Poletti A. - 2003
- **Letter to the Editor, Biotic and abiotic entropy production in lake ecosystems Ecological Modelling 179, 145-147.**
Ludovisi A. - 2004
- **The strategy of ecosystem development: specific dissipation as an indicator of ecosystem maturity.**
Elsevier Ltd. Journal of Theoretical Biology 235, 33-43
Ludovisi A., Pandolfi P., Taticchi M.I - 2005
- **Use of thermodynamic indices as ecological indicators of the development state of lake ecosystems: Specific dissipation.**
Elsevier Ltd. Ecological Indicators, 6, 30-42.
Ludovisi A. - 2006
- **Investigating beta diversity by Kullbak-Leibler information measures. Elsevier B.V. Ecological modelling 192, 299-313**
Ludovisi A., Taticchi M.I - 2006

Il lago Trasimeno (Tre anni di studi idrobiologici).

Quaderni di Biologia Sperimentale, 21, 1-225, 1958.

MORETTI G.P.

1958

INTRODUZIONE

- 1954 La stazione di Idrobiologia di Monte del Lago è trasformata in Cattedra della Facoltà di Scienze.
- 1955 si inaugura l'Istituto di Idrobiologia e Piscicoltura dell'Università di Perugia- "Giovane Battista Grassi"
- 1956 lavori di tesi sperimentali in Idrobiologia e Piscicoltura, ricerche di carattere limnologico lungo le sponde e sullo specchio del lago.
- Studio composizione fito-zooplankton Pasquini
- Classificazione Alghe Marchesini (Ist. Botanica Università di Camerino)
- Distribuzione e migrazioni nictemerali *Leptodora kindtii*
- *Chironomidi*
- Chimismo: OD, pH, durezza nel periodo '56-'57 zona nefritica e pelagica
- Cenobio reofilo nel canale immissario
- Protozoi nel potamogetoneteo In corso studio sui poriferi
- Tricotteri, efemerotteri
- Palaemonetes
- Potamon edule e granchio
- Integrazione molluschi con Piersanti.
- Briozoi- biocenosi di battigia
- Studio biometrico per il Persico (Ranzi- Anatomia e Zoologia Univ. Milano)
- "latterino"
- Studio proteine muscoli delle principali specie di pesci- Ruffo- Porcellati
- *Rana esculenta* moria e studio parassitosi elmintica a seguito DDT.
- Ricostruzione della specie ornitologiche e della fauna trasimenica

Aspetti idrobiologici della gelata Febbraio 1956

- Riportati in tabella dati fisico chimici e retini di plancton
- Il fenomeno della gelata ha avuto una durata di 17 giorni e possono essere distinti tre fasi: 23-28/2 prima gelata; 23-28/2 inizio del disgelo; 29/2 disgelo definitivo
- L'analisi delle variazioni di temperature nelle diverse fasi tra fondo e superficie delineano per il Lago Trasimeno una caratteristica stagionale piuttosto che lacustre
- I valori misurati dimostrano che le acque superficiali del Lago tendono a perdere progressivamente la loro riserva di ossigeno disciolto.
- Le acque del Trasimeno sono ossigenate per tutto il loro spessore.
- PH: la superficie è più interessata del fondo dalle precipitazioni atmosferiche a reazione acida; il fondo è più autonomo e lento nel risentire dei fenomeni di contatto con 'aria..
- La breve durata del fenomeno e la quantità di ossigeno disciolto ha impedito l'ecatombe di plancton.
- Anche il patrimonio ittico ha superato il periodo della gelata ad eccezione del cefalo. Risultano pescati le specie : *Esox lucius L.*, *Atherina mochon* ; *Perca fluviatilis*; *Tinca tinca*
- La stessa composizione ittica, la presenza di zooplankton e di fauna bentonica, l'ossigenazione dell'acqua per tutto il loro spessore sono fattori che hanno contribuito alla sopravvivenza delle specie ittiche.

O₂ Durezza pH nelle acque del Trasimeno

- La valutazione e l'andamento dei parametri termico-fisici costituiscono un sistema di valori interdipendenti determinanti il bilancio dell'ecodinamica idrobiologia.
- L'avvicendamento termico governato dall'andamento stagionale dai venti, dalle perturbazioni meteorologiche, dalle ore di illuminazione solare, suscita risposte immediate sia nel mezzo idrico che nella vita vegetale-animale del bacino. Il Trasimeno non realizza un'autonomia idrica da poter ricalcare, anche in parte, un comportamento lacustre.
- Temperature diurne e notturne dell'aria
- Temperature diurne e notturne dell'acqua :superficie, fondo e zona nefritica: esiste grande simmetria tra la curva termica della superficie e quella del fondo; tra giorno e notte ci sono differenze minime;
- Temperature diurne e notturne dell'acqua :superficie, fondo e zona pelagica: aumento notturno della temperatura
- La termica del bacino rivela tuttavia un profilo aderente a quello della termica dell'aria. Nel lago Trasimeno, privo di ipolimnio il modesto spessore d'acqua non è in grado di differenziarsi tra superficie e fondo che per valori termici trascurabili.
- O₂ disciolto: Il contenuto di ossigeno delle acque superficiali in zona neritica è poco al di sotto della saturazione in autunno ed inverno mentre è al di sopra in primavera ed estate. Con valori anche elevati (194%).
- Il "respiro" del lago, rappresentato dalla produzione e dal consumo di ossigeno, e gli apporti di aria promossi dall'ondosità vengono contenuti e mitigati dalla buona mineralizzazione delle acque.
- Durezza acqua: l'andamento irregolare e privo di concordanze della durezza totale sia in superficie sia al fondo sia di giorno che di notte sia in zona nefritica che in quella pelagica non permette di formulare precise interpretazioni, tantomeno in corrispondenza di fenomeni fotosintetici o atmosferici.
- Il pH del Trasimeno è in serie alcalina e può salire a valori piuttosto elevati nel periodo primaverile; si uniforma invece d'estate ma durante l'intenso metabolismo del settembre oscilla come tutti i laghi ecologici. C'è un forte potere tamponante del lago marcato nel periodo estivo.
- Dalle medie annuali e dall'andamento parziale delle curve dell' O₂ disciolto non si ha l'impressione di un bacino eccessivamente eutrofizzato. La maggiore minaccia per il lago proviene dalla progressiva invasione delle macrofite .

Problema della decrepitezza del Trasimeno nel territorio palustre denominato "valle".

Il trofismo eccessivo del settore palustre porta con se conseguenze chimico biologiche: scomparsa dell'ossigeno disciolto, sviluppo di H₂S, CO₂, CH₄., formazioni di solfuri, elevarsi del pH, l'instaurarsi del fenomeno *flos aquae* ad opera di *Euglena viridis* e *Microcystis aeruginosa*, l'instaurarsi di colonie di tiorodobatteri, il diffondersi di malattie, l'asfissia e la moria di pesci.

Questo quadro si delinea nel corso dell'estate, sotto il maggiore riscaldamento delle acque e per l'aumento della flora acquatica.

In questa sede si può ipotizzare che alla base delle proteobacillosi delle tinte verificatesi siano le eccedenti riserve di materiale in decomposizione dell'acqua. Che l'asfissia dei lucci e dei persicacci è da imputare alla caduta del tasso di ossigeno e le intossicazioni e le morie sono causate dal *flos aquae* di *M. aeruginosa*.

L'ipertrofia catabolica è alla base dunque dei danni alla fauna ittica.

Estate e ore precedenti l'alba rappresentano le condizioni termiche e fotiche necessarie perché si evidenzii il processo che le burrasche esacerbano ammicchiando l'alga azzurra in territori più ristretti sommovendo il fondo putrido e atossico. Esala a causa delle forti e rapide depressioni barometriche temporalesche idrogeno solforato: tale fenomeno è detto delle "acque grigie".

Nel rapido declino del settore meridionale del lago le annate 1956 e 1957 sono state caratterizzate da gravi fenomeni di trofizzazione palustre in cui il lago-stagno periodicamente può andare incontro.

Il territorio si è talmente impoverito di acqua da restare escluso dai collegamenti diretti con il rimanente complesso idrico tanto che i pesci non vi si poterono addentrare e la differenza idrochimica tra fondo e superficie non è più discernibile. L'abbassarsi del livello delle acque porterà inevitabilmente a fenomeni di senescenza del lago coinvolgendo sempre di più il centro del medesimo.

Prime tappe della colonizzazione del F.sso dell'anguillara immissario artificiale del Trasimeno.

Il f.sso anguillara è unico immissario artificiale e origina dalla fusione dei due torrenti Tresa e Rio Maggiore. L'apporto del canale è legato alle precipitazioni atmosferiche. Il canale ha una lunghezza di 4728m, la larghezza del letto in cemento è di 5.20 m, la pendenza è dello 0.6% limitata da apposite briglie lungo tutto il percorso. La sua portata massima può aggiungere 2.47m³/s. Il canale termina con una briglia la cui distanza dal lago, variabile secondo le stagioni, è di circa 500m. Qui l'alveo termina in un piccolo bacino dal quale le acque proseguono verso il lago frazionandosi in piccoli rami minori.

L'indagine sulle specie viventi vegetali nel canale ha evidenziato la presenza di

Tetraspora lubrica

Cladophora sp.

Spirogyra sp

Closterium sp.

Cosmarium sp

Fragilaria sp.

Synedra acus Kuetz.

Synedra ulna (Nietzsch) Ehr.

Navicula sp.

Campylodiscus sp..

Cymatopleura sp.

Glenodinium sp.

Merismopedia sp.

La componente zoologica è costituita da:

Helteria grandinella O.F.M.

Polycelis sp.

Uova di Rotiferi

Diglena sp..

Euchlanis sp.

Monostyla sp.

Nais sp.

Moina sp.

Bosmina (spoglie)

Macrothrix hirsuticornis Norman-Brady

Chydorus sp.

Naupli

Cyclops gr. strenus (rubens)

Cyclops gr. viridis

Mixodiaptomus : kupelwieseri o tatricus ?

Canthocamptus sp.

Ostracoda indet.

Gammarus sp.

Niphargus sp.
Hydrachnellae ss. pp.
Ephemerella ignita Poda (ninfe)
Paraleptophlebia cincta Retz. (ninfe)
Limnophilus sp.
Mesophilax adspersus Ramb.
Micropterna testacea
Rheortthocladius
Cricotopus spec.
Trissocladius
Orthocladinii gen.
Simulim spec.

Distribuzione e migrazioni di *Leptodora Kindtii* (Focke) nel Trasimeno

Migrazioni verticali di questo cladocero. Il plancton del Trasimeno effettua anche una migrazione orizzontale ritmica caratteristica. Sembra infatti che solo durante il giorno esista una differenza tra plancton pelagico e plancton nefritico. Tale diversità tende a scomparire nelle ore notturne. Assenza nel periodo invernale, carattere stenotermico del cladocero.

Leptodora kindtii

Concludendo, il cladocero è stato riscontrato più volte in saggi plantici e bentici di riva fino ad 1-2 m della zona di battigia. Il comportamento è particolare dal momento che il Trasimeno è caratterizzato da una diuturna agitazione delle acque e al loro continuo rimescolamento permesso dalla scarsissima profondità. Questa condizione non interessa però la regione della “valle” e la fascia delle idrofite che rappresentano zone escluse dalla dinamica lacustre del centro del lago.

E' stata riscontrata per la prima volta la comparsa delle forme maschili da una specie prevalentemente partenogenica.

Comportamento e distribuzione delle spongille lungo il litorale lacustre.

I Poriferi. presenti nel Trasimeno sono del genere *Spongilla* che si presenta generalmente con un aspetto comune. Nel 1952 erano stati notati anche piccoli insediamenti di *Ephydatia mülleri* L. : le osservazioni dell'ultimo biennio hanno dimostrato l'assenza di questa specie.

Ambienti elettivi, dopo indagine sul periplo del lago e le tre isole:

Monte del Lago

S. Feliciano

Canale artificiale S.Savino-S.Arcangelo

S.Arcangelo

Canale artificiale S.Arcangelo-Panicarola

Panicarola

Castiglione del lago

Macerina

Borghetto

Tuoro

Passignano

Torricella

Isola Polvese

Isola Maggiore

Isola Minore

I campionamenti e le osservazioni sono state condotte su i seguenti ambienti: riviera pietrosa; riviera pietrosa con canneto; riviera sabbiosa; canneto.

La distribuzione delle spongille non è uniforme in tutto il litorale lacustre ed è regolata da fattori ambientali quali: presenza di fondo pietroso, esposizione alla battigia, torpidità, ed assenza di processi putrefattivi (H₂S e solfuri). Le colonie si insediano con assoluta prevalenza sulla faccia inferiore delle pietre definite “massi” e su quelle definite “grandi”.

Sono state rinvenute a Castiglione e alle tre isole, mai trovate nella zona meridionale da S.Feliciano a Panicarola e, nel tratto settentrionale, da Borghetto a Tuoro, né si consta che siano reperibili a Torricella e Monte del Lago. Abbondanti fino al 1954-1955 sul litorale di Passignano dove ora risultano scomparse.

Per quanto riguarda la biocenosi questa non sembra essere ben definita e costante. Tuttavia le forme di più frequente rinvenimento in seno agli insediamenti di sugne sono, in ordine sistematico:

Vorticella sp.

Rotifer sp.

Hydra fusca L.

Planarie (adulti e uova)

Dendrocoelum lacteum O.F.M.

Tubificidi

Dorylaimidae

Oligheti

Plumatella repens L.

Cyclops sp.

Nauplii di copepodi

Cypridae

Gammarus sp.

Asellus aquaticus L.

Physa acuta Drap. (prevalente)

Limnaea limosa L.

Bythinia tentaculata L.

Hydrachnellae

Chiromidae Orthocladinae e Chironominae

Chironomus thummi gr.

Sisyra fuscata Fab.

Hydroptila gr. Pulchricornis Mc. L.

Orthotrichia tetensii Kolb.

Ecnomus tenellus Pict.

Zooecorelle

Synedra ulna (Nitzsch.) Ehr.

Cocconeis sp.

Navicula sp.

Campylodiscus noricus Ehr.

Rivularia sp.

Spirogyra sp.

Zygnema sp.

Cladophora sp.

Spongille e Briozoi presentano lo stesso habitat petricolo con un certogrado di antagonismo spaziale competitivo.

Dal 1952 al 1958 il Trasimeno si è impoverito di Poriferi a causa del ritirarsi delle acque con conseguente trasformazione del lago in stagno torbido con detrito in sospensione e sviluppo di

fragmiteto ed idrofite sommerse, fenomeni putrefattivi: condizioni inadeguate alla ecologia delle Spongille.

Biologia, biometria e ripartizione del *Potramon edule* Latr. nel Trasimeno

Le informazioni di biologia ed ecologia fin ora raccolte sul brachiuro *P.edule* sono ancora scarse e frammentarie. E' stato però possibile iniziare a conoscere l'habitat locale e si ritiene che questa specie si sia adattata ad un biotopo stagnale condizionato da fattori incostanti. Le zone in cui si è rintracciato sono Monte del Lago, Isola Polvere, Isola Maggiore e Isola Minore. Tale distribuzione riflette la preferenza del brachiuro per rive a ciottoli mentre diserta le sponde sabbiose ed il canneto.

Aggiornamenti sulla fauna dei Tricottere del Trasimeno

La composizione della fauna di Tricotteri del Trasimeno si è arricchita tra gli anni 1954-1958 di alcune specie non riscontrate in precedenza:

Phryganea varia Fabr. Monte del Lago

Oecetis furva Ramb. S.Feliciano; Monte del Lago

Limnophilus sp. Fosso Anguillara

Mesophylax sp. Passignano

Mesophylax adpersus Ramb. Monte del Lago Galleria dell'emissario
Fosso Anguillara

Tutti questi nuovi reperti probabilmente non tutti costituiscono nuovi insediamenti.

Il fosso dell'Anguillara che è stato aperto nell'agosto del 1957 ha fornito certo l'insediamento di biotipi prima inesistenti: tutte le specie in esso rinvenute non possono costituire che esempi di popolazioni di origine alloctona.

La facies tricotterologica del grande biotopo del Trasimeno ha subito un rapido mutamento di fisionomia che fedelmente rispecchia il declino ecologico del bacino. Risulta di particolare interesse questa plasticità di un gruppo entomologico tipicamente acquatico, poiché l'esame dei rapporti numerici tra le singole aliquote può fornire un valido appoggio per un bilancio ambientale della zona neritica frequentata da questi organismi.

Strutture e vicende degli insediamenti dei chironomidi nel Trasimeno

Una qualifica del lago-stagno Trasimeno basata sulla struttura della fauna larvale dei chironomidi non è ancora possibile. Ad oggi si può stabilire che il Trasimeno si qualifica per composizione e densità come specchio d'acqua a *Phytochironomus severini* Goetgh., *Cryptochironomus* sp. E *Procladius* sp. Anche in questo caso la composizione della fauna di chironomidi riflette la decrepitezza del bacino lacustre in cui i fenomeni di eutrofizzazione intensa che interessano la regione delle idrofite sommerse vanno progressivamente interessando il fondo. La corsa del lago verso la facies stagnale si va facendo sempre più veloce. L'elevata presenza di ossigeno sul fondo del lago aperto impedisce tuttavia al Trasimeno di degenerare in una vera e propria palude.

Composizione della fauna malacologica del Trasimeno e valutazione sperimentale del popolamento del canneto.

La fauna malacologica trasimenica è abbastanza ricca di specie e ha un carattere stagnale, non lacustre. Il numero delle specie malacologiche popolanti il Trasimeno viene aggiornato ad un totale di 24:

Valvata piscinalis Müll

Vivipara fasciata Müll

Bythinia tentaculata L.

Bythinia boissieri
Ancylus fluviatilis Müll
Ancylus lacustris Müll
Limnea auricularia L
Limnaea peregra Müll
Limnaea stagnalis L.
Limnaea palustris Müll
Limnaea truncatula Müll
Physa acuta Drap.
Planorbis carinatus Müll
Planorbis corneus L.
Succinea putris L.
Succinea Pfeifferi Rossm.
Sphaerium lacustre Müll
Sphaerium corneum L.
Pissidium amnicum Müll
Pissidium casertanum Poli
Unio tumidus Phil.
Unio requeni Michaud
Anodonta piscinalis Nills

La distribuzione lungo il litorale non è regolare ma varia sia per numero di specie presenti nelle varie biozone, sia come densità delle popolazioni

L'esame dei fattori ecologici (profondità e temperatura dell'acqua, ossigeno disciolto, durezza, pH) permette di affermare che il Trasimeno è un habitat ottimale per i molluschi. La profondità dell'acqua risulta essere determinante nella colonizzazione del frangimento da parte dei gasteropodi.

Sulla presenza e sulla diffusione dei Briozoi lungo le rive sommerse del Trasimeno

Si è accertata la presenza di Briozoi nel Trasimeno, presenza non segnalata in precedenti lavori.

Le rive sommerse di Monte del Lago, Passignano, Castiglione del Lago, Isole Maggiore, Isola Minore, Isola Polvese, ospitano Briozoi, assenti nelle altre zone del litorale lacustre.

Si è inoltre dimostrato che la presenza di solfuri limita la diffusione dei Briozoi.

Use of thermodynamic indices as ecological indicators of the development state of lake ecosystems. 1. Entropy production indices.

Ecological Modelling 159, 233-222, Elsevier Science B.V.

Ludovisi A., Poletti A.

2003

In questo studio vengono analizzati gli indici di produzione dell'entropia di Aoki come indicatori ecologici dello stato trofico nelle condizioni idrologiche del Trasimeno.

I risultati portano ad una rivisitazione di tali indici e alla definizione di un nuovo set di indici di eutrofizzazione (c, d, d'), basati sull'unità di produzione per superficie piuttosto che per volume.

La correlazione positiva tra questi indici e lo stato trofico analizzati per un piccolo gruppo di laghi evidenzia come fondamentale l'apporto della attività biologica sulla produzione di entropia dell'intero sistema.

Inoltre gli indici d e d' mostrano una correlazione lineare negativa con la profondità dei laghi, dimostrando l'importanza di questo parametro morfologico sui processi di eutrofizzazione e successione dei laghi.

Dall'utilizzo dei questi indici si può concludere che il lago Trasimeno mostra uno stato trofico in accordo con gli indici TSI di Carlson e con i risultati già ottenuti precedentemente dall'applicazione sia del modello di eutrofizzazione di Vollenweider (basato sul carico di fosforo), che dal metodo Hillbrich-Ilkowska.

Questo studio dimostra l'importanza di un approccio olistico su basi termodinamiche per poter comprendere in pieno i meccanismi delle successioni ecologiche degli ecosistemi lacustri.

Il processo di eutrofizzazione può essere distinto in naturale e antropico. Nel primo caso, che è dovuto alla naturale tendenza dei laghi di evolvere in ecosistema terrestre, si riscontra una ottima qualità delle acque ed una elevata biodiversità delle comunità.

L'eutrofizzazione relativa all'attività dell'uomo è riconoscibile dal fatto che la qualità del corpo idrico è inficiata da una massiccia proliferazione di alghe e piante acquatiche che si riflettono sulla biodiversità delle comunità e sulla qualità stessa delle acque. Negli ultimi anni sono stati condotti analisi sullo stato di eutrofizzazione prendendo in considerazione i parametri fisici (trasparenza, solidi sospesi, morfologia del lago), chimici (concentrazione dei nutrienti e di clorofilla a , conduttività, ossigeno disciolto) e biologici (biomassa di fitoplancton, biodiversità).

Nei diversi contesti però le informazioni così ottenute non sono sufficienti per descrizioni esaustive. Al contrario la termodinamica sembra fornire gli strumenti necessari per comprendere la direzione dell'evoluzione degli ecosistemi lacustri: la termodinamica ha, in sintesi, la capacità di trasformare l'ecologia da descrittiva a scienza predittiva.

Funzioni (goal functions) come il massimo potere, la biomassa, l'esergia, l'ascendenza e l'entropia, sono state utilizzate come parametri per la valutazione dello stato trofico e della salute degli ecosistemi acquatici, non solo dal punto di vista teorico e pratico.

Dal momento che gli ecosistemi sono sistemi dissipativi la produzione di entropia è in correlazione lineare con la radiazione solare secondo l'equazione: $S_p = a + bQ_s$.

La grave crisi idrogeologica del Trasimeno negli ultimi dieci anni ha fornito lo scenario dei nostri studi di modellismo ecologico secondo un approccio olistico.

Il Trasimeno può essere considerato omogeneo per i parametri chimico-fisici e ciò lo rende particolarmente sensibile alla variabilità meteorologica e all'impatto antropico. Secondo la classificazione Vollenweider-OECD si tratta di un lago *mesotrofico* anche se in base al carico annuale di P il lago viene classificato come *eutrofico*.

Dati meteorologici sono stati raccolti ogni 30 minuti dal SIGLA. I dati di Isola Polvese sono considerati rappresentativi dell'intero sistema.

I calcoli di energia ed entropia sono stati condotti in scala mensile sotto l'ipotesi che in questo lasso di tempo il livello dell'acqua fosse costante. Il carico mensile d'entropia è stato calcolato nel periodo 1988-1996.

Gli indici d e d' possono essere considerati come una misura dell'abilità dell'ecosistema di dissipare l'energia solare entrante. La correlazione positiva tra questi due indici e lo stato trofico lacustre rispecchia l'influenza della produzione biologica sulla produzione dell'entropia dell'intero sistema.

Dal momento che i processi biologici sono irreversibili d e d' tendono ad aumentare.

L'eutrofizzazione induce una sorta di regressione del sistema acquatico in cui si ha prevalenza della strategia r piuttosto che della K .

Use of thermodynamic indices as ecological indicators of the development state of lake ecosystems. 2. Exergy and specific exergy indices.

Ecological Modelling, 159, 223-238.

Ludovisi A., Poletti A.

2003

L'esergia e l'esergia specifica hanno correlazione negativa rispetto a fitoplancton e indice dello stato trofico di Carlton (TSI), mentre esprimono una correlazione positiva con la trasparenza dell'acqua.

In questo lavoro vengono inoltre approfondite le relazioni tra le informazioni ottenute con l'approccio termodinamico e i metodi di classificazione trofica convenzionale (Vollenweider, Hillbrich-Ilkowska e Vollenweider-OECD).

La diminuzione tendenziale dell'esergia e dell'esergia specifica e l'incremento dell'eutrofizzazione sembra essere dovuta al cambiamento della composizione in specie e alla struttura trofica piuttosto che alla differente potenzialità dell'ecosistema.

Per quanto riguarda la correlazione tra la profondità dell'acqua, l'indice TSI, l'esergia e l'esergia specifica, questa sembra suggerire un ruolo significativo della profondità dell'acqua sui cambiamenti dello stato e della struttura trofica.

Nel testo c'è un'ampia trattazione sulle definizioni delle funzioni termodinamiche.

Sono riportati nel testo dati chimico fisici biologici, standing crop e idrologici di laghi italiani e bielorusi.

Ne segue una dettagliata analisi matematica per il calcolo dell'esergia edell'esergia specifica.

L'esergia specifica è strettamente correlata con il TSI e i più importanti parametri di eutrofizzazione (biomassa del fitoplancton e trasparenza).

La relazione tra l'esergia specifica e la biomassa contrasta con risultati precedenti.

Inoltre gli indici di esergia non hanno mostrato una netta relazione con lo stato trofico ma suggeriscono il suo incremento col decremento dell'eutrofizzazione.

In conclusione i risultati ottenuti non possono essere considerati di validità generale.

**Letter to the Editor, Biotic and abiotic entropy production in lake ecosystems
Ecological Modelling 179, 145-147.**

Ludovisi A.

2004

Nella lettera all'editore si commenta il lavoro "Use of thermodynamic indices as ecological indicators of the development state of lake ecosystems. 1. Entropy production indices" di Ludovisi e Poletti. Pur essendo favorevole ai metodi utilizzati la conclusione del breve scritto è che i risultati sono poco accurati e i dati troppo esigui per esprimersi sull'approccio utilizzato.

The strategy of ecosystem development: specific dissipation as an indicator of ecosystem maturity.

Elsevier Ltd. Journal of Theoretical Biology 235, 33-43

Ludovisi A., Pandolfi P., Taticchi M.I

2005

L'articolo propone la dissipazione specifica, intesa come il rapporto tra la produzione biologica dell'entropia con l'esergia immagazzinata nella biomassa vivente, come un indice termodinamico dello sviluppo di un sistema ecologico.

Viene presentato un metodo per la valutazione della dissipazione specifica nei laghi

I risultati da un lato supportano l'ipotesi che la minimizzazione della dissipazione specifica è un primo criterio per l'evoluzione di un ecosistema e dall'altro sostengono che la dissipazione specifica sia un indicatore della maturità ecologica.

Il lavoro propone la trattazione matematica della termodinamica e delle metodologie di calcolo delle variabili termodinamiche dallo studio dello zooplancton e fitoplancton.

Se da un lato si può asserire che la dissipazione specifica conferma quanto si può apprendere con i classici strumenti ecologici dall'altro i risultati suggeriscono che le quantità termodinamiche estensive, entropia ed esergia, vanno usate con cautela perché dipendenti da fattori esterni.

Gli autori consigliano l'uso di differenti "*orientors*" termodinamici per quantificare lo stato di sviluppo di un ecosistema poiché trattasi di sistemi complessi. In conclusione sono necessari ulteriori studi e risultati per chiarire quali proprietà ecologiche esprimono le variabili termodinamiche e a cosa sono esse associate quali sono le condizioni per il loro corretto impiego come indicatori dello stato di sviluppo.

Use of thermodynamic indices as ecological indicators of the development state of lake ecosystems: Specific dissipation.

Elsevier Ltd. Ecological Indicators, 6, 30-42.

Ludovisi A.

2006

Con questo studio si propone di utilizzare come strumento per la comprensione dell'evoluzione dei sistemi ecologici il rapporto entropia prodotta/energia immagazzinata dalla componente biologica (dissipazione specifica).

La dissipazione specifica rappresenta una nuova versione del rapporto di Schroedinger e qui viene proposta come indicatore della maturità di un ecosistema. La dissipazione specifica decresce con lo sviluppo dell'ecosistema.

La consistenza di questo indicatore è stata valutata attraverso due serie ecologiche differenti: la progressione stagionale del fitoplancton e il gradiente trofico.

I risultati confermano che tale rapporto è un indicatore valido della maturità di un ecosistema e che la sua diminuzione e minimizzazione sia uno dei principali obiettivi dello sviluppo di un ecosistema.

Lo sviluppo di un ecosistema può essere definito come quel processo in cui l'evoluzione delle comunità biologiche (successione biologica) insieme a quella dell'ambiente fisico, raggiungono uno stato "finale" più stabile, il climax, dove prevale un equilibrio stabile.

L'idea dello "sviluppo" ecologico in limnologia ambiguo si confonde con il processo di invecchiamento di un lago.

Lo stato trofico, correntemente valutato su variabili chimiche, fisiche e biologiche (trasparenza dell'acqua concentrazioni di P tot. e clorofilla a) che denota lo stato nutrizionale è anche utilizzato come indice dello stato di sviluppo dell'ecosistema lacustre poiché descrive lo stato di salute del corpo idrico.

Nel cosiddetto "principio di massima biomassa" Odum ha definito che la successione ecologica culmina in un ecosistema stabile nel quale la massima biomassa o l'alto contenuto di informazione, è mantenuta per unità di flusso energetico; ci si aspetta che il rapporto tra produzione primaria (P) e respirazione della comunità (R) diminuisca. Se B è il contenuto totale di materia organica e biomassa, i rapporti P/B e R/B tenderanno a decrescere e saranno più bassi in ecosistemi altamente strutturati e più vicini al climax di quanto lo siano ecosistemi meno complessi e meno maturi.

Odum, seguendo il pensiero di Schroedinger, ha interpretato il rapporto R/B da un punto di vista entropico, considerando l'uscita di entropia prodotta dai processi metabolici (espressa dalla respirazione) come risultato nel mantenimento del basso contenuto entropico dei sistemi biologici e ha chiamato ciò rapporto di Schroedinger: $S_{prod.}/S_e-S$

S prod: entropia prodotta dal sistema

S_e: entropia all'equilibrio termodinamico

S: entropia del sistema

S_e-S è la misura dell'ordine interno (organizzazione) raggiunta dal sistema rispetto all'ambiente e non può essere negativa.

Le variabili necessarie per i calcoli effettuati sono misure che si effettuano correntemente. Il calcolo della produzione biologica di entropia è effettuato partendo da dati meteorologici (radiazione solare, albedo, temperatura della superficie dell'acqua), e idrologici (trasparenza dell'acqua, concentrazione di P tot e clorofilla a).

Investigating beta diversity by Kullback-Leibler information measures.

Elsevier B.V. Ecological modelling 192, 299-313

Ludovisi A., Taticchi M.I

2006

Esiste una vasta gamma di misure ed indici di similarità applicabili per la quantificazione delle differenze esistenti tra comunità naturali. Oltre a rappresentare strumenti di base per lo studio della biodiversità alle diverse scale spaziali ed ecologiche, la disponibilità di efficaci metodi statistici atti a valutare le variazioni in set multivariati di dati biologici è importante per lo studio delle successioni, nonché per la valutazione dell'impatto di variazioni ambientali sulle comunità stesse. A dispetto della radice teorica comune all'informazione di Shannon, due misure di informazione definite da Kullback e Leibler, l'informazione discriminante e la divergenza, hanno ricevuto scarsa attenzione da parte degli ecologi quali misure di distanza tra comunità. In questo contributo, dopo aver illustrato le potenzialità di applicazione di queste due funzioni a tale fine, viene presentato un indice di similarità basato sulla divergenza di Kullback-Leibler e sul concetto di copertura campionaria. I limiti di applicabilità e la performance dell'indice proposto vengono discusse e la sua efficacia valutata analizzando la successione stagionale del fitoplancton nel Lago Trasimeno. Lo studio mostra inoltre come la scomposizione della funzione di divergenza può offrire un sistema coerente per il calcolo della diversità complessiva (gamma diversità) in un set di comunità e per la sua ripartizione in diversità intra-gruppo (alfa diversità) ed inter-gruppo (beta diversità).

I dati ottenuti sono stati dedotti dagli autori durante un'indagine di campionamento durata 2 giorni: 24-25 luglio 1996.

L'obiettivo dello studio era verificare quali cambiamenti nella stabilità dell'acqua è in grado di produrre gradienti di comunità di fitoplancton.

Nel testo è riportata tabella dei trend di alcune variabili ambientali lungo la line NE-SO e una tavola del numero di specie identificate.

ECOTOSSICOLOGIA

Messa a punto dello stato delle conoscenze ambientali di riferimento dell'area del Lago Trasimeno e definizione di un modello concettuale per un piano di gestione

Documenti

Task 1 - Raccolta e integrazione dei dati

Schede di sintesi delle pubblicazioni

Ecotossicologia

A cura di: Michele Sbaragli
Dipartimento provinciale di Perugia

Articoli

- **Bioaccumulation of heavy metals, organochlorine pesticides, and detoxication biochemical indexes in tissue of *Ictalarus melas* of lake Trasimeno.**
Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 76 132-139 2006.
Elia A.C., Galarini R, Dörr Aj, Taticchi M.I - 2006
- **Comparison of organochlorine pesticides, PCBS, and heavy metal contamination and of detoxifying response in tissues of *Ameiurus melas* from Corbara, Alviano, and Trasimeno lakes, Italy.**
Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 78 463-468.
Elia A.C., Dorr A.J.M., Galarini R. - 2007

Bioaccumulation of heavy metals, organochlorine pesticides, and detoxication biochemical indexes in tissue of *Ictalurus melas* of lake Trasimeno.

Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 76 132-139 2006.

Elia A.C., Galarini R, Dörr Aj, Taticchi M.I

2006

Lo scopo del lavoro è stato quello di individuare i cambiamenti nella risposta degli antiossidanti e nell'accumulo dei contaminanti nel pesce gatto *Ictalurus melas*. Per poter verificare lo stato di contaminazione e soprattutto possibili markers per i programmi di biomonitoraggio.

Il muscolo è stato scelto per le analisi chimiche dei contaminanti(metalli pesanti, HCH, HCB, DDT e PCB) mentre per le analisi biochimiche(scavenger ossidanti, enzimi antiossidanti) sono stati scelti le branchie e il fegato. Tale scelta deriva dal fatto che attraverso l'analisi del tessuto muscolare si possono valutare gli effetti di una esposizione cronica degli inquinanti, mentre il fegato riflette l'esposizione a breve termine.

Un campione di 100 esemplari di *Ictalurus melas* è stato raccolto in tre periodi; Agosto 1997, Febbraio e Giugno 1998.

Nel testo sono riportate tabelle contenenti le concentrazioni di tutte le sostanze analizzate.

Alcune sostanze mostrano un accumulo stagionale nei diversi tessuti

Gli HCB nel muscolo sono 2.5 volte superiori in giugno rispetto al febbraio mentre non sono stati rilevati in agosto.

Gli HCH sono invece il doppio in febbraio rispetto a giugno.

Le differenti specie di DDT sono rilevabili solo in giugno, mentre i PCB raddoppiano nel mese di giugno rispetto agli altri valori.

Dalle analisi si sottolinea una correlazione positiva tra le concentrazioni di HCB, PCB, e DDT.

Non si nota nessun tipo di correlazione tra HCH e gli organo clorurati.

I metalli pesanti hanno un andamento opposto mostrando livelli più alti in Agosto rispetto agli altri mesi dell'anno.

In riferimento alla legislazione europea le concentrazioni di Pb superano il limite di 0.2 mg/kg.

Le analisi biochimiche effettuate sul fegato evidenziano un alto contenuto di glutastione nei mesi di Febbraio e Giugno rispetto ad Agosto. I dati sono confrontati con le analisi effettuate sulle branchie.

Il confronto tra le analisi chimiche e biochimiche rivelano un'attività elevata del GST negli esemplari che sono più a contatto coi sedimenti contaminati da PAH e altri xenobiotici.

Questo enzima risulta essere un utile biomarker per monitoraggio dell'inquinamento da sostanze organiche.

Le conclusioni portano ad identificare nel pesce gatto del Trasimeno una specie che accumula inquinanti e nella quale è possibile evidenziare i cambiamenti biochimici da essi derivati. Pertanto dall'analisi di questa specie si potrebbero ricavare informazioni utili per incrementare programmi di monitoraggio basati su biomarker.

Comparison of organochlorine pesticides, PCBS, and heavy metal contamination and of detoxifying response in tissues of *Ameiurus melas* from Corbara, Alviano, and Trasimeno lakes, Italy.

Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 78 463-468.

Elia A.C., Dorr A.J.M., Galarini R.

2007

L'accumulo di Cd, Hg, Pb, Cr, esaclorobenzene, γ -HCH, DDT, e PCB è stato analizzato nel muscolo del *Ameiurus melas* in tre laghi, Corbara, Alviano Trasimeno nello stesso periodo dell'anno. Le attività enzimatiche legate alla cascata della glutazione sono state analizzate nelle branchie, nel fegato e nei reni.

Il pesce gatto di Alviano presenta una contaminazione da DDT e PCB maggiore rispetto a quella dei pesci degli altri laghi, mentre mostra attività enzimatiche minori.

Dato l'alto coefficiente di ripartizione in etanolo \ acqua alcuni composti come DDT e HCB tendono a depositarsi nella porzione lipidica dei tessuti dei pesci che diventano così organismi sentinella per l'inquinamento degli ecosistemi acquatici.

L'interazione con inquinanti causa anche uno stress ossidativo che può essere valutato attraverso le variazioni dei sistemi antiossidanti (le cui componenti sono enzimi quali la glutazione perossidasi, la glutazione reduttasi, le catalasi la glutazione-s-trasferasi e la glicosidasi I)

Nel presente studio il pesce gatto *Ameiurus melas* è stato scelto per monitorare il contenuto di metalli pesanti, pesticidi organo clorurati, e PCB e soprattutto per identificare, tra i contaminanti, un marker per la contaminazione delle acque.

I risultati mostrano criticità solo per il biota proveniente dal lago di Alviano. Solo il cadmio (Cd) è presente solo nei campioni del Trasimeno. Il basso livello di OCP nel Trasimeno può essere spiegato dalla completa assenza di piante industriali nel bacino.

I dati biochimici nei differenti tessuti mostrano andamenti diversi e gli autori rimandano ad ulteriori analisi per supposizioni in merito.

Nel testo vengono riportate tabelle di dati analitici per le concentrazioni.

FAUNA ITTICA E PESCA

Messa a punto dello stato delle conoscenze ambientali di riferimento dell'area del Lago Trasimeno e definizione di un modello concettuale per un piano di gestione

Documenti

Task 1 - Raccolta e integrazione dei dati

Schede di sintesi delle pubblicazioni

Fauna ittica e pesca

A cura di: Elisabetta Ciccarelli
Laboratorio Multisito

Articoli

- **Il lago Trasimeno (Tre anni di studi idrobiologici).**
Quaderni di Biologia Sperimentale, 21, 1-225, 1958.
G. Moretti - 1958.
- **La fauna ittica del Lago Trasimeno: aggiornamento al 1988**
Riv. Idrobiol., 28, 1-2
M. Natali - 1989
- **Indagine sulla popolazione di lucci (*Esox lucius*) del Lago Trasimeno.**
Riv. Idrobiol., 28, 1-2 - M. Natali e L. Gennari - 1989.
- **I pesci del lago Trasimeno**
Provincia di Perugia
Natali M. - 1993
- **Sviluppo di semplici forme di acquacoltura nel Lago Trasimeno**
In Seminario su Il Lago Trasimeno
NATALI M. - 1998
- **Ipotesi per la modernizzazione e lo sviluppo della pesca.**
In Seminario su Il Lago Trasimeno
Natali M. - 1998
- **Sovrapposizione alimentare fra *Micropterus salmoides* Lacépède ed *Esox lucius* Linnaeus nel Lago Trasimeno (Umbria, Italia)**
Quaderni ETP, 28: 179-184
M. Lorenzoni, A.J.M. Dörr, R. Erba, G. Giovinazzo, S. Selvi, M. Mearelli - 1999
- **Progetto pilota per la modernizzazione e della pesca nel Lago Trasimeno**
Provincia di Perugia e dal Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia
dell'Università di Perugia – 2001
- **Progetto per la rivitalizzazione commerciale della pesca professionale del lago Trasimeno**
Provincia di Perugia e TSA - 2001
- **The growth of pike (*Esox Lucius* Linnaeus, 1798) in Lake Trasimeno (Umbria, Italy).**
Fisheries Research 59, 239-246.
M. Lorenzoni, M. Corboli, A.J. M. Dörr, M. Mearelli, G. Giovinazzo - 2002
- **Accrescimento, biologia riproduttiva e biologia della pesca del carassio dorato (*Carassius auratus* Linnaeus 1758) nel lago Trasimeno**
Lorenzoni M., Carosi A., Corboli M., Pedicillo G., Montanari I., Ghetti L., Natali M., Mezzetti A., Biscaro Parrini A. - 2005
- **Biology of *Procambarus clarkii* in lake Trasimeno**
Bull Fr. Pêche Piscic., 380-381(4): 1155-1170.
Dörr A., La Porta G., Pedicilli G., Lorenzoni M - 2006

Il lago Trasimeno (Tre anni di studi idrobiologici).

Quaderni di Biologia Sperimentale, 21, 1-225, 1958.

G. Moretti

1958.

I primi studi sulla fauna ittica lacustre risalgono agli inizi del novecento ad opera soprattutto di O. Polimanti, fondatore della Stazione idrobiologica del Trasimeno a Monte del Lago (O. Polimanti 1927-29, A. Gandolfi 1935, O. Polimanti 1944-45).

Nel lavoro Moretti cita diversi studi condotti in quell'anno: uno studio biometrico sul persico sole (*Eupomotis gibbosus* L.), un'inchiesta sulla biologia, sulla pesca, sul regime alimentare, sui parassiti e sul declino della pesca del "latterino" (*Atherina macho* Cuv.), uno studio del Dr. E. Aisa sulla lasca del Trasimeno (*Rutilus rubilio* Bp. *trasimenicus*) "ritenuto una buona razza locale dai sistematici" e accenna a possibili rapporti fra la diffusione di parassiti nei pesci e la presenza di uccelli acquatici ittiofagi.

Nello stesso lavoro vengono descritte morie di pesci per asfissia avvenute durante i mesi estivi negli anni 1952 e 1954, in coincidenza di perturbazioni atmosferiche accidentali: bufere di vento e tempeste estive che causarono forte ondità e portarono alla "perdita di rilevanti quintalaggi di pesce raccolto boccheggiante o deceduto in superficie".

Si parla di massive morie di lucci (*Esox lucius* L.), di persico sole (*Eupomotis gibbosus* L.) e persino di anguille (*Anguilla anguilla* L.).

Anche gli anni 1956 e, in minor misura, il 1957, furono caratterizzati da morie dovute al rapido diffondersi, nei mesi estivi, di una malattia a carico delle tinche (*Tinca tinca* L.): una proteobacillosi attribuibile a *Proteus vulgaris*. Tale batterio è in grado di provocare gravi enteriti anche nell'uomo, pertanto i pesci furono eliminati per evitarne la trasmissione, soprattutto ai bambini. L'insorgenza di tale epizoozia venne legata a fenomeni inquinanti e più precisamente "alla presenza di erbe maceranti nel fondo, al fango putrido, al mancato ricambio dell'acqua e all'inquinamento da sovrappiù carico di sostanze organiche nella zona della "valle" che, in quegli anni, andò incontro ad una imponente degenerazione palustre".

Prelievi eseguiti tra agosto ad ottobre del 1956 a S. Feliciano e tra S. Feliciano e Isola Polvese, in occasione di morie di pesci, permisero di rilevare un'ingente fioritura algale di *Microcystis aeruginosa* associata a *Euglena viridis*. La fioritura interessava tutto lo spessore dell'acqua dalla superficie al fondo ed appariva sia sotto forma di piccole sferule compatte, sia in grossi e flaccidi globi in disfacimento. La presenza consistente della cianoficea *M. aeruginosa* è legata a "fenomeni di elevata polluzione".

Lo sviluppo risulta inoltre favorito dalle elevate temperature estive (ottimali fra i 26-30°C), da valori di pH delle acque elevati (7,8-9,5), da un elevato contenuto di N e P e da una buona riserva di CO₂ atta a tenere disciolti i bicarbonati.

La zona della "valle" negli anni '60 inizia ad essere ridotta "a una plaga di sempre più modesta profondità, invasa da una fitta compagine di vegetazione sommersa". Si sono ormai innescate "tutte le sequenze chimiche e biologiche delle acque pollute: scomparsa più o meno completa dell'ossigeno disciolto, sviluppo di H₂S, CO₂, CH₄ ecc..., formazione di solfuri copiosi, forte gettito di sostanze in decomposizione, innalzamento del pH, presenza di fioriture algali, diffondersi di malattie, asfissia e moria di pesci. E' ben comprensibile come questo quadro si venga a presentare nel cuore dell'estate, quando maggiormente si fanno sentire le conseguenze di tutti i fattori sotto il maggiore riscaldamento delle acque e per effetto del grande rigoglio della flora acquatica. E' proprio il concomitante sovrapporsi dei processi degenerativi, che inevitabilmente conseguono alle ipertrofizzazioni palustri, ciò che rende di difficile decifrazione il complesso concatenamento dei fenomeni. " Parrebbe di poter dedurre che i più evidenziabili condizionatori della proteobacillosi delle tinche siano le eccedenti riserve di materiale in decomposizione dell'acqua; che i fenomeni di asfissia dei lucci e dei persi cacci siano da imputare alla caduta durante la notte del tasso di ossigeno e alla fioritura della cianoficea *M. aeruginosa* e al rilascio di idrogeno solforato in seguito al rimescolamento del fondo putrido e

anossico. La polluzione derivante da ipertrofia catabolica risulta responsabile dei danni registrati a carico della fauna ittica, in quanto nessuno dei singoli fattori da solo riesce ad arrecare danno ai pesci.

La fauna ittica del Lago Trasimeno: aggiornamento al 1988

Riv. Idrobiol., 28, 1-2

M. Natali

1989

Nello studio vengono esposti i dati relativi al censimento della fauna ittica del Trasimeno, effettuato in collaborazione con i pescatori professionisti, attraverso un'attenta analisi del pescato protratta per circa tre anni. In base alle osservazioni effettuate, la popolazione ittica del Lago risulta composta da 19 specie. Per ognuna di esse l'autore fornisce un inquadramento di tipo sistematico e una descrizione con importanti informazioni sull'abbondanza, sul valore commerciale, sulla provenienza, sulle abitudini alimentari e riproduttive ecc.... Nel lavoro vengono inoltre evidenziate le variazioni più significative registrate, a carico della fauna ittica, nei venti anni trascorsi dal precedente censimento, effettuato nel 1966 da G.P. Moretti e F. S. Gianotti.

Indagine sulla popolazione di lucci (*Esox lucius*) del Lago Trasimeno.

Riv. Idrobiol., 28, 1-2

M. Natali e L. Gennari

1989.

Il presente lavoro riporta i dati relativi ad uno studio condotto nel 1987 su 550 esemplari di luccio catturati nel Lago Trasimeno e pervenuti al Centro Ittiogenico per effettuare la riproduzione artificiale. Le larve e i luccetti così prodotti vengono rimessi nel lago per il ripopolamento.

Il luccio è una delle specie ittiche tipiche del lago. I dati più importanti ottenuti riguardano le dimensioni e l'età. La taglia media dei lucci catturati è risultata piuttosto ridotta (650g di peso, 41 -45 cm di lunghezza). Ci si trova di fronte quindi ad una popolazione giovane. Tali risultati inducono a pensare ad una situazione di sovrapesca che impedisce ai lucci di raggiungere l'età e le dimensioni riportate in letteratura (20-30 anni , 120 cm di lunghezza-fino a 20Kg di peso). Dallo studio emerge la necessità di adottare provvedimenti mirati alla salvaguardia della specie come l'innalzamento della misura minima pescabile (fissata a 35cm) e misure più restrittive riguardanti i periodi di chiusura della pesca.

I pesci del lago Trasimeno

Provincia di Perugia

Natali M.

1993

Si tratta di un atlante fotografico di facile consultazione che consente anche a non esperti il riconoscimento delle diverse specie di pesci presenti nel Lago Trasimeno.

Contiene una breve presentazione riguardante l'ambiente lacustre e la pesca, 19 tavole ognuna con la foto dal vivo della specie presa in considerazione e una descrizione riepilogativa delle principali caratteristiche: Nome scientifico, Nome locale, Provenienza, Habitat, Abitudini e comportamento, Alimentazione, Riproduzione, Dimensioni, Interesse per la pesca.

Sviluppo di semplici forme di acquacoltura nel Lago Trasimeno

In Seminario su Il Lago Trasimeno

NATALI M.

1998

Nel lavoro viene preso in considerazione lo sviluppo sul lago Trasimeno di tecniche di acquacoltura a basso impatto ambientale , per attuare l'allevamento in ambiti confinati (gabbie galleggianti o recinti) di specie ittiche di interesse commerciale, senza alterare le popolazioni selvatiche. La produzione, derivante dall'allevamento con tali sistemi di specie prelevate nel lago allo stadio giovanile (es. pesce gatto) o prodotte nel Centro Ittiogenico del Trasimeno (carpa, carpa erbivora ecc..), potrebbe andare ad integrare la quota di pescato derivante dalla pesca tradizionale.

Il limite principale per l'uso di tali sistemi è rappresentato dalla scarsa profondità del lago che impone un adeguato ricambio idrico e l'ossigenazione delle gabbie.

Ipotesi per la modernizzazione e lo sviluppo della pesca.

In Seminario su Il Lago Trasimeno

Natali M.

1998

Il numero di addetti alla pesca professionale nel Lago Trasimeno ha subito un costante declino riducendosi a meno di 100 unità, con un'età media prossima ai settanta anni. Tale fenomeno non è imputabile tanto ad una diminuita pescosità del lago ma soprattutto alla durezza e l'incertezza del lavoro. Sarebbe opportuno pertanto progettare e favorire una trasformazione e modernizzazione della pesca, in modo da renderla più remunerativa ed adatta ai giovani.

Nel lavoro viene presa in considerazione la possibilità di integrare i sistemi di pesca tradizionali, tutti di tipo passivo, con un sistema di pesca attivo mediante apparecchi di cattura pesci elettrici, già sperimentati per la cattura della fauna ittica a fini scientifici. Tale sistema permetterebbe la cattura di pesci vivi senza danneggiarli, che potrebbero essere utilizzati anche per il ripopolamento e per il mercato della pesca sportiva. L'utilizzo di tale attrezzatura si addice inoltre ad una nuova categoria di giovani pescatori.

Sovrapposizione alimentare fra *Micropterus salmoides* Lacépède ed *Esox lucius* Linnaeus nel Lago Trasimeno (Umbria, Italia)

Quaderni ETP, 28: 179-184

M. Lorenzoni, A.J.M. Dörr, R. Erba, G. Giovanazzo, S. Selvi, M. Mearelli
1999

Il persico trota (*Micropterus salmoides*) è una delle specie esotiche introdotte nel lago Trasimeno in espansione, in quanto ha trovato le condizioni ambientali favorevoli per l'accrescimento e la riproduzione. Tale specie potrebbe entrare in competizione con il luccio (*Esox lucius*) la cui popolazione risulta in progressiva diminuzione. Per tale motivo è stata svolta un'indagine per approfondire le conoscenze sul regime alimentare di queste due specie. L'alimento preferito sia per il persico trota (182 esemplari esaminati), che per il luccio (131 esemplari) è il crostaceo decapode *Palemonetes antennarius*. I risultati della ricerca non permettono di escludere una sovrapposizione alimentare fra le due specie e confermano la possibile diffusione della specie esotica a danno del luccio.

Progetto pilota per la modernizzazione e della pesca nel Lago Trasimeno

Provincia di Perugia e dal Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università di Perugia
2001

Il lavoro riporta i dati relativi ad una ricerca promossa dalla Provincia di Perugia che ha come obiettivo la messa a punto di un protocollo tecnico per l'utilizzazione della pesca elettrica nel lago Trasimeno, come sistema di prelievo ai fini economici e di monitoraggio delle popolazioni ittiche. Dopo una dettagliata descrizione generale della pesca elettrica e delle sue caratteristiche, viene riportata la metodologia seguita per attuare le operazioni di cattura con tale sistema in 29 stazioni del Lago nei mesi di luglio-agosto e settembre 2001. I risultati ottenuti evidenziano che gli 812 esemplari catturati appartengono a 13 diverse specie. Quelle dominanti sono 3 che complessivamente rappresentano il 91% del totale (il 44% *Micropterus salmoides*, il 27% *Carassius auratus*, il 20% *Lepomis gibbosus*, il restante 9% dalle altre specie). Gli autori dello studio sperimentale precisano che va evitato di generalizzare il risultato per trarre conclusioni rispetto alla composizione della comunità ittica del lago ed in particolare alla sua struttura trofica. Nei risultati vengono riportati numerosi dati relativi all'efficacia sulle diverse specie delle varie tipologie di elettrodi sperimentati e, vengono presi in considerazione i possibili effetti negativi dei trattamenti elettrici come la mortalità o danni su altri organismi acquatici.

Progetto per la rivitalizzazione commerciale della pesca professionale del lago Trasimeno
 Provincia di Perugia e TSA
 2001

Nel progetto, frutto del lavoro di diverse figure professionali esperte sulla fauna ittica, sono riportate informazioni relative alle importanti modificazioni subite dalla popolazione ittiche lacustri nel corso degli anni, indotte dalle attività di pesca, da pratiche di ripopolamento, da introduzioni intenzionali o accidentali di nuove specie esotiche.

In particolare vi si trovano raccolti i dati sulle specie presenti nel 1966 (**Moretti e Gianotti, 1966**) e nel 1993 (**Natali, 1993**).

In tabella 1, sono riepilogate l'elenco delle specie riscontrate nel L. Trasimeno in tali anni, mentre in tabella 2 è riportato l'elenco delle specie, distinte in indigene, esotiche acclimatate ed esotiche non acclimatate.

Tab. 1 – Quadro delle specie ittiche rinvenute nel L. Trasimeno dal 1966 -1993.

| Famiglia | 17 specie appartenenti a 9 diverse famiglie (Moretti e Gianotti, 1966) | 19 specie appartenenti a 10 diverse famiglie (Natali, 1993) |
|-----------------|---|---|
| ESOCIDE | <i>Esox lucius</i> L. | <i>Esox lucius</i> L. |
| CYPRINIDAE | <i>Rutilus rubilio</i> Bp. <i>Leuciscus cephalus</i> L. <i>Tinca tinca</i> L. <i>Scardinius erythrophthalmus</i> L. <i>Cyprinus carpio</i> L. | <i>Leuciscus cephalus</i> L. <i>Tinca tinca</i> L. <i>Scardinius erythrophthalmus</i> L. <i>Cyprinus carpio</i> L. <i>Alburnus alburnus alborella</i> De F. <i>Carassius auratus</i> L. <i>Ctenopharyngodon idellus</i> Val. <i>Pseudorasbora parva</i> Schlegel |
| COBITIDAE | <i>Cobitis taenia</i> L. <i>Sabanejewia larvata</i> De Fil. | <i>Cobitis taenia</i> L. |
| IACTALURIDAE | - | <i>Ictalurus melas</i> Raf. |
| ANGULLIDAE | <i>Anguilla anguilla</i> L. | <i>Anguilla anguilla</i> L. |
| POECILIDAE | <i>Gambusia holbrooki</i> Gir | <i>Gambusia holbrooki</i> Gir. |
| MUGILIDAE | <i>Mugil cephalus</i> L. <i>Liza ramada</i> Risso <i>Liza aurata</i> Risso <i>Chelon labrosus</i> Risso | |
| ATHERINIDAE | <i>Atherina boyeri</i> Risso | <i>Atherina boyeri</i> Risso |
| PERCIDAE | <i>Perca fluviatilis</i> L. | <i>Perca fluviatilis</i> L. |
| CENTRARCHIDAE | <i>Lepomis gibbosus</i> L. | <i>Lepomis gibbosus</i> L. <i>Micropterus salmoides</i> Lac. |
| GOBIDAE | | <i>Knipowitschia panizzai</i> Verga <i>Pomatoschistus canestrini</i> Ninni |

Tab. 2 Distinzione delle specie rinvenute nel L. Trasimeno secondo quanto proposto da Delmastro(1986).

| Famiglia | Specie rinvenute nel L. Trasimeno dal 1966 al 1993. | Nome comune | Provenienza |
|---------------|---|--|--|
| ESOCIDE | <i>Esox lucius</i> L. | Luccio | Indigena |
| CYPRINIDAE | <i>Rutilus rubilio</i> Bp. <i>Leuciscus cephalus</i> L. <i>Tinca tinca</i> L. <i>Scardinius erythrophthalmus</i> L. <i>Cyprinus carpio</i> L. <i>Alburnus alburnus alborella</i> De F. <i>Carassius auratus</i> L. <i>Ctenopharyngodon idellus</i> Val. <i>Pseudorasbora parva</i> Schlegel | Rovella o lasca Cavedano Tinca Scardola Carpa Alborella Carassio dorato Carpa erbivora Pseudorasbora | Indigena Indigena Indigena Indigena Esotica acclimatata Esotica acclimatata Esotica acclimatata Esotica non acclimatata Esotica acclimatata |
| COBITIDAE | <i>Cobitis taenia</i> L. <i>Sabanejewia larvata</i> De Fil. | Cobite Cobite mascherato | Esotica acclimatata Esotica acclimatata |
| IACTALURIDAE | <i>Ictalurus melas</i> Raf.. | Pesce gatto | Esotica acclimatata |
| ANGULLIDAE | <i>Anguilla anguilla</i> L. | Anguilla | Indigena |
| POECILIDAE | <i>Gambusia holbrooki</i> Gir | Gambusia | Esotica acclimatata |
| MUGILIDAE | <i>Mugil cephalus</i> L. <i>Liza ramada</i> Risso <i>Liza aurata</i> Risso <i>Chelon labrosus</i> Risso | Cefalo Cefalo calamita Cefalo dorato Cefalo labbrone | Esotica non acclimatata Esotica non acclimatata Esotica non acclimatata Esotica non acclimatata |
| ATHERINIDAE | <i>Atherina boyeri</i> Risso | Latterino | Esotica acclimatata |
| PERCIDAE | <i>Perca fluviatilis</i> L. | Persico reale | Esotica acclimatata |
| CENTRARCHIDAE | <i>Lepomis gibbosus</i> L. <i>Micropterus salmoides</i> Lac. | Persico sole Persico trota | Esotica acclimatata Esotica acclimatata |
| GOBIDAE | <i>Knipowitschia panizzai</i> Verga <i>Pomatoschistus canestrini</i> Ninni | Ghiozzetto di laguna Ghiozzetto di Canestrini | Esotica acclimatata Esotica acclimatata |

Da un'analisi del lavoro emergono una serie di importanti considerazioni sulla composizione specifica e sull'evoluzione della fauna ittica del L. Trasimeno.

- Le specie autoctone, sono solo sei: il luccio (*Esox lucius* L.), che la tradizione vuole essere stato immesso seicento anni or sono (nel 1358) dai Senesi per far danno ai Perugini, il cavedano (*Leuciscus cephalus* L.), la tinca (*Tinca tinca* L.) che popola da sempre il lago, la scardola (*Scardinius erythrophthalmus* L.), l'anguilla (*Anguilla anguilla* L.) e la rovella o lasca (*Rutilus rubilio* Bp.).

- Tra le specie indigene si è estinta la rovella detta anche “laschina del lago” che rivestiva un ruolo non indifferente nelle quote di pescato (Gianotti,1962); l’ultimo reperimento della specie in lavori scientifici risale allo studio di Moretti e Gianotti del 1966. Le motivazioni di tale scomparsa non sono del tutto chiare; potrebbero essere attribuite a fenomeni di eutrofia come pure a fenomeni di competizione-predazione causati da specie alloctone come il persico sole (*Lepomis gibbosus* L.). Anche il cobite mascherato (*Sabanejewia larvata* De Fil.) non è più stato segnalato nelle acque lacustri (Natali,1989).
- Tra le specie esotiche prevalgono quelle acclimatate cioè in grado di riprodursi nel lago (14 specie), rispetto a quelle non acclimatate (5 specie), Tab.2.
- Delle specie non acclimatate, 4 appartengono alla famiglia dei Mugilidae (*Mugil cephalus* L., *Liza ramada* Risso, *Liza aurata* Risso, *Chelon labrosus* Risso) i cui ripopolamenti sono cessati ormai da anni (da Natali nel 1993 non sono stati rinvenuti). La carpa erbivora (*Ctenopharyngodon idellus* Val) è l’ unica specie rimasta, ma anche per questa sono state interrotte le semine per cui è destinata anch’essa a scomparire dal lago.
- Le specie acclimatate sono giunte al lago in massima parte in modo accidentale, infatti ad esclusione del persico reale, della carpa e della gambusia, tutte le altre specie sono presenti in seguito ad introduzioni involontarie.
- Per la carpa la prima introduzione sembra essere avvenuta già nel 1710 dal Lago di Bolsena (Stella,1949), il persico sole, persico reale, gambusia e latterino sono stati immessi negli anni ’20, ma è soprattutto a partire dagli anni ’60 che nella comunità ittica si registrano i maggiori cambiamenti. La lista delle specie esotiche acclimatata si è arricchita per la presenza di pesce gatto, carassio dorato, pseudorasbora, ghiozzetto di Canestrini ed alborella il cui rapido incremento numerico costituisce un problema per le poche specie autoctone che potrebbero risultare svantaggiate per competizione e predazione.
- Una delle ultime specie esotiche comparse nel lago è il persico trota (*Micropterus salmoides* Lac.), specie ittica originaria degli Stati Uniti sud orientali, comparso alla fine degli anni ’80 (Natali,1993). Questa specie ha trovato condizioni ambientali particolarmente favorevoli all’accrescimento ed alla riproduzione, tanto da colonizzare progressivamente tutto lo specchio lacustre. Una ricerca condotta da Lorenzoni et al., 1999, ha mostrato come la sovrapposizione della dieta del persico trota con quella del luccio risulta molto elevata e tale da far pensare ad una forte interazione negativa fra le due specie predatrici ittiofaghe. Tale competizione potrebbe causare pertanto un ulteriore depauperamento del luccio.
- Una parentesi viene aperta anche per il carassio (*Carassius auratus* L.), specie esotica, non destinata al consumo alimentare a livello regionale. La sua immissione nel Lago Trasimeno è stata accidentale, la sua presenza è aumentata in modo esponenziale a discapito di tutte le altre specie. Per tale motivo la Provincia ne ha incentivato la pesca e l’allontanamento dal lago.
- La famiglia più rappresentata è quella dei Ciprinidi, con 8 specie (1993) quali: scardola (*Scardinius erythrophthalmus* L.), cavedano (*Leuciscus cephalus* L.), tinca (*Tinca tinca* L.), carpa (*Cyprinus carpio* L.), alborella (*Alburnus alburnus alborella* De F.), carassio dorato (*Carassius auratus* L.), carpa erbivora (*Ctenopharyngodon idellus* Val.) e Pseudorasbora (*Pseudorasbora parva* Schlegel). I Ciprinidi ben si adattano alle caratteristiche di lago laminare ed eutrofo del Trasimeno.

Nel Progetto sono riportati inoltre, dati sull'andamento pescato (valori annuali in quintali del pescato complessivo dal 1959 al 1992 e dal 1999 al 2000) e sulla sua composizione, forniti dal Consorzio Pesca ed Acquicoltura del Trasimeno, che fanno apprezzare le profonde modifiche della produttività del lago e della composizione specifica della fauna ittica nel corso degli anni.

- Nel periodo 1963-70 il pescato subisce un incremento notevole, con punte pari ad oltre il triplo dei valori degli otto anni precedenti (1956-63), quando il lago raggiunse il massimo degrado ambientale (profondità massima inferiore ai 3 metri, instaurazione di condizioni distrofe tipiche di ambienti palustri). Fino al 1970, con fasi alterne, si mantiene su livelli elevati mentre negli anni successivi si registra una brusca caduta. Tale andamento ricalca le variazioni di livello del lago nello stesso periodo ed evidenzia lo stretto rapporto fra condizioni ambientali e livello produttivo del lago (*La pesca nel Lago Trasimeno: note ambientali e produttive del venticinquennio 1956-80* M. Mearelli -1985). A partire dagli anni '70 fino al 2000 si assiste ad un sensibile decremento del quantitativo di pesce prelevato, (da oltre 14000 quintali si arriva a meno di 1.500 quintali).
- Per quanto riguarda la composizione in specie del pescato, nel quadriennio 1960-63 tre specie autoctone: tinca, anguilla e luccio rappresentavano ben il 60% del pescato. La specie più catturata era il persico sole che da solo ricopriva quasi il 30% del prelievo ittico.
- Nel 1990 la situazione appare radicalmente cambiata: la tinca appare al primo posto fra le specie prelevate, mentre il persico sole è praticamente scomparso dalle catture (0,16%). Fra le specie indigene la scardola è quella che maggiormente ha incrementato la propria quota. (da 1,92% a 22,34 %) grazie probabilmente ad una scarsa pressione di pesca e dalla maggiore eutrofizzazione delle acque. Il luccio risulta fortemente diminuito dal 17,98% all'1,06%, mentre il cavedano non viene più pescato. Tra le specie introdotte persico reale e latterino sono quelle che registrano un forte incremento , il primo passa dallo 0,06% al 16,52% e il secondo dal 3,05% al 15,73%. Pesce gatto e persico trota ,prima assenti ,compaiono nel 1990 e subiranno un forte incremento negli anni successivi
- Nel biennio 1999-2000, e le specie ittiche di interesse maggiore sono : anguilla, carpa comune, luccio, latterino, persico reale, persico sole, tinca e cefalo, fra queste la tinca e il latterino, sono quelle maggiormente catturate.
La diminuzione del pescato non sembra dipendere da un effettivo decremento della risorsa ittica, poiché negli ultimi decenni si è assistito ad un progressivo aumento di specie ittiche alloctone, di basso valore commerciale, ottimamente acclimatate nel lago tanto da essersi riprodotte cospicuamente.
Una causa della riduzione del pescato potrebbe essere attribuita al diminuito interesse per il settore da parte dei giovani.

In conclusione vengono fatti degli accenni alle problematiche relative alla gestione della fauna ittica ed appare evidente la necessità di un riordino del settore, che individui nuovi criteri di intervento e regolamentazione per uno sfruttamento più razionale delle risorse,rispettando le vocazioni del lago. L'obiettivo è quello di superare le immissioni incontrollate di nuove specie ittiche penalizzando quelle autoctone senza ottenere risultati produttivi interessanti. Emerge la necessità di una programmazione unitaria degli interventi nel settore della pesca professionale ed una gestione compatibile con la conservazione delle caratteristiche naturali del lago.

The growth of pike (*Esox Lucius Linnaeus, 1798*) in Lake Trasimeno (Umbria, Italy).

Fisheres Research 59, 239-246.

M. Lorenzoni, M. Corboli, A.J. M. Dörr, M. Mearelli, G. Giovinazzo

2002

Lo studio riguarda la crescita della popolazione del luccio (*Esox Lucius L.*) nel Lago Trasimeno. Sono stati eseguiti due campionamenti mensili dal maggio 1993 al 1994 e da Febbraio ad Aprile 1998 che hanno permesso la cattura di un totale di 166 campioni. La popolazione esaminata è risultata costituita da 45 maschi e 79 femmine, distribuiti in nove classi di età. I risultati dell'analisi di regressione tra la lunghezza totale e il peso, non hanno evidenziato una differenza significativa fra i due sessi. Nella popolazione del Lago è stata riscontrata per le classi di età di 2-3-4 anni, una mortalità differenziale, che favorisce la sopravvivenza degli individui di maggiori dimensioni. La competizione tra il luccio e la specie esotica persico trota (*Micropterus salmoides Lac.*), recentemente introdotta nel Trasimeno, potrebbe spiegare la mortalità differenziale del luccio, soprattutto per i campioni di dimensioni minori durante la stagione invernale.

Accrescimento, biologia riproduttiva e biologia della pesca del carassio dorato (*Carassius auratus* Linnaeus 1758) nel lago Trasimeno

Lorenzoni M., Carosi A., Corboli M., Pedicillo G., Montanari I., Ghetti L., Natali M., Mezzetti A.,
Biscaro Parrini A.

2005

Lo studio rappresenta un importante approfondimento sulla biologia del *Carassius auratus* L., una delle ultime specie esotiche introdotte nel Lago Trasimeno. L'interesse per tale specie non può che essere notevole in quanto risulta essere una specie estremamente invasiva per via della sua capacità di tollerare condizioni ambientali estreme, della sua elevata fecondità e dell'ampio spettro alimentare.

In pochi anni il carassio dorato è diventata la specie ittica più abbondante del lago e costituisce una minaccia per i ciprinidi indigeni, con i quali compete per il cibo.

La sua esplosione demografica ha sicuramente influito in maniera negativa sulle condizioni della comunità ittica lacustre, soprattutto sull'abbondanza delle specie d'importanza commerciale. Il carassio dorato, che non riveste un'elevata importanza commerciale, costituisce numerosi disagi nelle operazioni di cattura e di raccolta del pesce. Sono stati pertanto messi in atto numerosi programmi di contenimento ed eradicazione.

I risultati ottenuti dalla ricerca forniscono indicazioni utili sui possibili interventi, peraltro molto articolati, finalizzati al contenimento del carassio dorato e quindi alla riduzione negli impatti che esso produce sulla comunità ittica del Lago Trasimeno. Questi provvedimenti presuppongono l'adozione di misure più dirette, attraverso l'innalzamento dei livelli idrologici del Lago Trasimeno e lo sfruttamento economico del carassio dorato, anche se parziale, mediante le cooperative di pesca professionale.

Un'azione di contenimento si potrebbe attuare, ad esempio, attraverso la pesca dei carassi adulti con l'elettrostorditore immediatamente prima oppure durante il periodo riproduttivo. In questo periodo, infatti, la specie risulta più vulnerabile poiché concentrata in acque poco profonde e più facilmente raggiungibili (depone le sue uova sulla vegetazione sommersa). Sinergicamente all'azione diretta, si potrebbe attuare un'azione indiretta potenziando quelle specie (ad esempio luccio, persico reale ecc), capaci di contrastare, con le loro azioni predatorie, i carassi dorati più giovani.

Biology of *Procambarus clarkii* in lake Trasimeno

Bull Fr. Pêche Piscic., 380-381(4): 1155-1170.

Dörr A., La Porta G., Pedicilli G., Lorenzoni M

2006

L'obiettivo di questo studio è stato quello di avere maggiori informazioni sulla biologia del *Procambarus clarkii* e di analizzare i motivi della sua rapida espansione nel Lago Trasimeno.

I campioni di entrambi i sessi (544 maschi e 624 femmine) sono stati raccolti da ottobre 2000 a novembre 2001 e durante questo periodo di campionamento sono stati registrati alcuni parametri fisici del Lago Trasimeno quali la temperatura dell'acqua e il livello idrologico.

Lo studio è stato eseguito con frequenza mensile al fine di valutare il periodo riproduttivo di questa specie.

Sono stati analizzati 1168 campioni in base al colore, al sesso, al peso e alla lunghezza e inoltre nelle femmine è stata valutata la maturazione sessuale della gonade.

I risultati di questo studio dimostrano che la popolazione è in espansione e conseguentemente che il lago Trasimeno è un ottimo habitat per questa specie.

FAUNA

Messa a punto dello stato delle conoscenze ambientali di riferimento dell'area del Lago Trasimeno e definizione di un modello concettuale per un piano di gestione

Documenti

Task 1 - Raccolta e integrazione dei dati

Schede di sintesi delle pubblicazioni

Fauna

A cura di: Fedra Charavgis
Dipartimento provinciale di Perugia

Articoli

- **I mammiferi del Parco del Lago Trasimeno**
Parco del Lago Trasimeno
Mariani M., Lazzerini G., Cecchetti A. - 2007

I mammiferi del Parco del Lago Trasimeno

Parco del Lago Trasimeno

Mariani M., Lazzerini G., Cecchetti A.

2007

Scopo del lavoro è quello di raccogliere informazioni sui mammiferi del Parco del lago Trasimeno, di capire lo status conservazionistico della comunità al fine di proporre interventi gestionali mirati e confrontare i dati raccolti con quelli degli anni precedenti.

Per l'indagine è stato utilizzato il **metodo naturalistico**, caratterizzato dalle seguenti tecniche di studio:

- raccolta informazioni (ricerca bibliografica, interviste dirette o indirette, ricerca e osservazione di raccolte faunistiche locali)
- rilevamenti diretti (ricerca e appostamenti diurni e/o notturni, ascolto con o senza riproduzione e registrazione di vocalizzazioni) e indiretti (rilievo di orme, piste e tracce e raccolta di depositi fecali, boli o borre).
- rilievi su esemplari in carne

I reperti rinvenuti attribuibili inequivocabilmente ad uno unico taxon vengono definiti Indici di Presenza e permettono di calcolare l'Indice Chilometrico di Abbondanza, che è dato dal rapporto tra gli indici di presenza e i chilometri percorsi. L'indice può essere calcolato per ogni singola specie relativamente ad un transetto o a tutta l'area di studio.

Il lavoro è stato suddiviso in due fasi: nella prima fase (novembre 2005 a gennaio 2006), è stata effettuata la ricerca bibliografica per la compilazione di schede descrittive dei mammiferi potenzialmente presenti nell'area del Parco del lago Trasimeno. Tali schede contengono una descrizione delle principali caratteristiche morfologiche, ecologiche e conservazionistiche delle specie. La seconda fase è caratterizzata dall'attività di campo vera e propria (maggio-luglio 2006), finalizzata alla verifica della presenza delle specie potenzialmente presenti e nel corso della quale sono stati identificati 11 transetti di lunghezza compresa tra 5 e 13 km.

Il lavoro di campagna ha rilevato la presenza di 15 taxa di mammiferi: 2 specie dell'ordine Insettivori (riccio e talpa romana), due dell'ordine Roditori (nutria e istrice) e tre appartenenti all'ordine dei Lagomorfi (coniglio selvatico, lepre e minilepre). Per quanto riguarda l'ordine dei Carnivori, sono state rilevate una specie della famiglia dei Canidi (volpe) e tre taxa appartenenti alla famiglia dei Mustelidi (tasso, donnola e il genere *Martes*, per il quale non è stato possibile attribuire l'indice di presenza alla faina o alla martora). Tra i Felidi è stata rilevata la specie *Felis silvestris* e per l'ordine degli artiodattili ungulati cinghiale e capriolo.

La minilepre, il coniglio selvatico e il capriolo sono risultate specie inattese, ossia la cui presenza non era stata documentata nel territorio studiato.

Dall'analisi dei dati emerge che tre taxa sono i più diffusi e ubiquitari: l'istrice, la volpe e la nutria. Quest'ultima, in particolare, è la specie di maggior impatto ecologico presente nel parco, essendo un roditore estremamente adattabile e dannoso per l'ecosistema lacustre, le attività agricole e gli argini dei fiumi, senza alcun interesse venatorio o economico, privo di predatori naturali e non sottoposto ad un controllo numerico efficace. Si propone di riprendere una campagna di trappolamento intensivo.

Altra specie la cui presenza è significativa è il cinghiale, soprattutto nella parte sud occidentale del parco (tratto di sponda che comprende l'Oasi la Valle e le aree circostanti). La sua diffusione in questa zona è legata alla presenza di una vasta area di canneto in stato di abbandono e all'interdizione della caccia. Le conseguenze si riflettono sia sull'habitat della sponda lacustre sia sulle coltivazioni agricole. Si propone l'abbattimento selettivo degli individui dannosi, il trappolamento mediante recinti di cattura e la reintroduzione di tecniche di gestione tradizionali del fragmiteto.

Da segnalare, infine, la presenza del gatto domestico (Isola Polvere e Maggiore), che incide negativamente sulla comunità di vertebrati, di cui è predatore.

Nella parte finale l'Autore ritiene necessario realizzare un progetto sulla reintroduzione della lontra, un tempo abitante di questa zona e ora estinta.

Sebbene il lavoro sopra descritto sia il più recente e aggiornato sui mammiferi del lago Trasimeno, sarebbe importante recuperare anche le pubblicazioni elencate di seguito per poter ricostruire un quadro più ampio sulla fauna presente nel territorio del lago:

- GIANOTTI F.S. Mortalità delle rane verdi (*Rana esculenta* L.) dopo i trattamenti insetticidi lungo le sponde del lago Trasimeno. *Rivista di Biologia*, 50(3), 269-277, 1958.
- GIANOTTI F.S. Cause presuntive della mortalità delle rane verdi (*Rana esculenta* L.) dopo i trattamenti insetticidi lungo le sponde del Lago Trasimeno. *Atti delle V Giornate Veterinarie sui prodotti della Pesca*: 211-218, Ancona 1958.
- MORETTI G.P. La fisionomia zoologica attuale del lago Trasimeno. *Annuario Università Studi Perugia*, 1-16, 1964-65.
- TATICCHI M.I. Vicende stagionali delle comunità litoranee del lago Trasimeno (1963-1965). *Rivista di Idrobiologia*, 7(3), 195-302, 1968.
- MORETTI G.P., GIANNOTTI S. Le condizioni biologiche attuali del lago Trasimeno. Perugia. 1968

FITOPLANCTON E ZOOPLANCTON

Messa a punto dello stato delle conoscenze ambientali di riferimento dell'area del Lago Trasimeno e definizione di un modello concettuale per un piano di gestione

Documenti

Task 1 - Raccolta e integrazione dei dati

Schede di sintesi delle pubblicazioni

Fitoplancton e zooplancton

A cura di: Fedra Charavgis,
e Rosalba Padula
Dipartimento provinciale di Perugia
Margherita Di Brizio
Laboratorio Multisiti

Articoli

- **Popolamenti planctonologici**
In: Ragguagli sulle condizioni fisiche, chimiche, planctonologiche e bentoniche del Lago Trasimeno
M.I. Taticchi - 1971
- **Fluttuazione stagionale della densità e della biomassa fitoplanctonica del lago Trasimeno (luglio 1976-agosto 1977)**
Rivista di Idrobiologia, 16: 297-330
Trevisan R. – 1977
- **Confronto di facies mesoplanctoniche degli anni 1956-1978, del lago Trasimeno**
Rivista di Idrobiologia, 19(3), 637-659
Mantilacci L. - 1980
- **Le diatomee del lago Trasimeno: sistematica ed ecologia**
Rivista di Idrobiologia, 23(1), 1-112
Granetti B. - 1984
- **Analisi della comunità planctonica nel lago Trasimeno (luglio-dicembre 1987)**
Rivista di Idrobiologia, 26(1/3): 33-55.
Mantilacci L., Lorenzoni M. - 1987
- **Indagine biennale (1987-1988) sulla popolazione di *Daphnia* (Cladocera) nel lago Trasimeno** Rivista di Idrobiologia, 28(1/2): 69-99
Taticchi M.I., Cioffini A., Isa C., Bartoli A. - 1989
- **Il Lago Trasimeno**
Rivista di Idrobiologia , 29, 376-377
Mearelli M., Lorenzoni M., Mantilacci L. - 1990
- **Contributo alla florula desmidiologica della zona litoranea del lago Trasimeno**
Rivista di Idrobiologia, 31; 95-106, 1992.
Biondi C., Dell'uomo A. - 1992
- **Studi sul lago Trasimeno e altri corpi d'acqua nella regione Umbria**
M. I. Taticchi
In: Guilizzoni P., G. Tartari, G. Giussani (Eds)
Limnology in Italy
Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, 50: 295-317. - 1992
- **Planktonic interactions and their role in describing the trophic status of a shallow lake in Central Italy (Lago Trasimeno)**
Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, 53, 125-139.
W. Hamza., Pandolfi P., Taticchi M.I. - 1995
- **Diversità nel popolamento zooplanctonico negli ultimi trent'anni**
In: Seminario sul lago Trasimeno
M.I. Taticchi, A. Venturi, P. Pandolfi - 1998
- **Problematiche per la tutela igienico-sanitaria delle acque del lago Trasimeno**
Di Brizio Margherita - Correlatore Cingolani Linda – 1998
- **Il problema ambientale e sanitario delle fioriture di cianobatteri nel lago Trasimeno.**
ISE, CNR
Ventura S. - 2003

- **Il problema ambientale e sanitario delle fioriture di cianobatteri nel lago Trasimeno.**
Istituto Superiore di Sanità
Funari E. - 2003
- **Primo rapporto su *Cylindrospermopsis raciborskii* in Italia.**
Harmful Algae News, 28: 8-9
G. Manti, D. Mattei, V. Messineo, S. Melchiorre, S. Bogialli, N. Sechi, P. Casiddu, A. Luglié, M. Di Brizio, M. Bruno. - 2005
- **First report of *Cylindrospermopsis raciborskii* in Italy.**
Harmful Algae News, 28; 8-9
G. Manti, D. Mattei, V. Messineo, S. Melchiorre, S. Bogialli, N. Sechi, P. Casiddu, A. Luglié, M. Di Brizio, M. Bruno. - 2005
- **Eutrofizzazione del Lago Trasimeno: il problema delle fioriture algali (2007)**
Atti 14° Convegno di igiene Industriale. Corvara (BZ) 1-4 aprile 2008
Cingolani L., Padula R., Di Brizio M., Ciccarelli E. - 2008

POPOLAMENTI PLANCTONOLOGICI

In: Ragguagli sulle condizioni fisiche, chimiche, planctonologiche e bentoniche del Lago Trasimeno
M.I. Taticchi
1971

Nel lavoro vengono presentati i risultati del campionamento delle popolazioni planctonologiche del lago Trasimeno, effettuato nel periodo febbraio 1969-febbraio 1970. Obiettivo dell'indagine è quello di conoscere l'avvicendamento stagionale degli organismi planctonici viventi nella zona pelagica e litoranea del lago.

Sono state identificate 8 stazioni di campionamento: I-Isola Polvese (tra la punta nord di Isola Polvese e il promontorio di Castiglione); II-centro Lago (al centro della conca di massima profondità); III-Isola Maggiore (a metà distanza con il promontorio di C. del Lago); IV-Passignano (a ovest del paese); V-Monte del Lago; VI-"La Frusta" (loc. La Valle); VII-"La Lucciola" (situata circa 2 km a NO dell'Anguillara); VIII-"Km 108" (situata in un canale artificiale).

Per il *fitoplancton* sono stati prelevati, per ogni stazione, due campioni di acqua, ognuno composto dalla mescolanza di due prelievi fatti a due profondità diverse con la bottiglia di Ruttner.

Per lo *zooplancton* i campionamenti sono stati effettuati mediante due retinate verticali quantitative (retino di tipo "standard Pagan"): la prima per raccogliere quello dello strato superficiale, la seconda per catturare lo zooplancton presente in tutta la colonna d'acqua.

La comunità planctonologica rinvenuta complessivamente nel lago Trasimeno risulta composta dai seguenti gruppi: *Mixophyceae*, *Crysophyceae*, *Criptophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Dinophyceae*, *Euglenophyceae*, *Clorophyceae*, *Rhizopoda*, *Ciliata*, *Rotatoria*, *Cladocera*, *Copepoda*.

Tuttavia, per comprendere meglio la struttura e la dinamica del plancton del lago Trasimeno, è necessario distinguere tra i popolamenti rinvenuti nell'ampia fascia costiera (**zona B**, di cui fanno parte le stazioni IV, V, VI, VII e VIII) e quelli rilevati nella zona pelagica (**zona A**, con le stazioni I, II e III).

Dai risultati ottenuti è possibile fare le seguenti considerazioni:

- La zona pelagica presenta una comunità planctonica abbastanza omogenea dal punto di vista qualitativo e con una certa distribuzione verticale, probabilmente legata al grado di trasparenza delle acque;
- la zona neritica è costituita da più biozonule, in cui i massimi di densità non sempre sono concomitanti dal momento che le specie che li originano sono strettamente legate a condizioni ambientali contingenti di ciascuna biozonula.
- la produzione fitoplanctonica è risultata maggiore nella fascia costiera (sup. 2.836.000 cell/l; fondo 3.281.000 cell/l) che in quella pelagica (sup. 2.898.000 cell/l; fondo 2.560.000 cell/l), ma è in quest'ultima che lo strato di superficie è stato più produttivo di quello di fondo.
- la produzione di zooplancton è risultata superiore nello strato superficiale di entrambe le zone, ma la densità dei popolamenti nella zona B è quasi il triplo di quella della zona A.
- la composizione del plancton della zona A è rappresentata da Cloroficee, Rotiferi, Copepodi e Cladoceri; la composizione del plancton della zona B è rappresentata da Cloroficee, Mixoficee, Diatomee, Rotiferi, Protozoi, Copepodi e Cladoceri.
- Nelle località del centro, i vari gruppi planctonici hanno mostrato curve di andamento mensile molto simili, mentre nelle località neritiche, è stata riscontrata una certa eterogeneità nella composizione e nella densità dei vari gruppi.
- Per il fitoplancton la massima densità è stata rilevata nella zona A nel mese di novembre e la minima nel mese di febbraio 1969, mentre per la zona B la massima densità è stata rilevata nel mese di luglio e la minima nel mese di giugno.
- Per lo zooplancton la massima densità è stata rilevata nella zona A nel mese di marzo e la minima nel mese di febbraio 1969, mentre per la zona B la massima densità è stata rilevata nel mese di settembre e la minima nel mese di dicembre.

- nel corso degli anni la densità e la composizione specifica del plancton sono variati molto e ciò sembra dipendere, più che da costanti cicli annuali, dall'andamento delle stagioni, da cui dipende a loro volta l'entità dell'evaporazione, del riscaldamento, della concentrazione di ali nutrienti e delle sostanze organiche disciolte.

Nella parte conclusiva, l'autore illustra le modificazioni che hanno caratterizzato la comunità planctonica del lago dal 1961 al 1970.

**Fluttuazione stagionale della densità e della biomassa fitoplanctonica del lago Trasimeno
(luglio 1976-agosto 1977)**

Rivista di Idrobiologia, 16: 297-330

Trevisan R.

1977

L'autore espone una ricerca effettuata sul Fitoplancton del lago Trasimeno nel periodo che va da luglio 1976 ad agosto 1977.

I sopralluoghi sono stati eseguiti mensilmente in 3 diverse stazioni, Centro lago, la Valle e Monte del lago, e a diverse profondità. Sono stati presi in esame i parametri: temperatura di aria e acqua, profondità e trasparenza. E' stata eseguita un'analisi qualitativa delle specie fitoplanctoniche presenti e uno studio sulla loro densità. E' stato calcolato il valore della biomassa fitoplanctonica.

Sono stati identificati 89 generi e 243 specie fitoplanctoniche.

I valori di densità totale registrati nelle 3 stazioni evidenziano che la Valle è la stazione maggiormente popolata, seguita dalla stazione di Monte del Lago; queste 2 stazioni hanno una densità algale che varia moltissimo da mese a mese facendo registrare un andamento irregolare. Nella stazione di centro lago i valori si susseguono senza enormi sbalzi, ad eccezione di un campionamento effettuato a luglio 1976.

Dal calcolo della biomassa algale si nota che la zona neritica registra i valori maggiori; le 2 stazioni presentano una crescita nei mesi estivo-autunnali, un forte calo nei mesi invernali e una crescita primaverile-estiva.

Nel centro lago la biomassa ha un andamento non troppo dissimile dal precedente, caratterizzato da aumento in autunno, calo in inverno e primavera, e nuovo aumento in estate.

Confrontando i valori massimi della biomassa registrati nelle diverse stazioni con la scala riportata da Vollenweider (1968) si desume che la biomassa presente nella stazione La Valle corrisponde a quella di un lago altamente eutrofo, la biomassa della stazione Monte del Lago a quella di un lago eutrofo, la biomassa della stazione pelagica corrisponde a quella di un lago che si trova nella fase di transizione tra meso- ed eutrofia.

Dai risultati ottenuti dallo studio della biomassa l'autrice afferma che nel lago si può distinguere una zona pelagica, una neritica e una parte sud detta La Valle, in cui vi è una maggiore densità planctonica e differenziazione in specie.

Confronto di facies mesoplanctoniche degli anni 1956-1978, del lago Trasimeno

Rivista di Idrobiologia, 19(3), 637-659

Mantilacci L.

1980

Nel lavoro vengono descritte le variazioni qualitative e quantitative del mesoplancton del lago Trasimeno negli anni 1956 e 1978.

La ricerca, della durata di 6 mesi, è stata articolata con prelievi bimensili. I campioni, raccolti sia in superficie che in profondità, provengono da due settori: centro lago (in corrispondenza dell'area più profonda della zona pelagica) e Monte del Lago (fascia neritica, a 150m dalla sponda).

Nel 1956, il mesoplancton del Trasimeno risulta costituito da Rotiferi (con 16 taxa), Cladoceri (con 8 taxa) e Copepodi (con 5 taxa). Nella composizione mesoplanctonica, sia per la zona neritica che per quella pelagica, prevalgono i Rotiferi (49,86%), seguiti da Copepodi (44,14%) e Cladoceri (6%).

Nel 1978, il mesoplancton del lago Trasimeno è composto sempre da Rotiferi (con 27 taxa), Cladoceri (con 9 taxa) e Copepodi (con 2 taxa). I Rotiferi costituiscono la maggior parte del plancton sia nella zona neritica che in quella pelagica (55,23%), seguiti da Copepodi (25,53%), che diminuiscono rispetto al 1956, e Cladoceri, che invece aumentano notevolmente (19,24%).

L'andamento del mesoplancton sembra legato a fattori ambientali determinati prevalentemente dalle oscillazioni del livello delle acque.

Le diatomee del lago Trasimeno: sistematica ed ecologia

Rivista di Idrobiologia, 23(1), 1-112

Granetti B.

1984

Nel lavoro viene presentato lo studio effettuato sulla comunità di diatomee presenti nel lago Trasimeno.

Nella parte introduttiva l'autore descrive gli aspetti generali del lago Trasimeno, la composizione della vegetazione presente nella fascia litoranea e pelagica, le relazioni esistenti tra la vegetazione idrofita e la distribuzione delle diatomee e, infine, le caratteristiche chimiche e fisiche delle acque del lago che risultano essere ricche in sali, di media durezza, alcaline ed eutrofiche.

Secondo vari autori, il lago Trasimeno, infatti, nel periodo compreso tra gli anni 1969 e 1979, sarebbe politrofico per il fosforo e mesotrofico per l'azoto (Mearelli e coll, 1981; Gianotti e coll. 1982). Inoltre, la temperatura svolgerebbe un ruolo fondamentale dal punto di vista trofico, poiché condiziona la diffusione dell'ossigeno e la metabolizzazione della materia organica.

Nel corso delle quattro stagioni, sono stati prelevati, in numerose stazioni pelagiche e costiere, 286 campioni algali, successivamente trattati per l'osservazione al microscopio ottico.

Viene, quindi, riportato, l'elenco sistematico delle specie individuate, corredate ciascuna di una serie di notizie sull'autoecologia tratte dalla letteratura e in parte direttamente rilevate. Nell'ultima parte, infine, vengono illustrate e descritte le specie più comuni e significative del lago. L'inquadramento sistematico adottato dall'autore è quello di Simonsen (1979).

Complessivamente, sono state determinate 313 entità sistematiche appartenenti a 44 generi, di cui *Navicula* e *Nitzschia* sono i più diffusi. Circa il 50% di queste specie è stato già stato già rilevato in precedenza nel Trasimeno.

Le diatomee sono in grado di colonizzare tutti gli habitat: numerose sono le forme planctoniche e bentoniche (favorite dalla modesta profondità dell'acqua delle zone rivierasche) ma lo sviluppo più imponente è quello epilittico ed epifittico. Le idrofite, in particolare, sono uniformemente coperte da colonie di diatomee di vari generi.

Nell'elenco sistematico compaiono specie molto diverse dal punto di vista ecologico e pertanto l'autore, attraverso tabelle di sintesi, ha raggruppato le diatomee nelle diverse categorie dei sistemi alobico, pH e saprobico:

- per il sistema **alobico**, che inquadra le diatomee in base alla loro capacità di vivere in acque con vario contenuto di cloruri, le forme oligoalobie (cioè specie di acqua dolce presenti in acque con salinità fino al 5%) costituiscono l'89,4% dell'intera flora mentre le forme di acqua salmastra (mesoalobie) raggiungono il 10,5%. Questo dato potrebbe essere legato all'alto contenuto in cloruri e elevata alcalinità in alcuni mesi dell'anno.
- in riferimento al **pH**, le diatomee alcalofile (ossia specie che vivono ad un pH pari a 7 ma con una diffusione prevalente a $\text{pH} > 7$) costituiscono il 64,8%; le altre forme sono per il 4,5% alcalibiontiche (specie che vivono a $\text{pH} > 7$), per il 7,3% acidofile (ossia specie che vivono ad un pH intorno a 7 ma con una diffusione prevalente a $\text{pH} < 7$) e per il 14% a pH indifferenti (specie con una diffusione uniforme a pH intorno a 7). Il pH svolge quindi un ruolo molto importante nella composizione floristica delle diatomee del Trasimeno (sembra che un pH alcalino consenta di utilizzare meglio i silicati sciolti in acqua per la costruzione della parete cellulare).
- per il sistema **saprobico** il 58% delle specie è mesosaprobico, ossia la maggior parte delle diatomee del lago vive in condizioni in cui è discretamente alta la disponibilità di materia organica mentre è limitata la disponibilità di ossigeno in alcune ore della giornata o periodi dell'anno; secondo il sistema di NAUMANN, sono largamente diffuse e abbondanti, soprattutto nella zona litoranea, le specie tipicamente eutrofiche, che evidenziano una situazione ben precisa delle acque lago Trasimeno.

In conclusione, viene rilevata una perfetta concordanza tra lo spettro ecologico delle diatomee rilevate nel Trasimeno e le caratteristiche chimiche e fisiche delle acque.

**Analisi della comunità planctonica nel lago Trasimeno
(luglio-dicembre 1987)**

Rivista di Idrobiologia, 26(1/3): 33-55.

Mantilacci L., Lorenzoni M.

1987

E' stata studiata la comunità planctonica del lago Trasimeno sia dal punto di vista della struttura che della successione stagionale dal luglio a dicembre 1987, al centro lago, all'Immissario e all'Emissario. In base all'indice di diversità di Shannon vi sono differenze significative tra le stazioni e tra i mesi per il fitoplancton, mentre per la componente animale non è stata osservata alcuna differenza significativa nel tempo e nello spazio. Dalla dominanza e dall'indice di uguaglianza risulta per il fitoplancton, nelle 3 stazioni, una distribuzione del numero degli individui equamente ripartita nelle specie; per lo zooplancton, nel centro lago si è riscontrata la presenza di 4 specie dominanti (*Codonella cratera*, *Keratella cochlearis*, *Polyartha vulgaris* e *Cyclops strenuus*), mentre all'Emissario una sola specie è risultata dominante (*Keratella cochlearis*). All'Immissario si è notata una povertà planctonica quantitativa e qualitativa spiegabile con l'elevato degrado ambientale, legato alle elevate concentrazioni di N-totale minerale e P-totale. All'Emissario si è registrata una forte produzione di zooplancton dovuta soprattutto a esplosioni di *Keratella cochlearis*. Il centro lago risulta la stazione più produttiva.

Indagine biennale (1987-1988) sulla popolazione di *Daphnia* (Cladocera) nel lago Trasimeno

Rivista di Idrobiologia, 28(1/2): 69-99

Taticchi M.I., Cioffini A., Isa C., Bartoli A.

1989

Nel lavoro vengono presentati i risultati di uno studio biennale effettuato sulla popolazione di *Daphnia*, in quanto, per gli elevati valori di densità registrati nel Trasimeno, svolge un ruolo determinante nella mediazione del flusso di energia attraverso tutto l'ecosistema dal lago. Infatti, mano a mano che il lago si avvicina ad uno stadio eutrofico, diminuisce l'efficienza di trasferimento dell'energia dal primo al secondo livello trofico e aumenta la percentuale di alghe macroscopiche che non possono essere utilizzate come cibo dallo zooplancton.

Il popolamento dei Cladoceri è stato campionato settimanalmente per due anni (1987-1988), durante i quali sono stati rilevati anche i dati di temperatura, trasparenza e profondità (dati da informatizzare a pag. 74). Per tutte le date di prelievo sono stati valutati densità, struttura di popolazione per lunghezza, dimensione della covata, natalità, mortalità e velocità di accrescimento del genere *Daphnia*, presente nel lago con una forma ibrida *galeata x cucullata*.

Nel periodo di ricerca sono stati esaminati due interi cicli di sviluppo: dalla schiusura delle uova, che avviene nel tardo autunno-inizio inverno, fino alla comparsa delle femmine nel giugno di entrambi gli anni. I picchi di densità sono stati registrati nel periodo primaverile (le temp. tra 14 e 18° sembrano rappresentare l'intervallo ottimale per l'accrescimento).

Temperatura, alimento, predazione, competizione, oltre a fattori intrinseci alla popolazione, sono i fattori che influenzano maggiormente le curve di densità.

Dall'analisi dei risultati, si può affermare che, specialmente nel 1987, la predazione è stato il fattore determinante che ha causato le cadute di densità della popolazione di *Daphnia*. Vari elementi, infatti, come lo slittamento della maturazione dei giovani dalle classi più elevate a quelle inferiori, la presenza dell'elmetto già in maggio ecc. fanno pensare che questa popolazione, in grado di autoregolarsi, riesce a resistere alla predazione selettiva per taglia operata essenzialmente dalla fauna ittica (alborella e latterino).

Il Lago Trasimeno

Rivista di Idrobiologia , 29, 376-377
Mearelli M., Lorenzoni M., Mantilacci L.
1990

Gli autori descrivono le caratteristiche morfologiche, geologiche e idrologiche la lago Trasimeno. Riportano e analizzano una lunga serie di dati fisici e chimici (periodi: 1969-81, 1987-88). In particolare, per i processi di eutrofizzazione, analizzano il contenuto di azoto e fosforo. Descrivono i dati riguardanti la determinazione della biomassa, il peso secco e bagnato, la frazione organica della biomassa, il contenuto in acqua, l'azoto e il fosforo.

Fitoplancton

La comunità fitoplanctonica analizzata nel 1987 risulta costituita da 7 classi, oltre alla presenza di ultraplancton, che costituisce il 45% del totale.

La successione temporale è tipica dei laghi temperati. La situazione attuale evidenzia una stabilità di popolamenti del centro lago e assenza di fioriture autunnali delle *Cyanophyceae*, con abbondanza principalmente di *Microcystis aeruginosa*.

Dal 1961-62 al 1973-74 si verifica un progressivo aumento della densità fitoplanctonica che diminuisce drasticamente nel 1976-77. Nel 1987 vi è un nuovo aumento fino ai livelli degli anni 60.

Zooplancton

I gruppi presenti nel lago nel 1987, in ordine di importanza, sono i seguenti: Rotiferi, Cladoceri, Copepodi e Protozoi.

La comunità dei popolamenti di Rotiferi anche in passato è risultata importante sia nella fascia neritica e sia al centro. Le specie dominanti sono costituite da *Keratella cochlearis* e *Polyarctha vulgaris* che raggiungono densità molte elevate; altre specie frequenti sono *Filinia longiseta* e *Synchaeta pectinata*.

I Cladoceri sono presenti costantemente con densità consistente ma senza raggiungere i valori dei Rotiferi. Le specie pelagiche sono: *Bosmina longirostris*, *Daphnia galeata*, *Diaphanosoma brachyurum*; le specie neritiche sono: *Moina micrura* e *Ceriodaphnia pulchella*.

I Copepodi, rappresentati da 3 specie, risultano più diffusi a centro lago e nel periodo estivo.

Tra i Protozoi sono presenti *Codonella cratera* e *Diffugia limnetica*.

Complessivamente la comunità planctonica è costituita da 24 specie; *Leptodora kindtii*, *Daphnia cucullata* e *Diaptomus* sp. Non sono sempre presenti nel nel corso degli ani, a causa delle fluttuazioni ambientali del lago.

Zoobenton

I gruppi predominanti sono costituiti da Anellidi, Oligocheti (*Stylaria*, *Dero* e *Tubifex*) e Insetti (Chironomidi ed Emitteri). La struttura e la densità dei popolamenti (1969-70) evidenziano una modesta differenziazione tra la zona pelagica e la zona neritica.

Pesci

I dati sui pesci evidenziano l'importanza economica di alcune specie e della loro produttività.

Contributo alla florula desmidiologica della zona litoranea del lago Trasimeno

Rivista di Idrobiologia, 31; 95-106, 1992.

Biondi C., Dell'uomo A.

1992

Nel lavoro vengono presentati i risultati dello studio della florula desmidiologica della zona litoranea del lago Trasimeno, condotto nel periodo maggio 1990-ottobre 1991. Obiettivo di tale indagine è quello di fornire un elenco aggiornato delle Desmidiacee presenti nel lago e di fornire una valutazione biologica delle condizioni attuali dello specchio lacustre attraverso l'utilizzo come bioindicatori di questo gruppo di organismi, notoriamente sensibili alle condizioni chimico-fisiche dell'ambiente.

I campioni analizzati provengono da otto stazioni principali (Torricella, S.Feliciano, Sant'Arcangelo, Panicarola, Castiglion del Lago, tra Castiglion del Lago e Borghetto, Borghetto, tra Borghetto e Passignano) e sono stati raccolti spremendo le idrofite fanerogamiche prossime alle rive o raschiando la patina algale aderente alle loro foglie o cauli. Dopo una rapida osservazione a fresco, i campioni sono stati fissati e preparati per l'osservazione al microscopio.

L'analisi dei campioni ha consentito di determinare la presenza di 35 entità sistematiche, tutti appartenenti all'ordine delle Desmidiales e ripartite in 4 generi: *Closterium*, *Cosmarium*, *Euastrum* e *Staurastrum*. Le entità di nuova segnalazione per il Trasimeno sono 21; fino ad ora nel lago erano state individuate 89 specie di Desmidiacee.

Tenendo conto delle caratteristiche autoecologiche delle specie rinvenute, si rileva come la maggior parte di esse (51, 4%) sia tipica di acque alcaline, ma è consistente anche la presenza di specie caratteristiche di acque ricche di nutrienti. Tale risultato conferma la condizione di eutrofia del lago e della fascia costiera (in particolare presso le stazioni di S.Feliciano, tra Castiglion del Lago e Borghetto e tra Borghetto e Passignano).

Il confronto con le indagini effettuate in passato (Taticchi, 1968), evidenzia una semplificazione della comunità di desmidiacee, che sembra rivelare un generalizzato degrado biologico del lago Trasimeno.

Studi sul lago Trasimeno e altri corpi d'acqua nella regione Umbria

M. I. Taticchi

In: Guilizzoni P., G. Tartari, G. Giussani (Eds)

Limnology in Italy

Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, 50: 295-317.

1992

Questo lavoro descrivere le caratteristiche geografiche ed idrologiche del lago Trasimeno, gli aspetti fisico-chimici dell'acqua, le caratteristiche dei sedimenti, la vegetazione acquatica, il fitoplancton, lo zooplancton, il macrobenthos, la popolazione ittica, ed altri studi biologici effettuati tra fine anni '80 e inizio anni '90.

Aspetti fisici e chimici dell'acqua:

Il maggior impatto è dovuto agli allevamenti e alle pratiche agricole presenti nel bacino del lago.

Oltre la zona pelagica e neritica vi è una zona particolare che è La Valle, che ha un livello molto basso dell'acqua e notevoli macrofite. Le caratteristiche fisiche e chimiche dell'acqua sono collegate alle condizioni meteorologiche, non vi è mai una vera stratificazione termica, a volte si è osservata una variazione di temperatura di 2 °C tra la superficie e il fondo per poche ore e solo durante i giorni più caldi.

Da tre anni di indagini si evidenzia che: la trasparenza ha valori bassi, e il valore è inversamente correlato con gli acquazzoni e la densità dell'ultraplancton; l'ossigenazione è buona in tutta la profondità del lago; il pH è in un intervallo alcalino; la conducibilità ha valori in relazione al notevole contenuto di cloruri; i valori bassi di ione ammonio si spiegano con la notevole presenza di ossigeno e la nitrificazione è rapida; l'N inorganico è basso e l'N totale è costituito prevalentemente da N organico; nel periodo in esame è stato osservato un aumento dell'N totale, tale variazione è legata all'attività metabolica di alghe e macrofite ed alla decomposizione di sostanze di origine esterna; il fosforo totale nella zona pelagica è alto subito dopo una tempesta, di solito il P è intrappolato nei sedimenti e durante la tempesta il P organico legato alla materia organica del detrito si risospende; in generale, le condizioni ambientali del lago sono molto instabili, e così la composizione della comunità e la densità del biota può variare molto di anno in anno.

Il Trasimeno, lago Eutrofico per la sua morfologia, ha periodi di maggiore o minore produttività e nel corso degli ultimi anni ha subito differenti classificazioni.

Sedimenti:

Radionuclidi e metalli sono presenti in basse concentrazioni in sedimenti e idrofite, primariamente nelle zone di uscita, probabilmente perché procedono dall'immissario nella direzione dell'uscita, dove essi rimangono più a lungo specialmente durante periodi di basse precipitazioni a causa del rallentamento della corrente per la presenza di idrofite.

Nel 1990 il fosforo e l'N in 100 gr di sedimento secco erano rispettivamente 44 mg e 666mg.

La liberazione di nutrienti dai sedimenti è controllata dal vento e dall'abbondanza di vegetazione che determina anche la distribuzione degli organismi bentonici (fauna ricca in specie e densità dove la vegetazione è più abbondante).

Si segnala che, negli ultimi 20 anni, c'è stata una riduzione di Oligocheti e Chironomidi tra la macrofauna bentonica.

Vegetazione acquatica:

Vi è un notevole sviluppo di idrofite e elofite che occupano una fascia continua intorno al lago che varia in ampiezza tra m 50 e m 250 e nella zona della Valle è più di Km 1.

Sono state classificate 200 specie di macrofite, di cui 28 erano considerate estinte.

Vegetazione elofita.

Vegetazione flottante e sommersa.

Macrofite radicate e parzialmente sommerse.
Macrofite sommerse.

Comunità planctonica nella zona pelagica.

Fitoplancton dal 1989 al 1990.

Il fitoplancton mostra 2 picchi di densità, in inverno-primavera e in estate; il primo è inferiore e dovuto alla presenza di Crisoficee, Bacillarioficee, Dinoficee, Crisptoficee; il secondo è dovuto alle Cianoficee e Cloroficee, con alcune specie presenti costantemente tutto l'anno. Le classi di Coniugatoficee, Xantoficee ed Euglenoficee sono poco rappresentate. Dal 1989 al 1990 c'era una forte riduzione di densità di ultraplanctn mentre la densità media del fitoplancton totale aumenta e così anche la clorofilla a .

Zooplancton

Nel 1990 nella zona pelagica lo zooplancton era dominato da gennaio a Marzo da Rotiferi, da aprile a giugno da Rotiferi, Protozoi e Copepodi, in luglio da Copepodi, Rotiferi e Cladoceri, in agosto e settembre da Rotiferi, Copepodi, Cladoceri e Protozoi, da ottobre a dicembre da Cladoceri e Rotiferi. Durante i primi 6 mesi de 1990 i Rotiferi erano spesso i più numerosi mentre i Cladoceri diventano importanti durante la primavera quando la densità dei Protozoi diminuisce.

Nel 1990, dei 53 taxa presenti, 4 erano costantemente dominanti e così nel 1991, anche se una specie si sostituisce ad un'altra; 8 specie presenti in bassa densità erano costantemente presenti.

In particolare è stata notata una successione stagionale delle specie di Cladoceri dominanti, probabilmente determinata direttamente o indirettamente dalle condizioni trofiche del lago.

L'aumento della densità del plancton mostra una tendenza verso la ristabilizzazione di condizioni eutrofiche del lago con l'aumento delle precipitazioni atmosferiche.

Il cambio dello stato trofico del lago fu studiato anche per valutare la presenza di substrati tossici derivanti da attività umane.

L'analisi biochimica fu effettuata per determinare l'attività di enzimi presenti nelle cellule del plancton. Questi enzimi, coinvolti nel processo di detossificazione cellulare, in particolari condizioni di inquinamento, possono costituire il 5-10% delle proteine totali; essi sono specifici per differenti xenobiotici.

Con la scomparsa degli xenobiotici dall'ambiente, le concentrazioni degli enzimi ritornano a livello normale, nella cellula. Probabilmente la presenza di questi substrati tossici riduce lo sviluppo di specie che non contengono questo enzima e, al contrario, proliferano altre specie che lo contengono.

Sono stati effettuati studi anche nella zona neritica.

Pesci

La popolazione ittica del lago consiste di 18 specie: 5 indigene, 11 acclimatate esotiche, e 2 non acclimatate esotiche. Sono più rappresentati i ciprinidi.

L'autore riporta altri studi idrobiologici dei laghi umbri.

Planktonic interactions and their role in describing the trophic status of a shallow lake in Central Italy (Lago Trasimeno)

Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, 53, 125-139.

W. Hamza., Pandolfi P., Taticchi M.I.

1995

La recente definizione di mesotrofia attribuita alle condizioni trofiche del lago Trasimeno sulla base del modello concettuale carico da nutrienti/trofismo è stata revisionata. I risultati ottenuti da uno studio in situ sul consumo esercitato dallo zooplancton erbivoro sul fitoplancton (**Grazing**) effettuato sul lago Trasimeno nel 1993, uniti alla valutazione delle peculiari caratteristiche delle componenti biotiche, fisiche e chimiche e dei loro effetti sulle interazioni planctoniche, dimostrano che il lago può essere considerato eutrofico. Questo è dovuto principalmente alla bassa pressione del grazing dello zooplancton che oscillava tra il 14 e il 26% della produttività algale giornaliera. Altri parametri, come l'elevato biovolume zooplanctonico e la composizione in specie paragonati al basso biovolume fitoplanctonico e alle sue specie selettive, riflettono l'importanza della sospensione del detrito batterico rispetto alle cellule fitoplanctoniche nella dieta dello zooplancton e indicano una condizione di eutrofia del lago. Le basse concentrazioni di fosforo nella colonna d'acqua sono dovute principalmente alla elevata capacità del fosforo di legarsi ai sedimenti mentre la difficoltà del suo rilascio è dovuta alla continua ossigenazione dell'interfaccia sedimento-acqua. Questa elevata capacità di legarsi ai sedimenti unita allo spropositato letto di macrofite che ricopre il fondo del lago sono le componenti principali dietro cui si nasconde la condizione di eutrofia del lago.

Diversità nel popolamento zooplanctonico negli ultimi trent'anni

In: Seminario sul lago Trasimeno
M.I. Taticchi, A. Venturi, P. Pandolfi
1998

Nel lavoro vengono confrontati i dati relativi a tre serie di campionamenti zooplanctonici effettuati nel lago Trasimeno negli ultimi trent'anni, al fine di valutare le variazioni nella struttura e composizione della comunità zooplanctonica.

Le tre serie di dati sono riferite agli anni 1969-70, 1988-93 e 1991.

Il confronto ha messo in evidenza che:

- la comunità zooplanctonica negli anni 1969-70 era ben strutturata con un elevato numero di specie e con un numero di individui equamente ripartito tra le specie, presentando quindi uno Shannon e un evenness più elevati
- attualmente il lago Trasimeno è colonizzato da specie più specializzate e competitive.

Problematiche per la tutela igienico-sanitaria delle acque del lago Trasimeno

Di Brizio Margherita - Correlatore Cingolani Linda

1998

La tesi di specializzazione raccoglie informazioni scientifiche riguardanti il lago Trasimeno effettuate dagli anni '50-'60 agli anni '90 e i dati analitici prodotti dal Laboratorio Biologico del LESP di Perugia dal 1991 fino al 1997.

Stato delle conoscenze

Descrizione dell'ambiente in esame.

Nel lavoro viene messo in evidenza che:

- La vegetazione elofitica circumlacuale, da studi effettuati nel 1965 e successivamente nel 1991, risulta aver subito notevoli cambiamenti a seguito delle oscillazioni di livello dell'acqua, dell'avanzamento delle colture agrarie e la forte antropizzazione del territorio;
- alcune idrofite risultano scomparse mentre per alcune è stata notata una riduzione delle aree colonizzate, a causa dell'aumento della torbidità dell'acqua (prima con l'allacciamento dei torrenti negli anni '60, e successivamente a causa della progressiva eutrofizzazione delle acque del lago);
- la comunità **fitoplanctonica**, da studi effettuati nel 1969-70, è cambiata negli anni passando da una dominanza in estate di cloroficee alla presenza di bloom algali di cianoficee.
- negli anni si è assistito ad un aumento in percentuale di **ultraplancton**, fenomeno verosimilmente legato a stadi avanzati di eutrofia.
- **indagini chimiche** effettuate hanno evidenziato, nello stesso periodo, una carenza di fosforo nell'acqua attribuibile alla capacità dei sedimenti a trattenere questa sostanza e alla difficoltà al suo rilascio per forte ossigenazione dello strato d'acqua a contatto con i sedimenti;
- **lo zooplancton** era costituito da una prevalenza di detritivori: i rotiferi, tanto da fare ipotizzare che pervenissero al lago costantemente sostanze organiche e nutrienti di origine antropica;
- **la fauna ittica**, costituita da 11 famiglie diverse in uno studio del 1993, con prevalenza di Ciprinidi, pesci ben adattabili alle caratteristiche di lago laminare ed eutrofo, non presentava più un esemplare molto apprezzato dai pescatori, probabilmente, secondo la popolazione rivierasca, a causa dell'inquinamento delle acque;
- **tra i macroinvertebrati** del limo di fondo dominava *Chironomus plumosus*, chironomide detritivoro capace di vivere anche in condizioni sfavorevoli per altre specie animali, mentre in uno studio degli anni '50 veniva segnalata una notevole presenza di un dittero fitofago che colonizzava le praterie di *Potamogeton perfoliatus*;
- il **pH** e il per cento di saturazione dell'**ossigeno disciolto** dell'acqua aumentano nel periodo estivo a causa dell'attività fotosintetica della vegetazione acquatica, macrofite e alghe;
- la **trasparenza** dell'acqua misurata dal 1988 in poi evidenzia che negli anni sempre più frequentemente si riscontra un valore inferiore ad un metro, a causa sia di aumento di detrito organico e sia per la notevole crescita del fitoplancton, come confermato dagli elevati valori di clorofilla nel periodo estivo;
- **i nutrienti**, azoto e fosforo, sono sempre stati presenti in concentrazione bassissima;
- **la clorofilla a**, nelle indagini dagli anni '50 fino al '92, ha raggiunto sempre valori modesti, a conferma del modesto sviluppo di fitoplancton nel passato.

Problematiche attuali

Le problematiche attuali potrebbero essere così riassunte:

- ridotte dimensioni del bacino imbrifero, scarsità di precipitazioni atmosferiche, modesta portata degli affluenti, l'incremento dell'uso dell'acqua a scopo irriguo e, negli anni '90, anche

a scopo potabile hanno impedito che le acque del lago raggiungessero **il livello di sfioro**. Pertanto le sostanze che giungono al lago, per il mancato ricambio delle acque, tendono a concentrarsi con conseguente modificazione delle caratteristiche generali dell'acqua e delle sue componenti biologiche;

- la difficoltà in estate per la **potabilizzazione** dell'acqua a causa delle fioriture di cianofitiche, alghe capaci di produrre biotossine neurotossiche ed epatotossiche che possono avere effetto cancerogeno e teratogeno;
- problemi per la **balneazione** a causa di valori elevati di pH e ossigeno disciolto, fenomeni legati ad una caratteristica naturale del lago (fotosintesi delle piante acquatiche) che hanno richiesto l'applicazione della deroga per questi parametri; anche i bassi valori di trasparenza hanno richiesto l'applicazione della deroga e spiegati con la presenza dell'eccessivo sviluppo algale;
- problemi per **le infestazioni** causate da sciami di insetti appartenenti alla famiglia Chironominae,

Riferimenti legislativi

Vengono analizzati i riferimenti legislativi per l'uso a scopo potabile e per la balneazione delle acque lago Trasimeno e quelli per le acque superficiali.

Dati analitici

Sono stati esaminati i dati analitici microbiologici delle acque e dei sedimenti del lago, biochimici e biologici delle acque del lago, microbiologici e biologici delle acque dei corsi d'acqua che si immettono nel lago, microbiologici e chimico-fisici dei depuratori a fanghi attivi e delle acque di scarico che affluiscono nel lago, microbiologici delle acque dei pozzi presenti nella zona del lago, e i dati relativi alla presenza di chironomidi nei sedimenti lacustri, nel periodo compreso tra il 1991 e il 1997.

Le stazioni di campionamento prese in considerazione nello studio sono:

18 stazioni relative al controllo della balneazione, 7 stazioni per l'eutrofizzazione, 8 stazioni poste lungo i torrenti che si immettono nel lago, 25 stazioni poste alla confluenza di torrenti e fossi nel lago, 5 stazioni presso i depuratori a fanghi attivi che scaricano nel lago.

Le tecniche di rilevazione per i parametri chimico-fisici, microbiologici, biochimici, la classificazione delle alghe, lo studio della comunità macrobentonica dei corsi d'acqua e l'identificazione dei gruppi faunistici, il rilevamento delle componenti biologiche presenti nei fanghi attivi, il riconoscimento delle specie dei chironomidi sono metodi analitici elencati nella tesi.

Risultati

- L'indagine analitica delle acque di lago **da potabilizzare** ha evidenziato che tali acque erano classificate in A1 e A2 (DPR 515/82)
- Le analisi microbiologiche delle acque nelle **zone balneabili** mostrano che i microrganismi indicatori di inquinamento fecale sono stati sempre ritrovati in misura molto modesta, anche le analisi microbiologiche dei sedimenti seguono lo stesso andamento delle analisi sulle acque.
- I dati microbiologici e biologici dei **torrenti** affluenti al lago ha evidenziato una elevata fecalizzazione delle acque e un indice IBE che va da 7 – ambiente inquinato a 1-3 - ambiente completamente deteriorato.
- La metà dei **pozzi** analizzati son risultati non conformi ai requisiti di potabilità per la presenza di microrganismi di origine fecale.
- **La clorofilla a** delle acque del lago raggiunge valori molto elevati nei mesi estivi.
- Tra le **popolazioni planctoniche** estive dominano le cianofitiche e notevole risulta la presenza di specie produttrici di tossine.

- I **chironomidi** presenti nel limo di fondo del sono diffusi per tutta l'estensione del lago e la densità più elevata è stata misurata a 1 metro di profondità; la specie più rappresentata era *Chironomus* gr. *Plumosus*.
- Le **comunità microbiche** degli impianti di depurazione analizzate evidenziano una scarsa efficienza depurativa; ed anche le analisi chimiche effettuate del liquame in entrata e dello scarico in uscita dall'impianto ha confermato che vi è un modesto abbattimento di alcuni significativi parametri chimici.

Conclusioni

In conclusione si può ipotizzare che i fenomeni registrati in questi anni siano determinati dagli scarichi, aggravati dalle particolari condizioni idrologiche del lago; in estate le sostanze organiche immesse verrebbero riciclate nella produzione di biomassa algale, che crea problemi per la potabilizzazione (con proteste della popolazione) e per la balneazione (con la richiesta di deroghe). Per ridurre i fattori di rischio igienico-sanitario sono necessari **progetti di risanamento** mirati a ridurre l'eutrofizzazione del lago. A tale scopo bisogna ridurre gli scarichi nel seguente modo:

- **convogliare** le fognature in impianti che scarichino nei corsi d'acqua esterni al bacino del Trasimeno,
- migliorare l'efficienza depurativa degli impianti in attesa di effettuare il precedente intervento;
- adottare impianti di **fitodepurazione** per i piccoli centri abitati lontani dal sistema fognario circumlacuale;
- ridurre gli scarichi delle **attività zootecniche** del bacino; delimitare una **fascia di rispetto** attorno al lago in cui vietare le pratiche agricole intensive;
- analizzare la possibilità di allacciare **nuovi corsi d'acqua**;
- controllare i prelievi dal lago ad **uso irriguo**;
- vengano ricercate fonti alternative di **approvvigionamento idropotabile** a causa dei fattori di rischio già evidenziati e delle problematiche nella potabilizzazione.

Si propone la redazione di un **Piano di gestione** avente come scopo il mantenimento di uno stato trofico del lago di moderata produttività, tale da consentire **l'uso plurimo** del corpo idrico secondo le aspettative della popolazione residente, che richiede che sia garantita la qualità igienico-sanitaria dell'acqua e che siano salvaguardate le attività legate al turismo (contenimento delle infestazioni e possibilità di balneazione).

Il problema ambientale e sanitario delle fioriture di cianobatteri nel lago Trasimeno.

ISE, CNR

Ventura S.

2003

Obiettivo della collaborazione avviata tra ARPA Umbria e l'Istituto per lo Studio degli Ecosistemi del CNR è stato quello di approfondire lo studio delle fioriture cianobatteriche del lago Trasimeno, per poter controllare e prevenire eventuali fenomeni di tossicità legati alla produzione di cianotossine.

Nel periodo luglio-ottobre 2001 sono state campionate, per due volte al mese, sette stazioni, posizionate presso le spiagge di Albaia e Lido Arezzo, Centro lago (superficie e profondità), e di fronte allo sbocco dei fossi principali Anguillara, Rio Pescaia, Paganico e Macerone (superficie e profondità). Nel periodo finale della collaborazione (novembre 2001-febbraio 2002), sono stati ridotti e cambiati sia i punti di campionamento (Anguillara, Macerone, Potabilizzatore, Monte del Lago) sia la frequenza dei prelievi.

Il riconoscimento dei cianobatteri si è basato sull'osservazione al microscopio ottico dei campioni freschi mentre per il conteggio degli stessi è stato utilizzato il metodo delle camere di Utermol. Forti difficoltà nell'applicazione della metodica sono state incontrate per l'elevata torbidità naturale dei campioni, dovuta alla presenza di tantissimo particolato in sospensione che, per effetto del reagente di lugol, precipita con cianobatteri e alghe, compromettendo il conteggio.

La comunità cianobatterica del lago Trasimeno risulta composta da una notevole diversità di specie. In particolare, tra le forme potenzialmente produttrici di tossine, sono stati rilevati cianobatteri appartenenti ai generi *Oscillatoria*, *Aphanizomenon*, *Planktothrix* e *Cylindrospermopsis*, di cui solo la specie *Cylindrospermopsis raciborskii*, nota per la sua forte tossicità, ha raggiunto una consistenza numerica relativamente significativa. Con l'avvicinarsi della stagione fredda, la comunità si è notevolmente ridotta, fino a scomparire a dicembre e gennaio.

Tutte le specie osservate sono state isolate in coltura unicellulare. Su tali ceppi sarà possibile eseguire una identificazione tassonomica più precisa.

Il problema ambientale e sanitario delle fioriture di cianobatteri nel lago Trasimeno.

Istituto Superiore di Sanità

Funari E.

2003

Obiettivo generale della convenzione stipulata tra ARPA Umbria e l'Istituto Superiore di Sanità, della durata di due anni, è quello di predisporre un piano di monitoraggio delle acque del lago Trasimeno attraverso la valutazione del rischio ambientale e sanitario associato alle fioriture di cianobatteri.

Nella prima fase del progetto (luglio-agosto 2001), l'attività sperimentale è stata focalizzata sulla determinazione analitica della microcistina LR, considerata particolarmente interessante per la sua elevata tossicità e diffusione, nelle seguenti stazioni: Castiglion del lago (pontile, entrata e uscita del potabilizzatore), San Feliciano, Macerone, Monte del lago, Anguillara.

Per quanto riguarda il metodo, è stato raggiunto un limite di determinazione quantitativa (LOQ) di 5 ng/ml e un limite di rilevazione (LOD) di 1 ng/ml.

Dall'analisi dei risultati, si evidenzia che:

- la microcistina LR disciolta non è risultata determinabile nei campioni d'acqua prelevati in entrata e in uscita dal potabilizzatore nel periodo luglio-agosto. La sua presenza è stata, invece, rilevata nei mesi di settembre, ottobre (con una concentrazione massima di 0,0038 µg/l in uscita il giorno 15) e novembre. La microcistina LR intracellulare analizzata negli stessi campioni, è risultata quasi sempre non determinabile o in concentrazioni non significative.
- Nella stazione di San Feliciano, i livelli riscontrati di microcistina LR disciolta o intracellulare sono molto contenuti, inferiori a 0,024 µg/l.
- Nelle altre stazioni è stata ritrovata la microcistina disciolta in livelli molto bassi e mai quella all'interno delle cellule.

In conclusione, si può affermare che la microcistina LR, in molti casi, non è determinabile ai livelli di sensibilità del metodo applicato o che comunque, quando è stata rilevata, ha mostrato livelli molto bassi. Ciò sembra essere in accordo con quanto emerso dalla caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle specie di cianobatteri presenti nel lago, che non ha evidenziato livelli apprezzabili di produttori di microcistine. Le saltuarie quantità rilevate potrebbero, pertanto, essere associate alla specie *Oscillatoria*, anche se questa specie è nota per essere soprattutto produttrice di anatoossina-a.

In futuro sarebbe interessante includere tra le tossine da determinare la cilindropermopsina e l'anatoossina-a.

Primo rapporto su *Cylindrospermopsis raciborskii* in Italia.

Harmful Algae News, 28: 8-9

G. Manti, D. Mattei, V. Messineo, S. Melchiorre, S. Bogianni, N. Sechi, P. Casiddu, A. Luglié, M. Di Brizio, M. Bruno.
2005

Il lavoro mette in evidenza come nei bloom algali costantemente presenti in estate nel Trasimeno, a partire dal 1995, sia stato evidenziato un cianobatterio (*Cylindrospermopsis raciborskii*) di origine tropicale, da diversi anni presente anche in regioni dal clima temperato (Germania, Portogallo, Francia).

L'organismo può produrre epato-neuro-tossine quali cilindrospermopsina (Cyn) e saxitossina (STX, NEO) che rilascia durante la senescenza o per condizioni sfavorevoli ambientali (shock termici o trattamenti di potabilizzazione).

All'epoca non fu possibile controllare la presenza di cilindrospermopsina per mancanza dello standard.

Nel 2004, durante una fioritura estiva di *Cylindrospermopsis raciborskii*, furono effettuate analisi per la ricerca della cilindrospermopsina: i risultati mostrarono che, pur essendo stati rilevati 6 milioni di cellule/litro di *C. raciborskii*, la tossina era presente solo in tracce nei campioni analizzati. Il fenomeno potrebbe essere attribuito alla presenza di ceppi che non producono tossina, oppure a condizioni ambientali sfavorevoli la produzione di tossina.

L'eventuale pericolosità di questa cianofitea, tuttavia, deve essere tenuta sotto controllo costantemente non essendo noto se, sotto particolari condizioni, l'alga potrebbe iniziare a produrre in quantità notevole, divenendo un fattore di rischio importante per la salute pubblica.

First report of *Cylindrospermopsis raciborskii* in Italy.

Harmful Algae News, 28; 8-9

G. Manti, D. Mattei, V. Messineo, S. Melchiorre, S. Bogialli, N. Sechi, P. Casiddu, A. Luglié, M. Di Brizio, M. Bruno.

2005

Nel lavoro viene sottolineata il ritrovamento del cianobatterio *Cylindrospermopsis raciborskii* nelle acque del lago Trasimeno. L'organismo è tipico di acque dolci superficiali di origine tropicale (laghi dell'Africa centrale e Australia) ma ritrovato da alcuni anni anche in regioni temperate (Germania, Portogallo, Francia).

Il ritrovamento del batterio è importante perché può produrre tossine, come la cilindrospermopsina (Cyn) e saxitossina (STX, NEO) che rilascia durante la senescenza o in conseguenza di condizioni ambientali sfavorevoli (shock termici o trattamenti di potabilizzazione).

Il primo caso di avvelenamento umano causato da acqua potabile contaminata fu registrato nel novembre 1979 in Australia, e causò una epatoenterite.

Massicce fioriture algali di *Cylindrospermopsis raciborskii* furono evidenziate in Italia nell'estate del 1995 nel lago Trasimeno e nel lago di Albano. Nel 2003 tricomi di questa specie furono osservati nelle acque di un impianto di potabilizzazione in Sardegna, provenienti dal lago Cedrino. In tutti i casi non furono fatte analisi delle per la mancanza dello standard della tossina.

Nel 2004 *Cylindrospermopsis raciborskii* è stata ritrovata in 3 laghi italiani: lago di Albano, Trasimeno e Cedrino. L'analisi chimica effettuata mediante cromatografia accoppiata con l'apparato spettrofotometrico (LC-MS/MS) evidenziò che due dei 3 casi esaminati erano tossici e l'analisi dimostrò la presenza di cilindrospermopsina. L'analisi del fitoplancton, rilevò la densità massima di 6 milioni di cellule /litro di *C. raciborski* nel campione di acqua del lago di Albano, di 9 milioni di cellule /litro nel campione di acqua del lago Trasimeno e di 81 milioni di cellule /litro di nel campione di acqua del lago di Cedrino. Le analisi chimiche rilevarono la presenza di cilindrospermopsina nel lago di Albano (15 ng/l), tracce di tossina nel Trasimeno e alcuna tossicità nel lago di Cedrino. Ciò dimostra che ci sono ceppi batterici del cianobatterio definito tossico che non necessariamente o non sempre producono tossina.

L'estensione della distribuzione geografica di questo batterio potrebbe essere legata ad alcuni uccelli acquatici come i gabbiani ma, in ogni caso, i dati sopra riportati fanno emergere la necessità di controllare i corpi idrici italiani considerando anche che le fioriture di questo cianobatterio non formano schiume e modificano appena il colore dell'acqua, rendendo più difficile la loro visibilità.

Eutrofizzazione del Lago Trasimeno: il problema delle fioriture algali (2007)

Atti 14° Convegno di igiene Industriale. Corvara (BZ) 1-4 aprile 2008

Cingolani L., Padula R., Di Brizio M., Ciccarelli E.

2008

Nella relazione viene affrontato il problema delle fioriture algali come conseguenza al fenomeno di eutrofizzazione, che coinvolge la tutela della salute pubblica e ambientale del lago Trasimeno. Lo studio intende valutare l'evoluzione delle comunità algali, segnalare eventuali incrementi di popolazioni potenzialmente tossiche ed individuare le cause che scatenano i bloom estivi di cianobatteri.

Il lavoro si avvale dei dati (1992-2007) ottenuti con il programma di sorveglianza dell'eutrofizzazione, attuato secondo il D.M. 17 giugno 1988, su sette punti di campionamento, Centro lago, Anguillara, Macerone, Paganico, Rio Pescia, Lido Arezzo Pineta, Spiaggia Albaia, localizzati nei comuni di Castiglione del Lago, Tuoro e Magione. A supporto delle indagini sulle popolazioni di cianobatteri (conteggio e riconoscimento delle specie algali potenzialmente tossiche e determinazione della clorofilla "a" quale principale pigmento foto sintetico delle cianofitofite), sono stati rilevati anche alcuni parametri chimico-fisici: pH, temperatura, trasparenza, conducibilità a 25 °C, alcalinità, % saturazione, DO, azoto totale, azoto ammoniacale, azoto nitroso, azoto nitrico, ortofosfato, fosforo totale, clorofilla "a", silice, cloruri, solfati, solidi disciolti.

I risultati ottenuti prendono in considerazione le particolarità del bacino di studio, valutandone oltre alle caratteristiche idrologiche e morfologiche anche le criticità dovute alla presenza degli allevamenti zootecnici, ai prelievi idrici, all'apporto dei nutrienti dalle attività agricole, all'impatto della popolazione residente e ai potenziali carichi di scarichi civili ed industriali.

Si rileva così che le comunità fitoplanctoniche del lago nel tempo hanno subito interessanti modificazioni. Composte essenzialmente da popolazioni di clorofitee o di diatomee fino al 1990, si arricchiscono sempre più di alghe azzurre filamentose, che nel periodo tardo-estivo, tendono a manifestarsi in vere e proprie esplosioni per tutto lo spessore dello specchio lacustre (h.max 4m).

Il fenomeno è risultato quanto più evidente negli anni 2004-2005, quando si siano verificate le ottimali condizioni per la crescita di alghe azzurre, quali l'alta temperatura dell'acqua, l'illuminazione prolungata, e l'esaltazione dei fenomeni eutrofici.

Tra le alghe filamentose, negli anni '90 si riscontravano soprattutto *Phormidium* spp. ed *Oscillatoria tenuis*, attualmente vengono rilevate le specie *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Planktothrix agardhii*.

La crescita di *Cylindrospermopsis raciborskii* è risultata particolarmente rilevante nel 2004 e nel 2005. Le zone più colpite vengono individuate nelle area antistanti i punti di confluenza del Fosso Macerone, Rio Pescia, e Fosso Paganico, nonché nella zona centrale del lago. In questi luoghi l'esplosione algale era presente in alte concentrazioni anche in profondità. I periodi critici si sono manifestati sempre nei mesi di agosto e settembre.

Le principali cause delle fioriture estive di cianofitee possono essere attribuite:

- alle peculiarità del bacino (ridotte dimensioni, scarsità di precipitazioni atmosferiche, modestissima portata dei corsi d'acqua afferenti, mancanza da oltre 30 anni del ricambio delle acque che non riescono a raggiungere il livello di sfioro);
- all'aumentato afflusso di nutrienti veicolati dagli scarichi civili che, se pur trattati, convogliano continuamente inquinanti nel lago;
- al notevole carico zootecnico localizzato sulle aree agricole per effettuare pratiche di fertirrigazione.

ARPA ha suggerito alcuni rimedi all'avanzare di un degrado che potrebbe divenire incontrollabile:

- la dismissione completa dell'approvvigionamento idrico a fini potabili dal lago Trasimeno,
- l'utilizzo degli scarichi civili trattati per uso irriguo;
- la promozione e l'incentivazione di sistemi innovativi di compostaggio che non prevedono emissioni di reflui, da sostituire alle pratiche di fertirrigazione;
- l'applicazione del Codice di Buona Pratica Agricola;
- una sorveglianza sempre più stringente dell'evoluzione dell'ecosistema lacustre.

IDROGEOLOGIA

Messa a punto dello stato delle conoscenze ambientali di riferimento dell'area del Lago Trasimeno e definizione di un modello concettuale per un piano di gestione

Documenti

Task 1 - Raccolta e integrazione dei dati

Schede di sintesi delle pubblicazioni

Idrogeologia

A cura di: Sonia Renzi,
Nicola Morgantini
Dipartimento provinciale di Perugia

Articoli

- **Caratteristiche idrogeologiche del Lago Trasimeno**
Mem. Soc. Geol. It., XIX, pp. 295- 302
Deffenu L., Dragoni W. - 1978
- **Idrogeologia del Lago Trasimeno**
I.Deffenu - W.Dragoni
Geologia applicata e idrogeologia, vol.13 (1978)
- **Piano per la gestione e controllo del bacino del lago Trasimeno finalizzato al contenimento dell'eutrofizzazione - Caratteristiche idrologiche**
Ministero dell'Ambiente – Regione dell'Umbria - 1992
- **Il problema del Lago Trasimeno**
Spazio Ambiente, pp. 14-17.
W. Dragoni, C. Evangelisti - 1999
- **Il lago Trasimeno: stato delle conoscenze e nuova modellizzazione idrogeologica**
Tesi di Dottorato in "Geologia applicata, geomorfologia e idrogeologia" XII Ciclo UniPG
Evangelisti C. - 2001
- **The Role of Lake Trasimeno (central Italy) in History of Hydrology and water management**
IWA (International Water History association) 3rd International Conference:
Alexandria, Egypt
R. Burzigotti, W. Dragoni, C. Evangelisti, L. Gervasi.
11 - 14 December 2003
- **Il Lago Trasimeno e le variazioni climatiche**
Progetto informativo dell'assessorato all'Ambiente della Provincia di Perugia, Servizio Gestione e Difesa Idraulica, pp 60.
W. Dragoni - 2004
- **Il problema del bilancio e dell'evaporazione del Lago Trasimeno**
Int. Meeting: lacustrine systems management-The Case of Trasimeno Lake:
comparing experience. Castiglione del Lago (PG), 5 pp.
W. Dragoni - September, 13, 2005
- **La modellistica idrologica nella gestione di un invaso naturale: il caso del Lago Trasimeno**
Giornata mondiale dell'acqua dell'Accademia dei Lincei
P. Manciola, S. Casadei. - 2005
- **LAGO, A MATHEMATICAL MODEL FOR SIMULATING LAKE LEVELS**
GEOITALIA (ABSTRACT)
DRAGONI W., GNUCCI L., MELILLO M. -2005
- **Problemi ambientali ed idrogeologici dei principali laghi dell'Italia centrale**
Atti del Convegno "Lagune, laghi e invasi artificiali italiani" (abstract)
Di Matteo L., Gnucci L., Lotti F. - 2005
- **Risultati del progetto di ricerca PRIN "laghi 2003-2005"**
Giornale di Geologia Applicata 3 39-46.
Dragoni W. et al. - 2006

Caratteristiche idrogeologiche del Lago Trasimeno

Mem. Soc. Geol. It., XIX, pp. 295- 302

Deffenu L., Dragoni W.

1978

Il lago Trasimeno occupa una vasta depressione localizzata tra la Val di Chiana e la Valle del Tevere. Il bacino imbrifero ha una superficie ridotta rispetto a quella dello specchio d'acqua (309 km² contro i circa 120 km² della superficie lacustre) e praticamente coincide con il bacino idrogeologico. Nel bacino imbrifero affiorano litotipi a bassa permeabilità, per cui è alimentato solamente dalle piogge che cadono al suo interno e che vengono convogliate al lago attraverso piccoli corsi d'acqua caratterizzati da regime torrentizio. Tutto questo comporta che il livello del lago subisca delle forti oscillazioni a scala pluriennale ed annuale. L'emissario artificiale non permette accumulo di riserve d'acqua nei periodi ad alta piovosità, dato che il livello massimo raggiungibile dal lago è quello della soglia di sfioro del canale. L'impossibilità di accumulare riserve comporta che il lago sia soggetto ad un maggior rischio di impaludamento in corrispondenza di periodi poco piovosi. L'ampliamento artificiale del bacino, effettuato tra il 1958 ed il '61, ha attenuato il problema delle oscillazioni del livello, senza però riuscire a risolverlo definitivamente.

Il bacino imbrifero del Trasimeno, dal punto di vista geolitologico, è suddivisibile in due aree distinte: quella orientale, costituita da sedimenti più antichi (oligo-miocenici) appartenenti alle formazioni flyshoidi delle "Marne di Pievelago" (Oligocene sup.-Miocene inf.) e delle "Arenarie di Monte Cervarola" (Miocene inf.), facenti parte del complesso "Monte Modino-Monte Cervarola" e quella occidentale, costituita da sedimenti recenti di facies litorale e deltizia e di facies fluvio-lacustre (Pliocene sup.). Lungo il perimetro del lago è presente una fascia di circa 1km, che si allarga in corrispondenza della Piana di Panicate, della Conca di Tuoro e degli alvei di Rio Pescia e Fosso Paganico, costituita da alluvioni attuali (sabbie, ciottoli e limi).

Dal punto di vista idrogeologico, nel bacino si distinguono tre unità: quella più antica, con le formazioni del complesso M. Modino-M. Cervarola, quella dei sedimenti alluvionali villafranchiani lacustri e quella dei sedimenti fluvio-lacustri attuali. La prima è caratterizzata da bassa permeabilità, vista la presenza di livelli argillosi e argillocistosi; la circolazione è presente solamente all'interno degli strati lapidei (arenarie e marne), permeabili per fatturazione e/o porosità. La loro superficie, però, è molto alterata, non consentendo una veloce infiltrazione delle piogge; ciò comporta uno sfasamento temporale di qualche mese tra la massima piovosità ed il massimo incremento del livello del lago, che si registra a febbraio, quando è massima la saturazione della coltre superficiale.

La seconda unità ha una permeabilità per porosità piuttosto bassa e la circolazione sotterranea è localizzata nelle lenti sabbiose e ghiaiose in cui la matrice argillosa risulta più scarsa.

La terza unità, infine, è costituita da sabbie, ghiaie e limi come la precedente ma, a causa della minore presenza di matrice limo-argillosa, risulta avere una permeabilità più alta.

In queste due ultime unità si è impostata una falda superficiale più o meno continua che circonda tutto il lago. Questa presenta isofreatiche parallele alle isoipse e sempre superiori a queste, per cui contribuisce all'alimentazione del lago.

A scala di bacino, tutte le formazioni presenti sono caratterizzate da bassa permeabilità, motivo per il quale è da escludersi una dispersione di acque all'esterno del bacino, per via sotterranea.

Idrologia

In questo lavoro sono stati utilizzati i dati idrologici riferiti al periodo 1921-1974. E' stato possibile ricostruire i livelli del lago il primo giorno di ogni mese per tre periodi distinti: 1921-1943, 1947-1958 e 1961-1974. Quest'ultimo periodo coincide con l'allargamento del bacino.

Le precipitazioni sul bacino e sullo specchio d'acqua sono state calcolate con il metodo di Thiessen a partire dai dati pubblicati dal Min LL.PP. (1921-1971) e da quelli non pubblicati raccolti dal Servizio

Idrografico di Roma. I mesi meno piovosi sono giugno, luglio e agosto, per cui si fa iniziare l'anno idrologico il primo settembre.

Il Trasimeno risponde alle precipitazioni, anche quelle più intense, nel giro di 2-3 giorni. Questo è dovuto sia al fatto che le piogge sullo specchio sono pari a circa 1/3 di quelle cadute sul bacino, sia alla piccola distanza tra il lago ed il limite del bacino stesso (2-3 km), che essendo a bassa permeabilità, non riceve apporti dall'esterno per via sotterranea.

In questo caso la variazione del volume del lago (D_v), con emissario non funzionante, dipende dalle precipitazioni (P) e dalle perdite dovute essenzialmente all'evapotraspirazione (E) (le perdite dovute ai prelievi sono all'incirca 40mm/anno):

$$D_v = P \cdot S_s + P \cdot S_b \cdot C - E \cdot S_s$$

dove S_s è la superficie dello specchio d'acqua, S_b è la superficie del bacino idrogeologico e C è il suo coefficiente di deflusso.

Dividendo tutto per S_s e esplicitando P si ha:

$$D_h = P \cdot (1 + R \cdot C) - E$$

dove $R = S_b/S_s$ e D_h è la variazione di livello in un anno.

Considerando con buona approssimazione E e C costanti, quest'equazione vale per tutti gli anni con emissario non funzionante e c'è una dipendenza lineare tra il livello del lago e le precipitazioni. C è incognito, ma ricavabile visto che il termine tra parentesi rappresenta il coefficiente angolare della retta.

Con il metodo dei minimi quadrati sono state ricavate le relazioni tra D_h e P per i tre distinti periodi sopraccitati. I valori ottenuti sono affetti da una certa approssimazione dipendente dai dati, dal reale comportamento del lago e dal metodo utilizzato. Il metodo è stato affinato simulando le variazioni dei livelli del lago nei tre periodi, scegliendo come anno di partenza un anno in cui siano noti i livelli del lago il primo giorno di ogni mese e se si ammette che l'equazione sopra riportata sia valida per tutti i mesi e non solo a partire dal primo settembre. Ai livelli noti si sommano algebricamente e progressivamente tutti i dislivelli D_h calcolati, considerando la piovosità annua a partire da ogni mese. In questo modo, ogni errore K porta dopo N anni ad un errore $N \cdot K$, causando una maggiore divergenza, man mano che si aggiungono anni, tra la curva di simulazione e la curva reale.

Le simulazioni risultano buone tranne per il periodo 1947-1958, a causa dell'anomalo comportamento del lago nel 1949, durante il quale il livello non ha avuto incremento invernale e ha contestualmente subito un forte decremento nel periodo estivo. Fino al 1960, comunque, le curve ricavate sono praticamente coincidenti con quelle reali e si ha un brusco allontanamento tra le due solamente in corrispondenza dell'ampliamento del bacino, che ha causato il cambiamento del regime del lago.

Mediante queste simulazioni è possibile calcolare l'ampliamento del bacino necessario affinché diminuisca la pioggia critica (pioggia per cui il bilancio del lago non risulti negativo). Nelle condizioni attuali, il bilancio positivo ogni anno è ottenibile solamente portando la pioggia critica a 450 mm/anno, con ampliamento del bacino fino a 850 km². In questo caso le oscillazioni si limiterebbero al più alle normali oscillazioni annuali e l'emissario funzionerebbe sempre, trasformando il Trasimeno in un lago aperto.

Idrogeologia del Lago Trasimeno
I.Deffenu - W.Dragoni
Geologia applicata e idrogeologia, vol.13 (1978)

Il presente lavoro è stato effettuato per definire le caratteristiche idrologiche e geologiche del lago e del bacino e per valutare gli effetti delle opere idrauliche eseguite tra il 1959 e 1960 (allacciamento bacini Tresa e Rio Maggiore).

Il bacino del lago è impostato su litotipi poco permeabili e le caratteristiche idrogeologiche e l'assetto strutturale generale indicano che, complessivamente vi sono scarse possibilità di deflussi sotterranei dal bacino verso zone esterne ad esso, ed inoltre esiste una modesta falda idrica che alimenta il lago.

Sono stati raccolti i dati relativi ai livelli del lago dal 1921 al 1974 e quindi ricostruita la serie storica. Dall'elaborazione dei dati raccolti gli autori affermano che:

- Le perdite complessive del lago fra il 1961 e il 1974, con emissario non funzionante, sono praticamente costanti e pari a circa 1440 mm/a, di cui 40 mm/a attribuibili a prelievi artificiali. Il livello dipende quindi essenzialmente dalle precipitazioni.
- Le precipitazioni sono molto variabili da un anno all'altro e nel periodo 1921-1974 sono comprese tra 450 e 1200 mm/a. Tuttavia le precipitazioni tendono a raggrupparsi in periodi pluriennali di alta e bassa piovosità, influenzando quindi l'andamento pluriennale dei livelli lacustri.
- Il coefficiente di deflusso è diminuito da 0.7 a 0.5 tra il 1921 e il 1974, e la pioggia critica, in seguito all'ampliamento del bacino, è passata da 800 a 710 mm/a. Tuttavia se non verrà effettuato un ulteriore ampliamento dell'attuale bacino ogni 10 anni dovranno aspettarsi periodi di circa 3-5 anni caratterizzati da deficit di bilancio (tipo 1970-1974). Bilanci idrici in equilibrio potranno essere ottenuti solamente portando la pioggia critica a circa 600 mm/a, ovvero ampliando di altri 80 km² il bacino drenante (allacciando i bacini dei torrenti Esse e Mucchia a Nord del lago).
- Il più basso livello medio del lago e i ricorrenti periodi di ritiro in questo secolo rispetto al precedente sono spiegabili con l'entrata in funzione dell'emissario del 1898.
- La falda che alimenta il lago fornisce in altezza circa 450-650 mm/a.

Per una migliore conoscenza del sistema lacustre gli autori suggerivano di:

- mettere in opera misuratori di portata nel canale Anguillara e nel canale emissario;
- mettere in opera idrometri nel lago con zero idrometrico tenuto fisso nel tempo,
- installare stazioni evaporimetriche.

Nell'articolo sono presenti dati relativi a livelli idrometrici mensili dal 1921 al 1974, temperature medie mensili e afflussi meteorici.

Piano per la gestione e controllo del bacino del lago Trasimeno finalizzato al contenimento dell'eutrofizzazione - Caratteristiche idrologiche
Ministero dell'Ambiente – Regione dell'Umbria
1992

Il Trasimeno è un lago chiuso i cui apporti idrici naturali derivano dalle piogge e dalla falda freatica. Per tale motivo i livelli del lago sono strettamente connessi alle variazioni climatiche, innalzandosi durante i periodi freddo-umidi e abbassandosi durante quelli caldo-secchi.

Già in epoca romana, mediante opere di ingegneria idraulica, si è cercato di gestire le forti escursioni del livello lacustre, che portavano dall'inondazione dei terreni litoranei nei periodi piovosi, al rischio di impaludamento in quelli secchi.

Le prime opere erano essenzialmente volte a limitare i danni conseguenti alle piene, per cui è stato costruito un emissario artificiale nei pressi di S.savino, modificato in diversi periodi storici per aumentarne l'efficienza. E' solamente alla fine degli anni '50 che risultò evidente il problema opposto a quello delle piene, ossia il rischio di impaludamento. Per cercare di risolverlo è stato realizzato il canale dell'Anguillara che, attraverso un sistema di chiuse è in grado di conferire acqua al lago ma anche di farle defluire nel vicino lago di Chiusi, in caso di piena. Questo ampliamento artificiale del bacino ha solamente attenuato il problema dei livelli bassi in corrispondenza di annate con scarsa piovosità. Questo è dovuto anche alla forte evapotraspirazione dal bacino (430-520 mm/anno) ed evaporazione dallo specchio lacustre, che riducono sensibilmente la quantità di pioggia efficace, cioè quell'aliquota di pioggia che effettivamente riesce a raggiungere il lago, sia per vie sotterranee che superficiali.

All'evapotraspirazione e all'evaporazione vanno sommate anche le perdite dovute ai prelievi per uso agricolo e industriale che ammontano a circa 1200-1400 mm/anno.

Il problema del Lago Trasimeno

Spazio Ambiente, pp. 14-17.

W. Dragoni, C. Evangelisti

1999

Questo lavoro nasce dalla necessità di revisionare i risultati ottenuti in passato alla luce dei nuovi dati a disposizione e dei problemi attuali del lago, risalendo ai lavori pubblicati sulla dinamica del Trasimeno alla fine degli anni ottanta.

Il Trasimeno ha una superficie media di circa 122 km² e profondità massima di circa 5,2 m. Il bacino imbrifero, essendo impostato su litotipi a bassa permeabilità, coincide con il bacino idrogeologico, per cui tutta l'acqua che si infila nei sedimenti del bacino raggiunge il lago.

Il Trasimeno è sempre stato caratterizzato da una forte variabilità nell'andamento dei livelli, caratteristica propria della dinamica del lago; ma, mentre in passato il problema era costituito da livelli troppo alti, motivo per cui nel 1898 è stato costruito un emissario artificiale, successivamente, anche a causa dello stesso emissario, il problema principale è diventato quello dei livelli bassi. Con l'ampliamento artificiale del bacino imbrifero mediante l'allacciamento dei torrenti Tresa, Rio Maggiore, Moiano e Maranzano, il problema delle "magre" è stato attenuato ma non risolto definitivamente.

In questo lavoro sono stati considerati solamente i dati relativi al periodo 1963-1997.

In maniera sintetica l'equazione del bilancio può essere espressa nel modo seguente:

$$\Delta H = 3.21P_S - 2.15ETR_b - EV - Pre \quad (1)$$

dove:

ΔH è la variazione di livello del lago (m);

P_S è l'altezza di pioggia sullo specchio lacustre (m);

ETR_b è l'altezza dell'evapotraspirazione dal bacino imbrifero attuale (m);

EV è l'altezza di evaporazione dallo specchio (m);

Pre è l'altezza delle uscite dal lago tramite prelievi (m).

Per la risoluzione dell'equazione sopra riportata è necessario disporre di dati certi, mentre spesso si dispone solamente di stime, come ad esempio nel caso dei prelievi artificiali dal lago.

La relazione tra le variazioni del livello del lago e le piogge sullo specchio è espressa dall'equazione:

$$\Delta H = 2.21P_S - 1.55 \quad (2)$$

Il coefficiente di correlazione (R^2) indica che le sole piogge sullo specchio spiegano le variazioni di livello del lago per il 90% circa, nonostante queste dipendano anche da altri fattori come la distribuzione temporale delle precipitazioni, la temperatura, i prelievi artificiali ecc. Quest'equazione può essere interpretata in vari modi e, a seconda dell'interpretazione, varia la stima dell'evapotraspirazione dal bacino, dell'evaporazione dallo specchio e del coefficiente di deflusso. In questo lavoro si assume, con buona approssimazione, che l'evapotraspirazione annua dal bacino sia data dall'equazione:

$$ETR_b = 0.468 P_S + 0.18 \quad (3)$$

da cui si evince che l'evapotraspirazione dal bacino aumenta all'aumentare della piovosità. Sostituendo la (3) nella (1) si ottiene l'equazione (2), che costituisce un modello elementare ma molto efficace della dinamica del lago.

Questo modello prevede che l'evapotraspirazione dal bacino aumenti all'aumentare della pioggia, come previsto in teoria e riscontrato in pratica e che il coefficiente di deflusso non sia costante, ma aumenti all'aumentare della piovosità, come di norma si riscontra.

Considerando la quantità di EV stimata da Dragoni e Valigi (1994), si ottiene una stima dei prelievi artificiali netti (senza considerare, quindi, la quantità che torna in falda ad esempio per irrigazione) pari a circa 93 mm/anno. Questa stima è prossima ai dati ufficiali.

Questi dati vengono in parte confermati anche utilizzando un modello a scala mensile, in fase di completamento.

Il principale fattore che controlla i livelli del lago è la piovosità annua e, in particolare, per piogge superiori a 700 mm/anno (pioggia critica), il lago aumenta di volume fino al raggiungimento del livello di sfioro dell'emissario. Per periodi prolungati in cui si registra una piovosità inferiore alla pioggia critica, si ha una diminuzione continua del volume del lago. In queste condizioni le uscite sono essenzialmente dovute all'evaporazione, che porta ad un aumento della concentrazione di sali disciolti e di inquinanti.

La pioggia minima registrata nel periodo 1921-1997 è stata di 440 mm/anno, che può essere assunta come pioggia minima sul lago, a cui, applicando l'equazione (2), corrisponde una diminuzione di livello pari a 58 cm, pari ad un volume di $70,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Se tale volume venisse portato al lago dall'esterno (inteso anche come diminuzione dei prelievi), si avrebbe ogni anno un bilancio tra entrate e uscite, in pari o in attivo.

Il lago Trasimeno: stato delle conoscenze e nuova modellizzazione idrogeologica
Tesi di Dottorato in “Geologia applicata, geomorfologia e idrogeologia” XII Ciclo UniPG
Evangelisti C.
2001

In questo lavoro è stata eseguita una modellizzazione del lago attraverso l'elaborazione di un nuovo modello idrogeologico a scala mensile e di un modello annuale basato su criteri già utilizzati in passato. Questo permette di approfondire le conoscenze sulla dinamica del lago e di ottenere nuove stime per parametri, tuttora poco noti, relativi al lago e al suo bacino, quali: uscite dal lago per evaporazione e prelievi artificiali, evapotraspirazione reale dal bacino, coefficiente di deflusso del bacino e ripartizione deflusso superficiale-deflusso sotterraneo.

Il modello idrogeologico mensile consiste in un codice di calcolo scritto in Visual Basic che elabora il bilancio idrogeologico del lago e ne simula le variazioni di livello. La calibrazione è stata effettuata sui dati del periodo 1963-1997. Questo modello risulta migliore rispetto a quelli sviluppati in precedenza in quanto fornisce una migliore descrizione dei processi fisici che avvengono nel sistema. Questo modello ha fornito buone simulazioni delle variazioni di livello del lago.

Il modello annuale, invece, è costituito dall'equazione che lega le variazioni di livello del lago alle piogge sullo specchio lacustre. L'interpretazione di quest'equazione in termini di bilancio idrogeologico ha permesso di dare un significato fisico ai coefficienti che la caratterizzano e di ricavare alcuni dei termini incogniti sul bilancio del lago.

Per mezzo del modello idrogeologico mensile sono state ottenute stime dell'evapotraspirazione reale dal bacino, del coefficiente di deflusso e dell'apporto sotterraneo al lago. Con il modello annuale si è ottenuta un'ulteriore stima del coefficiente di deflusso e delle uscite dal lago.

L'applicazione di entrambi i modelli ha permesso di stimare i parametri non noti quali:

- la sommatoria delle uscite dal lago dovute ad evaporazione e a prelievi artificiali, per le quali, per mezzo del modello annuale, è stato stimato un valore medio di circa 1140 mm/anno. Sottraendo a questo una delle stime più recenti per l'evaporazione, si ottiene il valore medio annuo dei prelievi artificiali totali, pari a circa 71 mm/a, valore che risulta in accordo con le stime ufficiali.
- L'evapotraspirazione reale dal bacino per la quale è stato stimato un valore medio annuo di circa 557 mm/a, praticamente coincidente con quello ricavabile applicando la formula di Turc.
- Il coefficiente di deflusso per il quale sono stati ottenuti due diversi valori a seconda del modello: 0.26 per quello a scala mensile e 0.29 per quello a scala annuale. Il primo valore, a cui corrisponde un apporto totale dal bacino al lago di circa 195 mm/anno, è praticamente coincidente con il valore medio annuo dell'eccedenza idrica totale calcolata con il metodo Thornthwaite. Il secondo corrisponde ad un apporto totale al lago pari a 217 mm/anno.

Tutte e due le stime sono prossime al valore 0.3 e risultano più attendibili rispetto alle stime più alte ricavate in lavori precedenti, anche perché più prossimi ai valori di Cd calcolati per bacini limitrofi al Trasimeno, litologicamente simili.

- Per quanto riguarda la ripartizione deflusso superficiale-deflusso sotterraneo, si è ottenuto che l'89% dell'apporto totale al lago sia sotterraneo. Questo valore appare piuttosto elevato, considerando la bassa permeabilità dei litotipi nel bacino e le stime ottenute in precedenza da altri autori.
- Con il modello idrogeologico è stata stimata la costante di recessione α relativa all'acquifero che alimenta il lago. È stato ottenuto un valore di circa 6.6×10^{-3} giorni⁻¹, paragonabile ai valori relativi ad alcuni sistemi idrogeologici dell'Italia centrale, caratterizzati da bacini a permeabilità medio-alta (veloce risposta della falda all'andamento delle precipitazioni).

Ulteriori affinamenti del modello idrogeologico porteranno ad ottenere risultati più attendibili, ma questo sarà possibile solamente sulla base di un sistema di acquisizione dati più accurato di quello attualmente esistente.

In questo contesto l'autrice suggerisce di inserire nel già esistente sistema S.I.G.L.A. stazioni adeguatamente attrezzate per la misura dell'evaporazione dallo specchio; effettuare prove di pompaggio per definire i parametri idrogeologici dell'acquifero che circonda il lago; effettuare indagini piezometriche dettagliate e continue, in modo da poter quantificare il deflusso sotterraneo verso il lago; eseguire sondaggi per definire le caratteristiche stratigrafiche del bacino del Trasimeno e, quindi, accertare se esso possa essere effettivamente definito un bacino chiuso. Studi geochimici ed isotopici, inoltre, potrebbero servire a verificare il bilancio del lago.

The Role of Lake Trasimeno (central Italy) in History of Hydrology and water management

IWHA (International Water History association) 3rd International Conference: Alexandria, Egypt

R. Burzigotti, W. Dragoni, C. Evangelisti, L. Gervasi.

11 - 14 December 2003

Il lago Trasimeno, per le sue caratteristiche idrologiche, rappresenta un caso interessante nello studio della gestione della risorsa idrica nel tempo; infatti, la grande variabilità del suo livello, strettamente legata alle variazioni climatiche, ha portato nei secoli alla necessità di effettuare interventi per evitare o attenuare eventi di piena o siccità. Ad oggi, questi problemi non sono stati ancora del tutto risolti, visto che gli interventi realizzati in passato non risultano efficienti nelle attuali condizioni climatiche.

Il Trasimeno è un lago chiuso privo di emissario naturale; la superficie media è di circa 122 km² e la profondità massima risulta inferiore a 6m. Il substrato del bacino è costituito da torbiditi sulle quali, specialmente nel settore occidentale, giacciono depositi marini e fluvio-lacustri del Plio-Pleistocene e dell'Olocene. I depositi contengono un acquifero freatico che alimenta il lago.

Il bacino idrologico coincide con il bacino idrogeologico, per cui tutta la pioggia che cade all'interno dello spartiacque raggiunge il lago. Per questo motivo le variazioni di livello sono strettamente legate alle precipitazioni locali.

In questo lavoro sono stati considerati i dati relativi al periodo 1963-2001. Considerando il 1 Settembre come inizio dell'anno idrologico, sono state calcolate le medie annuali della temperatura misurata nella stazione di Monte del Lago, delle piogge cadute sullo specchio e sul bacino, del livello del lago, della superficie dello specchio d'acqua, del volume del lago e della sua profondità. L'aumento massimo ed il decremento massimo di livello sono stati calcolati considerando come inizio dell'anno idrologico il primo giorno di ogni mese.

Le variazioni climatiche si verificano non solo alla scala di milioni di anni, ma anche di migliaia e centinaia di anni o meno. Sono state ricostruite le variazioni climatiche degli ultimi 3000 anni utilizzando vari dati tra cui i livelli dei laghi ed è stato osservato che in Italia i periodi più freddi sono legati ad una maggiore piovosità, mentre quelli più caldi ad un clima più secco, cosa che si verifica anche attualmente. In particolare, dalla fine del '900 si registra una diminuzione nella piovosità media annuale e un aumento nella temperatura media annuale, con un gradiente pari a -103 mm/°C calcolato per la stazione di Perugia.

Già in tempi remoti sono state condotte azioni per regolare i livelli del lago a causa della loro forte variabilità; in epoca romana erano molto alti, tanto che probabilmente fu costruito un emissario artificiale che collegava il bacino del Trasimeno a quello del Tevere. Tra il 1000 ed il 1100 A.D., il livello scese in maniera consistente, tanto che furono costruiti dei villaggi che più tardi (1300-1400) sono stati sommersi. Nel 1420 Braccio Fortebraccio fece costruire un emissario artificiale (conosciuto come emissario Medievale, lungo 1050 m, di cui circa 900 sotterraneo) che metteva in connessione il bacino del Trasimeno e del Tevere. Quest'opera, però, non risultò efficace per cui nel 1482 il Papa Sisto IV fece ridurre il bacino del lago, deviando gli immissari Tresa e Rio Maggiore verso la Val di Chiana. Nonostante ciò, il livello medio del lago rimase comunque più alto rispetto al passato o a quello attualmente osservabile, a causa del periodo piovoso coincidente con quella che viene definita la "Piccola Era Glaciale". Tra la fine del Medio Evo e gli ultimi due decenni del sedicesimo secolo, tutta l'Europa occidentale venne attraversata da venti particolarmente freddi e, a causa della forte piovosità, si verificarono molte piene dei fiumi Arno e Tevere.

All'inizio del 1600 il livello del lago era talmente alto che il Papa Clemente VIII commissionò agli architetti Maggi, Rosa e Maderno uno studio sull'emissario medievale, che risultò ostruito in molti punti e sottodimensionato. Questo canale, infatti, era in grado di smaltire solamente 32x10⁶ m³/a, pari a circa 1/3 del volume delle immissioni durante i periodi piovosi. Oltre a restaurare questo canale, venne suggerito di scavarne un altro che convogliasse l'acqua al T. Caina, ma quest'opera non venne realizzata.

Nel 1630 iniziò un periodo di livelli bassi, che si protrasse fino a circa metà del 1700. Il livello del lago rimase comunque considerevolmente più alto rispetto ad oggi.

In seguito il livello aumentò nuovamente in corrispondenza di un clima particolarmente rigido, dando luogo a numerose piene. Furono redatti vari progetti per la soluzione del problema, tra cui quello di costruire un canale navigabile che mettesse in connessione il Tevere e l'Arno.

Nel 1898 fu costruito un nuovo canale all'incirca parallelo a quello medievale, in grado di far defluire fino a 12 m³/s. Quest'opera, però, non eliminò il problema delle variazioni di livello, in più portò il lago ad impaludarsi con crescente rischio di eutrofizzazione. Il livello continuò a diminuire fino al 1950 quando, a causa di una forte crisi idrica, la profondità massima scese al di sotto dei 3m.

La fine della "Piccola Era Glaciale"(1850-1880) e la costruzione del nuovo canale avente una soglia di sfioro troppo bassa, portarono ad un'inesorabile diminuzione del livello lacustre, con seri problemi per la navigazione, la pesca e le condizioni sanitarie.

Negli anni sessanta il bacino del lago venne ampliato, deviando nuovamente il Tresa ed il Rio Maggiore verso il Trasimeno e convogliando al lago anche le acque dei torrenti Moiano e Maranzano. Questi interventi sono reversibili infatti, in caso di piene, le acque in eccesso possono essere deviate nuovamente verso il lago di Chiusi. In seguito a questi interventi il livello del lago è risalito, ma non è stato risolto il problema in corrispondenza di periodi siccitosi prolungati, come dal 1988 ad oggi. Attualmente l'unico modo per controllare i livelli del lago è quello di operare sulle chiuse dell'emissario e degli immissari.

Attualmente il lago attraversa una fase di livelli molto bassi, come non accadeva dagli anni cinquanta. Ciò è causato in parte dalla diminuzione di precipitazioni ed il correlato lieve aumento delle temperature registrati nell'Italia centrale. Sin dal 1988 il livello del lago è al di sotto della soglia di sfioro dell'emissario, per cui le fuoriuscite dal lago coincidono più o meno con l'evaporazione dallo specchio. L'aumento dell'evaporazione porta ad un aumento di salinità e delle concentrazioni degli inquinanti nelle acque del lago, con conseguente peggioramento nella loro qualità .

E' stato applicato un modello idrologico a scala mensile (ancora in fase preliminare) per vedere come potrebbe variare il livello del lago se nell'area dovessero protrarsi queste condizioni climatiche. Dai risultati si evince che se la piovosità media annua dovesse diminuire anche solamente del 3%, si avrebbe un consistente abbassamento del livello medio, che risulterebbe drastico con una diminuzione delle piogge medie superiore al 20%.

E' necessario creare condizioni per le quali non si verificano più forti escursioni nel livello del lago, considerando non solamente i livelli bassi, ma anche eventuali piene, visto che in seguito a piogge eccezionali il livello può salire anche di 0,5 m in 48-60 ore; di queste solamente 6-9 mm potrebbero defluire dall'emissario nello stesso lasso tempo.

Attualmente, comunque, il problema è sicuramente quello del livello troppo basso. L'unica soluzione è portare acqua al lago da altri bacini e limitare gli attingimenti sia dal lago che dalla falda circostante.

Il Lago Trasimeno e le variazioni climatiche

Progetto informativo dell'assessorato all'Ambiente della Provincia di Perugia, Servizio Gestione e Difesa Idraulica, pp 60.

W. Dragoni
2004

La crisi idrica del Lago Trasimeno è iniziata nell'ultimo decennio del secolo scorso ed i suoi effetti sono esaltati dalla costante permanenza di condizioni idrometeorologiche caratterizzate da bassa piovosità. La trattazione della crisi idrica del lago non può prescindere da un'analisi su scala globale delle tendenze evolutive del clima, che stanno conducendo ad un progressivo depauperamento delle risorse idriche mondiali.

In Italia centrale, negli ultimi 3000 anni, c'è stata un'alternanza di fasi con clima mediamente caldo/secco e freddo/umido, con differenze di temperatura media annua di circa 1-2°C. In queste fasi, della durata di qualche centinaio d'anni, sono presenti periodi di vari decenni che si discostano dall'andamento complessivo. L'ultimo centinaio di anni è caratterizzato da una fase di riscaldamento. Queste alternanze naturali fanno sorgere qualche dubbio sul fatto che l'attuale riscaldamento del globo sia da attribuirsi esclusivamente all'"effetto serra".

Come in passato, in Italia centrale l'attuale lieve incremento di temperatura è accompagnato ad una più marcata diminuzione della piovosità media annua e, tendenzialmente, gli anni più caldi sono quelli più siccitosi.

La ricostruzione dei livelli lacustri nell'ultimo millennio indica come il lago abbia seguito molto bene le fasi climatiche; il livello si è generalmente innalzato durante i periodi freddo/umidi e abbassato durante quelli caldo/secchi. La variabilità della piovosità all'interno di questi periodi, comunque, e la natura stessa del lago (lago chiuso nel quale bacino imbrifero ed idrogeologico praticamente coincidono), hanno implicato forti variazioni di livello a scala annuale e pluriennale.

Nel tentativo di regimare i livelli lacustri sono stati costruiti emissari artificiali probabilmente sin dall'epoca romana; nel 1898 è stato realizzato un canale con portata massima teorica di 12 m³/s, che non risulta molto efficiente in periodi fortemente piovosi; all'inizio degli anni '80, infatti, è stato superato il livello idrometrico, posto convenzionalmente a 257.33 m s.l.m..

Il livello minimo (254.69 m s.l.m.) è stato raggiunto nel 1958 a causa di un periodo caratterizzato da bassa piovosità e di una cattiva regolazione dei volumi in uscita dal lago. L'emissario, infatti, impedisce l'accumulo di acqua nel lago così che, in periodi siccitosi, il livello comincia a scendere già da quote "basse". In seguito, per cercare di contrastare la variabilità dei livelli, è stato ampliato il bacino imbrifero, conducendo al lago torrenti che durante il medioevo erano stati deviati verso il lago di Chiusi.

Tra la piovosità media annua e la variazione di livello (periodo 1963-1997) esiste una correlazione espressa dall'equazione:

$$DH = 2.21Ps - 1.55$$

La retta è stata ottenuta mediante il metodo dei minimi quadrati; il coefficiente di correlazione $R^2 = 0.9$, indica che la relazione sopra riportata spiega gran parte della variazione totale dei livelli. Questo alto coefficiente è giustificato dal fatto che gran parte dei volumi recapitati al lago nel periodo considerato, è caduta direttamente sullo specchio.

In un anno il livello del lago non scende solamente se la piovosità annua supera la pioggia critica che, in seguito all'ampliamento del bacino, è passata da 810 mm/a a 700 mm/a.

In assenza di dati precisi sono stati stimati il coefficiente di deflusso (rapporto tra il volume d'acqua che arriva al lago e il volume di pioggia che cade sul bacino), l'evaporazione diretta dal lago e i prelievi.

Il coefficiente di deflusso Cd, calcolato per una pioggia media annua di 749 mm/anno e una temperatura media annua di 13°C è:

Cd = Veb/Vb = 0.28 (valore simile a quello dei Cd stimati per bacini contigui a quello del Trasimeno e nei quali la formula di Turc per il calcolo dell'evaporazione da risultati attendibili).

dove: **Veb** è il volume di acqua che arriva al lago dal bacino imbrifero e **Vb** è la pioggia che cade sul bacino. Con questo Cd si ha un apporto al lago pari a 55 milioni di m³/anno.

Il Cd non è costante ma, anche a parità di temperatura, varia al variare della piovosità.

Considerando un periodo siccitoso come quello degli ultimi anni, con una pioggia media annua pari a 450 mm/anno e una temperatura media sempre pari a 13 °C, si ottiene (sempre con Turc) un **Cd = 0,11**, con un apporto al lago pari a 14 milioni di m³/anno.

Una recente stima dell'evaporazione dal lago, relativa al periodo 1963-97, è stata ottenuta mediante una formula che da l'evaporazione da un evaporimetro nelle condizioni climatiche del lago, assumendo che il coefficiente di trasformazione sia pari ad 1, vista la scarsa profondità del lago. E' stata stimata una perdita annua per evaporazione pari a 1,070m/anno.

Dall'equazione di bilancio molto semplificata:

$$DV + Vem = Vs + Veb - Ve - Vpr$$

dove: DV è la variazione di volume annua del lago (noto);

Vem perdite dal lago per mezzo dell'emissario (noto);

Vs è il volume dato al lago dalle precipitazioni dirette sullo specchio (noto);

Veb è il volume dato al lago dal bacino imbrifero (stimato con Turc);

Ve è il volume uscito per evaporazione dallo specchio (stimato);

Vpr è il volume sottratto al lago per mezzo dei prelievi (incognito).

si ottiene **(Ve-Vpr) = 137* 10⁶ m³** da cui deriva che **(Ev + P) = 1.13 m/anno**.

Sottraendo l'aliquota di evaporazione stimata (1,070m), si ottiene che le perdite dal lago dovute ai prelievi si aggirano intorno a 6 cm/anno, stima vicina ai dati forniti dalla Provincia di Perugia.

Se l'andamento delle precipitazioni restasse simile a quello degli ultimi cinquant'anni, escludendo annate con piovosità eccezionale, per il recupero del lago sarebbero necessari 4-5 anni.

Il problema del bilancio e dell'evaporazione del Lago Trasimeno

Int. Meeting: lacustrine systems management-The Case of Trasimeno Lake: comparing experience.

Castiglione del Lago (PG), 5 pp.

W. Dragoni

September, 13, 2005

Il Trasimeno è un lago privo di emissari naturali con una superficie media di circa 121 km² e profondità massima inferiore a sei metri. È alimentato dalle piogge sullo specchio, dalle acque di ruscellamento e dalla falda idrica che lo circonda. Il bacino imbrifero coincide con buona approssimazione con il bacino idrogeologico.

La pressione antropica è in continuo aumento, soprattutto durante il periodo estivo e favorisce il deterioramento qualitativo-quantitativo dell'acqua del lago, con impatto negativo per l'ecosistema e per le attività economiche e turistiche.

I livelli del lago sono molto variabili e strettamente legati alle condizioni climatiche.

In Italia centrale c'è stata un'alternanza di fasi con clima caldo/secco e clima freddo/umido e i livelli del Trasimeno, ricostruiti con buona approssimazione specie per l'ultimo millennio, hanno seguito molto bene le fasi climatiche, innalzandosi nei periodi umidi e abbassandosi durante quelli caldi.

Nel 1958 è stato raggiunto il livello minimo storico del lago (254,69 m s.l.m.), con una profondità massima inferiore a tre metri. Con l'ampliamento del bacino, il lago ha raggiunto nuovamente lo "zero idrometrico" nel giro di pochi anni, anche grazie alla forte piovosità che ha caratterizzato quel periodo (piovosità media annua pari a 960 mm, contro i 670 mm dei cinque anni precedenti).

A scala annuale, la pioggia minima necessaria a mantenere costante il livello del lago (piovogia critica) deve essere pari almeno a 700 mm/anno.

La preoccupazione per l'andamento dei livelli ha spinto ad approfondire le conoscenze sull'idrogeologia e sulle dinamiche del lago, in modo da riuscire a minimizzare gli effetti dei periodi siccitosi. In questo contesto è stato creato il Campo Sperimentale di S. Savino, grazie al quale sarà possibile:

- disporre di dati certi sull'evaporazione effettiva dal lago;
- differenziare l'evaporazione delle zone con canneto da quelle prive di canneto;
- stimare gli effetti del canneto sulla qualità delle acque del lago;
- migliorare le conoscenze sul bilancio idrologico del lago e sulle sue dinamiche;
- fornire strumenti per una migliore gestione del lago;
- sensibilizzare gli utenti ai problemi ambientali.

Il possesso di dati certi sull'evaporazione risulta fondamentale nel caso del lago Trasimeno visto che l'evaporazione rappresenta il maggiore flusso in uscita, con un volume medio annuo compreso tra 125 e 150 milioni di metri cubi l'anno. Questa cifra risulta enorme se si considera che il fabbisogno idrico annuo per uso civile in Umbria è di circa 85 milioni di metri cubi e quello ad uso irriguo è di circa 107 milioni metri cubi l'anno.

La stima dell'evaporazione dal lago mediante bilancio idrologico, ha un'incertezza di 25 milioni m³/anno, che non permette la messa in opera di programmi di gestione efficienti.

Dal bilancio risulta che le variazioni di volume del lago negli ultimi anni sono negative, a causa dell'eccesso di uscite rispetto alle entrate. La tendenza potrebbe invertirsi solamente se per più anni consecutivi si avesse una piovosità annua superiore a 700 mm/anno (piovogia critica). Non essendo possibile agire sulla piovosità e/o sull'evaporazione, bisogna assolutamente agire sui prelievi e su eventuali apporti idrici da altri sistemi. Per mantenere il livello del lago a quote prossime a quella di sfioro dell'emissario, la somma degli apporti idrici da altri sistemi (V_{app}) e del risparmio (V_{risp}) deve essere non inferiore a 15 milioni di m³/anno.

Se le stime fornite dalla Dir. Reg. Attività Produttive della Regione Umbria per l'irrigazione, pari a 2 milioni di m³/anno, fossero esatte, pur annullando del tutto i prelievi per l'irrigazione, cosa comunque non attuabile, bisognerebbe portare al lago almeno 13 milioni di m³/anno dall'esterno. Se invece, il

volume d'acqua prelevato per scopi irrigui fosse ben superiore rispetto ai dati ufficiali, aggirandosi intorno a 15 milioni di m³/anno (ciò implicherebbe che l'evaporazione dal lago si attesti intorno alle stime più basse), si potrebbe agire sul risparmio idrico con maggiori risultati.

In realtà, allo stato attuale, non si dispone di dati certi né sull'evaporazione, né sui prelievi, per questo motivo, avere una stima attendibile dell'evaporazione, almeno mensile, risulta molto utile.

Il campo sperimentale di S. Savino consiste di due vasche evaporimetriche interrate di grande diametro, con superficie e volume tali da fornire un'altezza di evaporazione molto prossima a quella del lago. In una delle due vasche, inoltre, è stato impiantato un canneto in modo da ottenere, una volta a regime, una misura dell'evaporazione dal lago anche nell'area ricoperta da canneto.

La modellistica idrologica nella gestione di un invaso naturale: il caso del Lago Trasimeno Giornata mondiale dell'acqua dell'Accademia dei Lincei

P. Manciola, S. Casadei.

2005

Il Trasimeno è un lago chiuso di origine orogenetica il cui bacino idrogeologico praticamente coincide con il bacino idrografico. Per tale motivo è soggetto ad un'oscillazione pluriennale dei livelli, strettamente dipendente dagli apporti meteorici.

Le depressioni attualmente occupate dalla Val di Chiana e dal Trasimeno costituivano originariamente un'unica area lacustre alimentata dal fiume Arno e collegata al fiume Tevere attraverso le valli della Chiana Romana e del fiume Paglia. In seguito a movimenti orogenetici, sono venute a crearsi le due depressioni separate (Deffenu et al. 1978) ed il Trasimeno ha perso il suo immissario principale in seguito al progressivo spostamento del corso del fiume Arno, che ha abbandonato la Val di Chiana per il suo attuale tracciato.

La forte variabilità dei livelli lacustri ha reso necessaria nel tempo una regimazione delle acque che impedisse, in particolare, il verificarsi periodico del fenomeno dell'acqua alta, mediante la realizzazione di un emissario artificiale. Successivamente, per attenuare i problemi ambientali ed igienici causati, al contrario, dal perdurare dello stato di acque basse, dovuto in parte anche alla presenza dell'emissario stesso, si è ricorso all'ampliamento del bacino idrografico, con un aumento di superficie pari a circa 74,7 km², mediante la deviazione dei torrenti Tresa, Rio Maggiore, Moiano e Maranzano. Nel 1984, infine, è stata innalzata la soglia di sfioro dell'emissario di 17 cm, al fine di regimare le quote idriche verso livelli più alti.

Per risolvere i problemi legati al perdurare delle acque basse, la Provincia di Perugia ha promosso il progetto S.I.G.L.A finalizzato ad un monitoraggio dell'intero sistema, comprese le componenti chimiche e biologiche.

A partire dagli anni '90, è stata avviata un'attività di studio multidisciplinare mediante la quale è stato possibile proporre diverse soluzioni al problema delle acque basse che prevedono, comunque, l'adduzione al lago di un ulteriore apporto idrico dall'esterno, con ulteriore ampliamento del bacino idrografico o con prelievi per l'irrigazione dalla diga di Montedoglio sul Tevere o di Casanova sul Chiascio. Tutti gli interventi proposti si basano su una gestione ottimizzata delle risorse idriche, per cui hanno implicito il carattere di reversibilità degli apporti, che possono essere regolati a monte a seconda delle reali esigenze idriche del lago.

Per valutare l'efficacia di ogni intervento in termini di volume di reintegro annuo, bisogna effettuare una simulazione di ogni diversa ipotesi di intervento a seconda dei diversi scenari climatici.

A tal fine è stato sviluppato un modello di simulazione dello stato idraulico del lago basato sul bilancio idrologico sia del sistema terreno, sia del sistema lacustre, soggetti a diversi contributi pluviometrici.

Tale modello è stato applicato al Trasimeno nel caso in cui si ampli il suo bacino imbrifero con i bacini di alta collina dei torrenti Esse, Vallaccia e Formanova.

Questo modello, atto a rappresentare il complesso processo di trasformazione degli afflussi in deflussi, include come processi idrologici principali le precipitazioni, lo scioglimento delle nevi, l'evaporazione, l'evapotraspirazione, l'infiltrazione, il ruscellamento superficiale, la percolazione e il deflusso di base.

In base alla quantità e qualità dei dati disponibili, sia come dati di taratura che come dati primitivi delle caratteristiche fisiche del sistema, si è ritenuto opportuno adottare un modello a scala giornaliera basato su algoritmi concettuali. In particolare i dati utilizzati sono:

- Caratteristiche geometriche dei bacini, uso del suolo e carta delle acclività (S.A.P.P.R.O. 1985);
- caratteristiche podologiche del suolo (ESAU 1990);
- dati colturali (ESAU 1989) e processi di evapotraspirazione (Doorenbos et al. 1984; Ritchie 1972);

- precipitazioni giornaliere, temperature minime e massime, direzione e velocità del vento, umidità relativa dell'aria, pressione atmosferica, evaporazione lisimetrica e radianza solare (Arredi 1959; Provincia di Perugia 1989);
- dati relativi al lago quali: livelli lacustri, forma del perimetro alle varie quote idriche, portate sfiorate dall'emissario, curva delle superfici e dei volumi di invaso (Dragoni 1982).

Il modello è stato concepito come combinazione di moduli indipendenti che possono utilizzare più classi operative ognuna delle quali sviluppa differenti attività.

Modulo che simula i volumi d'acqua affluenti al lago dal bacino: come dati di input sono stati utilizzati i dati di precipitazione giornaliera e di temperatura massima e minima giornaliera, a cui sono stati associati i dati relativi all'uso del suolo, adottando sei diverse tipologie d'uso. Si è proceduto ad un bilancio idrologico del terreno agrario per ciascun tipo di suolo, tenendo conto anche della variazione dell'evapotraspirazione con la coltura. Per le zone di bacino urbanizzate si è assunto che tutta l'acqua di precipitazione si trasformi in deflusso superficiale. L'equazione del bilancio giornaliera, per ciascun tipo di suolo è la seguente:

$$SW = SW_0 + \text{Precip} - QD - SEP - PRK - ET$$

dove

SW = contenuto idrico del terreno a fine giorno;

SW₀ = contenuto idrico iniziale del terreno;

Precip = pioggia media giornaliera;

QD = deflusso superficiale;

SEP = percolazione;

PRK = deflusso laterale;

ET = evapotraspirazione.

Modulo che simula i livelli del lago: in questo modulo viene utilizzata la stima del contributo dei bacini drenanti ricavata dall'equazione del bilancio precedente e il dato di afflusso diretto sul lago dovuto alle precipitazioni. Si può anche tenere conto dell'eventuale deflusso dall'emissario. Il volume del lago alla fine di ogni ciclo giornaliero (inizio giorno successivo) viene stimato per mezzo della seguente equazione del bilancio:

$$VM = VM_0 + QI + \text{Precip.} - Q_0 - EV - SP$$

dove

VM = volume d'acqua alla fine del giorno;

VM₀ = volume d'acqua immagazzinato all'inizio del ciclo giornaliero;

QI = volume dovuto all'apporto del bacino scolante;

Precip = volume dovuto alle precipitazioni dirette sul lago;

Q₀ = volume defluito dal lago;

EV = volume evaporato dalla superficie del lago;

SP = volume infiltrato dal letto del lago.

Il modello può considerarsi continuo per la simulazione ultima dei livelli giornalieri del lago. Dispone di procedure per il calcolo della precipitazione ragguagliata sul bacino e sul lago, per la simulazione del deflusso superficiale e profondo, per la valutazione delle perdite per evapotraspirazione dovuta alla vegetazione terrestre e lacustre e per l'evaporazione dal lago e, infine, per la simulazione delle nuove immissioni. Il modello consente di operare secondo tre differenti scenari:

1. tiene conto del bacino naturale del lago senza un contributo dall'esterno;
2. al bacino naturale si aggiungono uno o più bacini limitrofi, valutando l'effetto complessivo;
3. vengono simulati singolarmente i bacini elementari che costituiscono l'intero bacino e si valutano separatamente i singoli effetti.

La taratura del modello è stata effettuata considerando il secondo scenario, con i contributi dei torrenti Tresa, Moiano, Maranzano e Rio Maggiore nel periodo 1980-1986, durante il quale sono note le modalità di gestione.

Il modello è stato utilizzato per valutare gli effetti di un ampliamento del bacino imbrifero attuale del lago. Come soluzioni sostenibili dal punto di vista ambientale, economico e amministrativo, sono stati scelti tre bacini esterni a quello del Trasimeno: torrente Esse (26 km²), Torrente Vallaccia (34 km²) e torrente Formanuova (15 km²). Sono state effettuate tre diverse simulazioni nei casi in cui il bacino imbrifero venga ampliato di 15 (Formanuova), 41 (Formanuova + Esse) e 75 km² (Formanuova + Esse + Vallaccia), rispettivamente.

I dati dei livelli ottenuti mediante simulazione dei tre diversi scenari, sono stati confrontati con i dati di livello registrati nel periodo 1963-1989, che rappresentano l'ipotesi "zero" di non intervento. I risultati mostrano un significativo innalzamento dei livelli, con il perdurare di livelli prossimi a quello di sfioro dell'emissario.

Risulta evidente l'incremento della quota minima, rispetto all'ipotesi "zero", pari a 13, 37 e 67 cm rispettivamente e si assiste ad una diminuzione delle oscillazioni, tra massimo e minimo livello, da circa 1,8 m a 1,41 metri.

I massimi e minimi annui osservati e simulati sono stati sottoposti ad analisi di frequenza e regolarizzati con distribuzione di Weibull a tre parametri per i minimi e di Gumbel per i massimi, in modo da stimare il tempo di ritorno, nelle tre differenti ipotesi, sia dei minimi livelli, sia dei massimi. Il tempo di ritorno del minimo livello osservato del lago (256.07 m s.l.m.) passa da 37 anni, nel caso in cui non si intervenga, a 280 anni, con il contributo dei tre bacini. Si osserva, inoltre, una diminuzione del tempo di ritorno associato al livello massimo del lago da 62 anni, per l'ipotesi "zero", a 18 anni per l'ampliamento della superficie del bacino pari a 75 km².

LAGO, A MATHEMATICAL MODEL FOR SIMULATING LAKE LEVELS

Geoitalia (abstract)

Dragoni W., Gnucci L., Melillo M.

2005

LAGO è un modello matematico che simula i livelli di un lago su base mensile, partendo dai seguenti dati di input: curva ipsografica, area del bacino idrografico, precipitazioni sul bacino, precipitazioni sullo specchio d'acqua, temperature, prelievi artificiali, flusso in entrata e flusso in uscita. Effettuando la calibrazione del modello matematico tra i livelli del lago reali e quelli simulati, è possibile stimare l'evaporazione, l'evapotraspirazione, il flusso sotterraneo ed il flusso superficiale.

Attualmente LAGO, scritto in Visual Basic, è il modello più evoluto e flessibile tra quelli già usati per la simulazione della trasformazione afflusso-deflusso di alcuni bacini dell'Italia centrale.

Da un punto di vista concettuale, questo modello assimila il bacino lacustre a tre cisterne; le prime due rappresentano il bacino lacustre, mentre la terza, posizionata in serie rispetto alle prime, rappresenta il flusso sotterraneo che alimenta il lago. In particolare, la prima cisterna corrisponde all'area del bacino ad uso agricolo, che riceve in entrata sia le precipitazioni che l'acqua d'irrigazione. La seconda cisterna corrisponde all'"area naturale" del bacino che riceve in entrata solamente le precipitazioni. Entrambi le cisterne producono evapotraspirazione e precipitazioni con criteri assimilabili a quelli di Thornthwaite-Mather, ma più evoluti (Alley, 1984). In entrambi, le precipitazioni producono un flusso veloce assimilabile al deflusso superficiale, attraverso un'equazione con coefficienti calibrati proposta da Vandewiele et al. (1992).

Il deflusso dalla terza cisterna è descritto dall'equazione di Darcy.

L'equazione del bilancio viene applicata al lago mese per mese in modo che LAGO possa calcolare le variazioni del volume d'acqua e, di conseguenza, le variazioni mensili del livello del lago.

La calibrazione viene effettuata seguendo il criterio dei minimi quadrati, sulla base dell'errore standard dovuto alla differenza tra i livelli reali e quelli simulati.

Un aspetto del modello è che stima l'evapotraspirazione dal bacino e l'evaporazione dallo specchio d'acqua a partire da equazioni empiriche valide per evaporimetri standard.

La totale calibrazione ordinaria è contenuta in un modulo separato dalla procedura e si basa su una tecnica di "annealing"(Aarts & Korst, 1990). Dopo la calibrazione, LAGO permette di valutare l'evoluzione del bilancio idrogeologico in funzione di diversi scenari climatici e della gestione della risorsa idrica.

LAGO, nella versione attuale, è stato applicato al lago Trasimeno e, nonostante alcuni problemi legati alla unicità della soluzione, dovuti essenzialmente all'incertezza dei dati di input, sono stati ottenuti risultati soddisfacenti e molto utili nella pianificazione della gestione della risorsa.

Problemi ambientali ed idrogeologici dei principali laghi dell'Italia centrale

Atti del Convegno "Lagune, laghi e invasi artificiali italiani" (abstract)

Di Matteo L., Gnucchi L., Lotti F.

2005

Negli ultimi decenni si è registrato un forte incremento della pressione antropica sui principali bacini lacustri dell'Italia centrale (lago di Bolsena, di Bracciano, di Vico e Trasimeno), intesa come prelievi dai laghi e dalle falde, pratiche agricole intensive e attività turistica. Questo, associato ad un trend climatico siccitoso, ha portato ad un profondo cambiamento degli assetti ambientali dei sistemi lacustri, sintetizzabili nella diminuzione dei volumi d'acqua invasati e delle portate degli emissari o, addirittura, nella loro scomparsa. La mancanza di deflusso attraverso un emissario impedisce un efficace ricambio delle acque invasate, portando ad un rapido deterioramento della qualità delle stesse.

Mediante l'utilizzo di modelli matematici applicati ai diversi sistemi lacustri, sono stati ottenuti risultati che, seppur non definitivi, indicano chiaramente che un ulteriore peggioramento delle condizioni ambientali sia evitabile solamente adottando nuove strategie gestionali.

Risultati del progetto di ricerca PRIN “laghi 2003-2005”

Giornale di Geologia Applicata 3 39-46.

Dragoni W. et al.

2006

Il Progetto di ricerca PRIN “laghi 2003-2005” è nato per valutare l’impatto delle attività antropiche e delle variazioni climatiche sul bilancio idrogeologico dei più importanti laghi dell’Italia centrale.

Nell’ambito del progetto sono state ampliate le conoscenze geologiche ed idrogeologiche dei diversi sistemi lacustri, al fine di poterne aggiornare i bilanci idrogeologici e modellizzare i vari processi attivi nei sistemi stessi. Inoltre, è stata messa a punto una versione aggiornata di un modello matematico di simulazione dei livelli lacustri (LAGO), utile nella stima di grandezze incognite nell’equazione del bilancio idrogeologico e, di conseguenza, nella definizione di diversi possibili scenari a seconda della situazione climatica e della gestione della risorsa idrica.

In questo lavoro vengono presentati i risultati ottenuti che possono contribuire alla messa a punto di una pianificazione territoriale per una gestione razionale delle risorse e la salvaguardia dell’ambiente.

Nell’ambito del progetto è stato condotto uno studio biennale sui sistemi lacustri del versante tirrenico dell’Italia centrale. I laghi più piccoli presentano una condizione ambientale poco compromessa o comunque facilmente recuperabile, in quanto ubicati in zone a bassa densità di popolazione, con bacini idrografici piccoli e turisticamente poco noti. Particolare attenzione è stata rivolta ai laghi più grandi (Nemi, Albano, Bracciano, Vico, Bolsena e Trasimeno) che costituiscono una risorsa fondamentale per la produzione di acqua potabile e per l’irrigazione e, inoltre, rivestono una notevole importanza naturalistica e turistica.

Per la definizione dei processi di trasformazione afflusso-deflusso, trasporto di nutrienti e flusso sotterraneo, oltre all’approccio tradizionale, per quei laghi in cui erano disponibili i dati, sono state eseguite modellizzazioni matematiche con modelli di vario tipo a seconda del bacino lacustre.

Al lago Trasimeno, in particolare, è stato applicato il modello LAGO, variante di una serie di modelli già applicati ad alcuni bacini dell’Italia centrale. Questo modello definisce i volumi d’acqua in ingresso ed in uscita rispettando il principio di conservazione della massa, così da poter calcolare le variazioni di volume del lago e, di conseguenza, i livelli mensili. La calibrazione è stata effettuata, con il criterio dei minimi quadrati, sulla base dell’errore standard dovuto alla differenza tra i livelli reali e quelli simulati.

Applicando questo modello al lago Trasimeno sono stati ottenuti buoni risultati, con errori medi di qualche centimetro sulla simulazione dei livelli lacustri. Tali errori possono considerarsi trascurabili in relazione alla profondità del lago e, soprattutto, alla precisione delle misure.

Il modello è stato inizialmente calibrato sulle misure dei livelli effettuate nel periodo 1985-2004 ma, a causa delle numerose incertezze sui dati d’ingresso, sono stati ottenuti coefficienti diversi a seconda delle diverse assunzioni di partenza su prelievi ed evaporazione. In seguito è stata effettuata una serie di simulazioni atte a quantificare gli effetti sul lago dovuti a condizioni climatiche e gestionali differenti da quelle attuali. I risultati ottenuti, pur partendo da ipotesi diverse e con diverse configurazioni del modello, convergono verso un’unica soluzione: è possibile mantenere il livello del lago intorno alla quota di sfioro dell’emissario, solamente agendo sui prelievi artificiali e sugli apporti idrici esterni al bacino, in modo che la somma delle azioni consenta un apporto al lago di un volume pari almeno a $1.5 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{anno}$.

L’entrata in funzione dell’emissario produrrebbe un significativo ricambio delle acque, con conseguente miglioramento della qualità delle stesse.

La ricerca effettuata nell’ambito del progetto ha evidenziato la forte carenza della rete di acquisizione dei dati. Questo comporta che modelli e simulazioni dei bilanci idrogeologici, per quanto teoricamente validi, possano fornire solamente delle stime approssimative che contrastano con l’urgenza di attuare interventi e piani di gestione efficaci.

MACROINVERTEBRATI

Messa a punto dello stato delle conoscenze ambientali di riferimento dell'area del Lago Trasimeno e definizione di un modello concettuale per un piano di gestione

Documenti

Task 1 - Raccolta e integrazione dei dati

Schede di sintesi delle pubblicazioni

Macroinvertebrati

A cura di: Barbara Todini
Dipartimento provinciale di Perugia

Articoli

- **Le note più salienti della colonizzazione tricotterologica del Lago Trasimeno**
Bollettino di Zoologia, 21(2), 503-529
G.P. Moretti - 1954
- **Distribuzione e habitat di alcune specie di Emitteri acquatici nel L. Trasimeno**
Rivista di Idrobiologia, Vol. II – Fasc. 1 – luglio-agosto
A.M. Tinarelli - 1962
- **Popolamenti Macrobentonicici**
In: Ragguagli sulle condizioni fisiche, chimiche, planctologiche e bentoniche del Lago Trasimeno
M.V. Di Giovanni - 1971
- **Ripartizione delle comunità tricotterologiche e coleotterologiche nelle tre isole del Lago Trasimeno**
Rivista di Idrobiologia, 27, 2-3
F. Cianficconi, C. Corallini Sorcetti, Q. Pirisinu e C. Zaganelli - 1988
- **Fluctuation of Trichoptera populations in Lake Trasimeno (Italy)**
Proc. 7th Int. Symp. Trichoptera
G.P. Moretti, F. Cianficconi, C. Corallini Sorcetti and A. Boscherini – 1992
- **Esperienza di lotta integrata ai Chironomidi nel bacino del Lago Trasimeno**
In: Disinfestazione & Igiene ambientale – Bimestrale di tecnica e legislazione
M. Di Brizio, D. Ranocchia, P. Giorgi, G. Fossati, F. Colarusso - 1993
- ***Dreissena Polymorpha* (Pallas) al Lago Trasimeno**
Rivista di Idrobiologia, 39, 1/2/3
C. Spilinga, U. Chiappafreddo, Q. Pirisinu - 2000
- **Resoconto sull'attività di monitoraggio delle popolazioni di macroinvertebrati**
In: Ripristino habitat e conservazione ardeidi sul Lago Trasimeno
B. Todini, S. Piersanti - 2003
- **Il Lago Trasimeno ha un nuovo ospite**
In: Rivista Micron n.0, anno I
F. Charavgis e L. Cingolani
2004
- **Chironomidi (Diptera) della zona litorale del Lago Trasimeno**
In: Atti 68° Congresso Unione Zoologica Italiana. 100
A. Di Veroli, E. Goretti, A. Fabrizi, C. Marcucci, A. Coletti, M.V. Di Giovanni & A.M. Di Giulio - 2007

Le note più salienti della colonizzazione tricotterologica del Lago Trasimeno

Bollettino di Zoologia, 21(2), 503-529

G.P. Moretti

1954

Si tratta del primo studio quali-quantitativo sulla tricotterofauna del litorale del Lago Trasimeno.

Il metodo di lavoro adottato ha previsto che i campionamenti, effettuati durante 16 sopralluoghi primaverili ed estivi (maggio 1952 - agosto 1954), venissero condotti in 14 stazioni fissate lungo il perimetro lacustre (Passignano: insenatura ovest; Passignano: molo; Passignano: insenatura est; S. Feliciano; Isola Polvere; Podere Braccio; Panicarola; Castiglione del Lago: sponda sud; Castiglione del Lago: sponda nord; Borghetto; Isola Maggiore; Isola Minore; loc. La Frusta). Le raccolte dei Tricotteri sono state eseguite mediante uso di retino bentonico da fondo.

Dall'indagine deriva il reperimento di 5 specie di Tricotteri (Hydroptilidae, *Hydroptila pulchricornis*, *Orthotrichia* sp.; Psychomyidae, *Ecnomus tenellus*, *Tinodes waeneri*; Leptoceridae, *Setodes tineiformis*), il cui habitat elettivo, soprattutto nel periodo primavera-estate, mostra un ricco cenobio caratterizzato da abbondanti diatomee (6 generi), flagellati, ciliati, nematodi, rotiferi, ostracodi, copepodi, gammaridi, chironomidi, molluschi e colonie di briozoi. Dallo studio emerge una comunità a Tricotteri povera, in cui sono risultati assenti termini limnofili (policentropodidi, leptoceridi, friganeidi, tra gli altri), normalmente presenti in un lago ricco di vegetazione e di plancton. *Ecnomus tenellus* è il tricottero maggiormente diffuso lungo l'intero perimetro lacustre e le sponde delle isole, al punto da definire il Trasimeno "Lago a *Ecnomus*".

NOTE: Nella pubblicazione vengono rappresentati diagrammi che riportano i valori medi relativi a fattori chimico-fisici (T aria, T acqua, pH, Trasparenza, Durezza, O₂ disciolto) rilevati durante le indagini biologiche condotte nel periodo 1952-1954. Tali rilevazioni forniscono il quadro di un lago eutrofo, alcalitrofo, con circadiane deficienze di O₂ e forti oscillazioni di temperatura (p. 508).

Distribuzione e habitat di alcune specie di Emitteri acquatici nel L. Trasimeno

Rivista di Idrobiologia, Vol. II – Fasc. 1 – luglio-agosto

A.M. Tinarelli

1962

Obiettivo del lavoro è stato la definizione della composizione emitterologica del Lago Trasimeno.

Per lo studio di campo sono stati programmati campionamenti da marzo a settembre 1960, previsti in 14 stazioni scaglionate lungo il perimetro costiero e le isole. Sono state effettuate raccolte da 1 m³, eseguite con retino entomologico da fondo sia sul substrato che sulla vegetazione acquatica.

Dalle osservazioni condotte, la comunità emitterologica è risultata costituita da 11 specie a corologia paleartica, mediterranea e meridionale. La popolazione reperita è stata suddivisa in 3 componenti: elementi pleustonti (*Mesovelia vittigera*, *Hebrus pusillus rufescens*, *Gerris italicus*); elementi subnectonti (*Corixa panzeri*, *Hesperocorixa linnei*, *Sigara lateralis*, *S. striata*, *Plea atomaria*, *Naucoris cimicoides cimicoides*); elementi bentonici limicoli (*Nepa rubra*, *Ranatra linearis*). Tra queste forme predominano gli esponenti subnectonti, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo.

E' stata accertata l'importanza che l'ordine riveste nella rete trofica lacustre, come dimostrato dallo stretto legame trofico osservato tra il latterino *Atherina mochon* e *Plea atomaria*.

Dal punto di vista della valenza ecologica, si tratta di organismi euribionti che ben si adattano a fluttuazioni del livello idrometrico o a variazioni dei parametri chimico-fisici, quali ossigeno, pH, durezza, sostanza organica. Al contrario, valore rilevante per la loro distribuzione è assunto dalle variazioni termiche, che sono notevoli nel Lago durante l'arco dell'anno, dalla turbolenza e dalla profondità, preferendo questi insetti acque basse.

Popolamenti Macrobentonici

In: Ragguagli sulle condizioni fisiche, chimiche, planctologiche e bentoniche del Lago Trasimeno

M.V. Di Giovanni

1971

Lo studio è stato mirato alla conoscenza della situazione trofica del fondo lacustre attraverso lo studio qualitativo e di densità dei popolamenti bentonici presenti.

La metodologia adottata ha previsto l'identificazione di 8 stazioni di campionamento: Isola Polvese (lungo la direttrice che porta al promontorio di C. del Lago); centro Lago (a metà della direttrice Monte del Lago-Castiglione del Lago); Isola Maggiore (a metà distanza con il promontorio di C. del Lago); Passignano (a ovest del paese); Monte del Lago; "La Frusta" (loc. La Valle); "La Lucciola" (quadrante SO del bacino); canale artificiale (Km 108 SS Umbro-Casentinese).

Sono state campionate superfici di 472 cm^2 a stazione mediante utilizzo della draga di Van Veen e di un carotatore cilindroconico. Il materiale raccolto è stato smistato, contato *in situ* e fissato in formalina al 7%, per la seguente determinazione sistematica in laboratorio.

Dall'indagine si desume che la comunità bentonica risulta rappresentata da: Platelmini, Nemertini, Nematodi, Anellidi, Crostacei, Aracnidi, Insetti, Molluschi. Si tratta di termini euribionti di acque temporanee a geonomia oloartica e cosmopolita. Densità maggiori sono a carico degli Insetti (Ditteri Chironomidi ed Emitteri) (1362 ind./m^2) e degli Anellidi (Oligocheti Naididi) (584 ind./m^2), seguono Crostacei (274 ind./m^2), Nematodi (171 ind./m^2), Molluschi (99 ind./m^2), Platelmini (35 ind./m^2).

La stazione con maggior densità di individui campionati risulta "La Lucciola" (5987 ind./m^2) e il valore più basso è ascrivibile al centro Lago (812 ind./m^2).

Le densità dei popolamenti si riduce di $1/3$ in estate per i processi di consumo di O_2 (inverno: 4803 ind./m^2 – estate: 1020 ind./m^2).

La ricerca ha evidenziato come le caratteristiche idromorfologiche di un lago laminare determinano un precario equilibrio ecologico, influenzando la produttività del fondo lacustre: dall'inverno 1969 all'estate 1970 valori maggiori sono a favore della zona litoranea; trend inverso alla fine della stagione estiva. Il trofismo del sistema regola, a sua volta, la dinamica della comunità bentonica: ricchezza di individui nel periodo invernale, mentre riduzione netta di densità in estate, in corrispondenza dell'esplosione dei fenomeni di decadimento della sostanza organica.

**Ripartizione delle comunità tricotterologiche e coleotterologiche
nelle tre isole del Lago Trasimeno**

Rivista di Idrobiologia, 27, 2-3

F. Cianficconi, C. Corallini Sorcetti, Q. Pirisinu e C. Zaganelli

1988

L'obiettivo dell'indagine è stata la definizione della composizione tricotterologica e coleotterologica lungo i litorali delle isole del Trasimeno.

La metodica di campo ha previsto 66 campionamenti condotti in 12 sopralluoghi, dal luglio 1985 al giugno 1987. Le raccolte di macrobenthos sono state eseguite con retino da fondo su tratti sabbioso-melmosi, su idrofite e sul canneto. Contemporaneamente sono state fatte misure di parametri chimico-fisici (T aria e acqua, O₂ in mg/l e %, durezza, sostanza organica, pH, conducibilità, torbidità, NH₃, NO₂, NO₃⁻, SO₄⁼, PO₄⁼, H₂S). Si è, inoltre, proceduto alla cattura di alati mediante l'utilizzo di retino entomologico, nelle ore diurne e con lampade trappola in quelle notturne.

Dallo studio si desume il seguente quadro chimico-fisico e della fauna tricotterologica e coleotterologica:

PARAMETRI CHIMICO-FISICI – La T dell'acqua ha mostrato variazioni stagionali marcate, con oscillazione media di circa 20°C tra estate e inverno. L'O₂ disciolto, in ore diurne, ha mostrato sempre valori di soprassaturazione, con picchi in estate (Isola Polvese: 175%). La durezza totale ha raggiunto i 35 gr.fr. all'Isola Polvese, nel periodo estivo, quando anche la sostanza organica si è attestato alla concentrazione maggiore (13,52 mg/l). I composti azotati mostrano valori modesti e piuttosto stabili.

TRICOTTEROFAUNA – Sono state reperite 17 specie appartenenti a 6 famiglie. Rispetto ai sondaggi condotti tra il 1954 e il '70, la fauna si è arricchita di 11 specie: 4 lacustri (*Limnephilus flavospinosus*, *Oecetis lacustris*, *Mystacides azurea*, *Ceraclea fulva*) e 7 non lacustri (*Hydroptila angulata*, *Wormaldia mediana*, *Glyphotaelius pellucidus*, *Stenophylax mitis*, *S. mucronatus*, *S. permistus*, *Micropterna fissa*). *L. flavospinosus*, *O. lacustris* e *M. azurea* rappresentano le prime segnalazioni per il Trasimeno. La maggiore densità di popolazione è stata registrata lungo la sponda ovest dell'Isola Maggiore (111 individui/m² in aprile).

COLEOTTEROFAUNA – Sono stati raccolti 38 *taxa* appartenenti a 5 famiglie (Hydraenidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydrophilidae, Sphaeridiidae). Si tratta di termini eurici ad ampia valenza ecologica.

NOTE: Nel lavoro sono riportati valori e considerazioni relativi a parametri chimico-fisici rilevati nel periodo dell'indagine, che risultano importanti per delineare un più esaustivo quadro ambientale (pp. 506-510).

Fluctuation of Trichoptera populations in Lake Trasimeno (Italy)

Proc. 7th Int. Symp. Trichoptera

G.P. Moretti, F. Cianficconi, C. Corallini Sorcetti and A. Boscherini

1992

Lo studio è stato rivolto alla valutazione dell'influenza delle variazioni climatiche e di livello idrometrico sulla dinamica delle popolazioni di Tricotteri nella fascia neritica del Lago Trasimeno.

La metodica di lavoro ha contemplato la raccolta di dati bibliografici desunti da campionamenti condotti in 15 siti di indagine e relativi sia alla comunità tricoterologica, che a parametri fisico-chimici. Le informazioni sono state suddivise in 3 periodi storici: I - 1949-1957 (facies palustre); II - 1958-1971 (apertura dell'immissario); III - 1972-1991 (lento ritorno ad una facies palustre regolata artificialmente).

I risultati che si desumono dallo studio vengono di seguito riportati:

PARAMETRI CHIMICO-FISICI - L'andamento dei valori di temperatura di aria ed acqua è risultato simile nel II e III periodo storico, mentre, dal II al III, è aumentata la percentuale di ossigeno disciolto, soprattutto a causa dei processi fotosintetici attuati dalle idrofite acquatiche in estate ed autunno, in modo particolare nel settore meridionale. Lo stesso settore è stato interessato da un notevole aumento del pH, soprattutto nel III periodo, ascrivibile principalmente all'elevato sviluppo algale. Nel distretto sud, inoltre, la decomposizione del canneto durante la stagione estiva ed autunnale determina alte concentrazioni di sostanza organica. Nel settore nord sono stati segnalati, invece, i valori più elevati di durezza totale. Ampie fluttuazioni di fosfati e solfati sono state annotate nel II periodo. Infine, i nitriti hanno presentato i valori inferiori nel III periodo, mentre i nitrati, i più elevati..

TRICOTTEROFAUNA - L'attività di campionamento effettuata nei 3 periodi presi in esame, ha condotto al ritrovamento di 10 specie di Tricotteri. La densità di popolazione per m² è risultata diminuita dal I al III periodo, mentre è aumentato il numero di specie in tutta la fascia neritica. Nel settore meridionale non sono stati reperiti stadi acquatici durante il I periodo, mentre l'incremento del numero di specie è stato rilevato dal II al III periodo, benché la densità risultasse bassa.

Tra le specie di Tricotteri campionate in tutti e 3 i periodi, *Ecnomus tenellus* è risultata la più diffusa, *Leptocerus tineiformis* è stato reperito lungo il litorale caratterizzato dalla macrofita *Ceratophyllum demersum*. Meno diffuse si sono rivelate *Orthotrichia costalis*, *Hydroptila aegyptia*, *Limnephilus flavicornis* e *Oecetis furva*. Alcune specie sono state trovate solo in un periodo: 2 specie nel primo periodo (*Tinodes waeneri*, *Mesophylax aspersus*); 8 specie nel secondo periodo (*Oxyethira falcata*, *Hydroptila aegyptia*, *H. sparsa*, *H. vectis*, *Holocentropus picicornis*, *Mesophylax aspersus*, *Micropterna testacea*, *Mystacides azurea*); 4 specie nel terzo periodo (*Limnephilus flavospinosus*, *Glyphotaelius pellucidus*, *Ceraclea fulva*, *Agrypnia varia*).

Dallo studio si desume come la composizione e distribuzione della comunità lungo la fascia neritica di un lago laminare, come il Trasimeno, rifletta le oscillazioni dei parametri ecologici, nonché le modificazioni apportate dall'uomo nel tempo .

NOTE: Nello studio viene documentata la variazione di alcuni parametri chimico-fisici, utile a descrivere la fluttuazione della popolazione tricoterologica in un lago laminare (pp. 224-226).

Esperienza di lotta integrata ai Chironomidi nel bacino del Lago Trasimeno

In: Disinfestazione & Igiene ambientale – Bimestrale di tecnica e legislazione

M. Di Brizio, D. Ranocchia, P. Giorgi, G. Fossati, F. Colarusso

1993

Il lavoro si prefigge di delineare la situazione della comunità a Chironomidi del Lago Trasimeno, la loro ecologia ed etologia, nonché di identificazione potenziali metodiche di lotta.

Le metodiche mirano ad interventi su due fronti: potenziamento dell'attività larvicida per tutto il periodo estivo, mediante utilizzo del *Bacillus thuringiensis* e di inibitori della crescita (methoprene o diflubenzuron); studio degli stadi immaturi e imaginali suddiviso in tre step (giugno-agosto-settembre). L'indagine sulle larve ha previsto l'analisi della loro densità e distribuzione mediante campionamenti di limo. Per gli adulti sono state eseguite prove di diversione mediante l'utilizzo di pannelli (3m² l'uno) illuminati con fari (300 W) a luce bianca.

I risultati che derivano da tale ricerca si possono così sintetizzare:

LARVE - Sono state identificate 3 subfamiglie: Chironominae, Tanypodinae e Orthocladine (occasionalmente). La specie più rappresentativa è risultata *Chironomus plumosus*. La prima fase ha evidenziato maggior densità ad 1 m di profondità sotto il pelo dell'acqua (9 volte superiore rispetto a profondità superiori ai 2 m). Nelle due fasi successive il dato non è stato confermato, probabilmente, per la dispersione della comunità nell'intero specchio lacustre.

ADULTI - Le prove di diversione hanno comportato l'attrazione di un numero notevole di insetti.

Lo studio ha condotto a ritenere che il migliore strumento di contenimento dei Chironomidi al Lago Trasimeno sia la lotta integrata, basata sull'uso di adulticidi a basso impatto ambientale accompagnato dall'installazione di pannelli di diversione. Evidentemente risulta fondamentale continuare a sviluppare la linea di ricerca, attraverso approfondimenti sulla distribuzione delle specie e sull'efficacia dei sistemi di controllo adottati.

***Dreissena Polymorpha* (Pallas) al Lago Trasimeno**

Rivista di Idrobiologia, 39, 1/2/3

C. Spilinga, U. Chiappafreddo, Q. Pirisinu

2000

Il lavoro è mirato all'indagine sul popolamento di *D. polymorpha* nel Lago Trasimeno. Lo studio effettuato nell'estate 1999, ha previsto la perlustrazione della fascia ripariale lacustre. L'inchiesta condotta porta a concludere che il mollusco è arrivato al Trasimeno, presumibilmente, nel 1996, trasportato con carichi di avannotti e che, grazie al fatto che riesce a vivere anche su substrati superficiali, potrebbe, nel tempo, sostituire *Anodonta anatina* (esponente malacologico tipico del Trasimeno), la cui popolazione è apparsa compromessa per le condizioni anossiche del fondo lacustre.

Resoconto sull'attività di monitoraggio delle popolazioni di macroinvertebrati

In: Ripristino habitat e conservazione ardeidi sul Lago Trasimeno

B. Todini, S. Piersanti

2003

Lo studio è stato mirato alla definizione della check-list relativa alla bentofauna dell'area costiera del Lago Trasimeno, associata alla fitocenosi *Phragmitetum australis*.

La metodica di campo ha previsto l'identificazione di 3 stazioni di campionamento: S. Arcangelo: zona litoranea a substrato melmoso, ricco di batteri anaerobi; Oasi La Valle: canneto radicato in un substrato fortemente anossico; Castiglione del Lago: pozze e piccoli canali con il canneto a circa 10 m dalla linea di costa.

L'inchiesta è stata svolta nel periodo gennaio-dicembre 2003, attraverso 3 campagne di monitoraggio: invernale, primaverile ed estiva.

I campionamenti sono stati eseguiti su una superficie di 1 m², campionando il substrato con retino da fondo e la vegetazione attraverso lavaggio di porzioni di canna e raccolta degli organismi presenti. È stato quindi compiuto il sorting di campo e la fissazione del materiale biologico in alcool al 70% per la successiva identificazione tassonomica in laboratorio mediante stereomicroscopio, microscopio ottico e guide dicotomiche.

Dal monitoraggio condotto risultano reperite 17 famiglie di macrobenthos tipiche di habitat lentici e lacustri, in cui spiccano i Ditteri Chironomidi e, associato all'hydrophyton, il Gasteropode Polmonato *Physa acuta*.

Maggior densità di macroinvertebrati è stata rilevata nella stazione di Castiglione del Lago (140 ind./m²); minor densità di individui a S. Arcangelo (40 ind./m²), dove il fondo appare ricco di *Chironomus plumosus*.

La ricerca evidenzia, nella maggior parte della fascia neritica del Lago Trasimeno, una sensibile perdita di nicchie ecologiche, attribuibile sia alla crisi idrica, che alla marcata anossia del substrato, fattori questi limitanti per la conservazione della diversità bentonica e per la realizzazione di una complessa rete trofica. Risultano, inoltre, scomparsi *taxa* caratterizzanti l'area di canneto (es. Tricotteri Limnephilidae e Leptoceridae) e presenti quasi unicamente, almeno in termini quantitativi, organismi fortemente adattati a condizioni di carico organico e sottosaturazione di ossigeno (Ditteri Chironomidi).

Il Lago Trasimeno ha un nuovo ospite

In: Rivista Micron n.0, anno I

F. Charavgis e L. Cingolani

2004

Il lavoro descrive le caratteristiche biologiche ed ecologiche del Bivalve *Dreissena Polymorpha* e propone una valutazione dei problemi connessi alla sua introduzione.

Lo studio ha previsto la raccolta di dati relativi a pregresse attività di ricerca eseguite da ARPA Umbria e mirate alla perlustrazione della fascia ripariale lacustre.

Dall'indagine condotta è risultato che la proliferazione di *D. polymorpha* dal bacino Ponto-Caspiano a gran parte dell'Europa sembra aver avuto inizio nel 1700 come risultato di un'introduzione non intenzionale mediata dall'uomo. La comparsa nel lago Trasimeno potrebbe essere attribuita all'introduzione di avannotti provenienti da altri corpi idrici colonizzati dal mollusco e al trasferimento di imbarcazioni da diporto da altri laghi. Si è ipotizzato che questo Mollusco determini un considerevole impatto sia sull'habitat (es. modificazione di fondali limosi o sabbiosi a causa della biodeposizione di grandi quantità di gusci vuoti dopo la morte dell'organismo, creando un substrato idoneo per organismi sessili; deposizione, dopo la morte, di inquinanti di varia natura accumulati per filtrazione), che su altri organismi (es. cambiamenti strutturali nelle comunità microzooplanctoniche a causa dell'attività predatoria delle larve di *Dreissena*; compromissione della sopravvivenza di *Anodonta anatina*, bivalve preesistente e ampiamente diffuso nel Trasimeno, a causa del peso delle colonie di *D. polymorpha*, che ricoprendola le impedirebbero l'apertura delle valve), oltre che problemi a manufatti (es. incrostazione di reti; incrostazione di prese d'acqua per impianti industriali e centrali elettriche; incrostazione sulle pareti delle navi e sui piloni dei porti).

Viene, pertanto, sottolineata l'importanza di ulteriori e approfonditi studi sulla struttura di popolazione di tale Dreissenidae e sugli eventuali fenomeni negativi associati alla sua presenza.

Chironomidi (Diptera) della zona litorale del Lago Trasimeno

In: Atti 68° Congresso Unione Zoologica Italiana. 100

A. Di Veroli, E. Goretti, A. Fabrizi, C. Marcucci, A. Coletti, M.V. Di Giovanni & A.M. Di Giulio
2007

Obiettivo dello studio è stato indagare la struttura di popolazione dei Ditteri Chironomidi della fascia litoranea del Lago Trasimeno.

La ricerca è stata eseguita durante 9 sondaggi condotti nel 2006 mensilmente (marzo-dicembre). I campionamenti sono stati effettuati mediante l'utilizzo di una draga (14x8 cm) per bassi fondali. Ogni sopralluogo ha previsto 30 prelievi effettuati lungo i 350 m di un'area campione della zona litorale ad una profondità di 1,5 m.

L'indagine ha portato al reperimento di 4000 individui di Chironomidi, appartenenti a 14 *taxa*, di cui i più abbondanti sono risultati: *Polypeldilum* (28%), *Cladotanytarsus* (25%), *Stictochironomus* (9%) e *Chironomus plumosus* (7%). Minori densità sono cariche di *Cladopelma*, *Cryptochironomus*, *Dicrotendipes*, *Tanytus*, *Microchironomus*, *Microtendipes*, *Procladius*, *Pseudochironomus*, *Tanytarsus*. Complessivamente la maggiore densità larvale è stata riscontrata nei mesi di marzo e giugno (2500 ind./m²). Per alcuni *taxa*, tramite la misurazione di parametri biometrici, è stato possibile identificare i diversi instar di sviluppo, in particolare di *Chironomus plumosus*. Quest'ultimo si è caratterizzato per le maggiori dimensioni corporee con valori medi della larva matura di 18 mm. Dal lavoro si desume che la struttura qualitativa e quantitativa della comunità litorale a Chironomidi rappresenta un indicatore di un buon grado di qualità ambientale dell'ecosistema lacustre.

SEDIMENTI

Messa a punto dello stato delle conoscenze ambientali di riferimento dell'area del Lago Trasimeno e definizione di un modello concettuale per un piano di gestione

Documenti

Task 1 - Raccolta e integrazione dei dati

Schede di sintesi delle pubblicazioni

Sedimenti

A cura di: Nicola Morgantini,
Michele Sbaragli
Dipartimento provinciale di Perugia

Articoli

- **Analisi delle componenti abiotiche nei sedimenti del lago Trasimeno**
Riv.Idrobiol., vol. 30, 2-3303-337.
O.Tiberi – 1991
- **Relazione semestrale relativa allo studio sui sedimenti del lago Trasimeno (giugno 1996)**
G.Morozzi - 1996
- **“Piano per la gestione ed il controllo del bacino del lago Trasimeno finalizzato al contenimento dell'eutrofizzazione”**
MINISTERO DELL'AMBIENTE – REGIONE DELL'UMBRIA
Taticchi M.I., Mearelli M., Cicchella F., Posati S., Valentini M., Saltalamacchia G., Maraziti A., Micheli A. - 1995
- **Analisi sperimentale dei flussi di fosforo dai sedimenti di un lago: il caso del lago Trasimeno (Italia)**
Atti “VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental”
Paolo Viotti, Luigi Galeotti, Silvia Sbaffoni, Giuseppe Sappa, Michele Leccese, Nicoletta Stracqualursi - 2002
- **PIANO PER LA RIDUZIONE DEGLI APPORTI SOLIDI AL LAGO TRASIMENO (2003)**
Provincia di Perugia - Dip.Biologia Animale ed Ecologia - Dip.Chimica – CIPLA
L.GERVASI, G.SCIURPI, P.TENTI, S.VIGNALI, W.GALINARI, D.SPACCAPELO, D.PALLOTTI, S.MERLINI, M.LORENZONI, S.M.MURGIA, W.DRAGONI
- **Relationship among parameters of lake polluted sediments evaluated by multivariate statistical analysis**
Chemosphere, 55, 1323-1329.
A. De Bartolomeo, L. Poletti, G. Sanchini, B. Sebastiani, G. Morozzi - 2004
- **Preliminary results of a research on sediments of Lake Trasimeno**
Castellani M., Dragoni W., Setti M., Vinti G.
Atti convegno Geoitalia, Spoleto - 2005
- **Modelling the long-term behaviour of radiocesium and radiostrontium in two Italian lakes.**
J. Environm Radioactivity, 80, 105-123.
Monte L., Grimani C., Desideri D., Angeli G. - 2005

Analisi delle componenti abiotiche nei sedimenti del lago Trasimeno

Riv. Idrobiol., vol. 30, 2-3303-337.

O. Tiberi

1991

L'obiettivo del presente lavoro è quello di tracciare un quadro delle condizioni chimico-fisiche, chimiche e biologiche dei sedimenti del lago Trasimeno. Mediante l'utilizzo di un carotatore sono stati prelevati campioni di sedimento e della colonna d'acqua sovrastante su 5 stazioni (1, a 100 m da Passignano; 2, Centro lago; 3, a 50 mt da sbocco Anguillara; 4 a 150 mt da Emissario; 5, a 50 mt sbocco depuratore Monte Lago) a cadenza stagionale tra il 1990 e 1991 (Giugno 1990, Settembre 1990, Dicembre 1990 e Marzo 1991).

In particolare sono stati analizzati e determinati 22 parametri chimico-fisici e chimici, così ripartiti:

a) Sull'Acqua

1. Temperatura,
2. pH
3. Eh
4. Conducibilità
5. Cloruri
6. D.O e V.S.(%)
7. Sostanze riducenti
8. N-ammoniacale
9. N-nitrico
10. N-totale
11. P-fosfato
12. P-totale

b) Sul Fango (tal quale)

1. Attività
2. Peso secco
3. Umidità
4. Fraz. Inorganica
5. Fraz. Organica
6. S dei solfuri

c) Sul Fango

1. N-totale
2. P-totale
3. S-totale

d) Metalli (Fango e acqua):

1. Fe-totale
2. Cu
3. Zn
4. Cd
5. Cr totale
6. Ni
7. Pb

L'ossigeno disciolto presenta concentrazioni generalmente inferiori nel periodo estivo (in particolare nella Staz. 4) rispetto alle altre stagioni. Comunque, in tutte le stagioni l'ambiente di fondo si mantiene in condizioni sostanzialmente riducenti.

La flora anaerobica a livello del fondale risulta molto attiva, traendo energia dai processi di riduzione dei solfati e del Fe^{3+} . Il ferro risulta essere presente come fase solida (principalmente FeS).

La concentrazione dei composti N e P disciolti in acqua, mostra marcate variazioni stagionali, che tuttavia ricalcano i classici schemi delle zone temperate: massimo invernale e minimo estivo.

In particolare i valori del P-totale nei sedimenti evidenziano una concentrazione inferiore a quella riportata dalla letteratura per altri laghi. I minimi estivi si registrano in concomitanza con basse concentrazioni di D.O., bassi valori di Eh ed elevati pH, condizioni che favoriscono il rilascio di tale nutriente dal sedimento.

L'N-totale presenta nei sedimenti valori più elevati, pur con una certa variabilità. Questo perché la mobilizzazione dell'azoto risulta più difficoltosa di quella del P.

L'interdipendenza tra apporti di N e P ed accumulo nei sedimenti non è stata chiarita, dipendendo oltre che dalle condizioni chimico fisiche, anche dall'attività della vegetazione sommersa. Le quantità di metalli pesanti disciolti in acqua risultano sempre inferiori al limite di rilevabilità strumentale, mentre le frazioni rilevate nei sedimenti risultano immobilizzate e di non facile rilascio a causa delle condizioni chimiche, fisiche e ambientali.

Non viene evidenziata un'azione di spurgo dell'emissario (staz.4) e quella vivificatrice dell'immissario (staz.3), in quanto entrambi sono funzionanti nei mesi invernali, quando cioè la qualità dell'acqua rientra nella norma.

Le stazioni 1 e 5, situate nei pressi dello sbocco dei depuratori, non mostrano un accumulo anomalo dei nutrienti rispetto alle altre stazioni. La concentrazione di N e P è condizionata principalmente dalla vegetazione sommersa ed emergente.

Nota: Sono presenti dati di concentrazione dei parametri sopraelencati.

Relazione semestrale relativa allo studio sui sedimenti del lago Trasimeno (giugno 1996)

G.Morozzi

1996

Lo studio prevede l'esecuzione di quattro prelievi trimestrali in cinque punti del lago. Per ogni punto di prelievo sono state estratte 6 frazioni e precisamente:

1. fase liquida a contatto con il sedimento;
2. limo sedimentato (umido);
3. sovrantante ottenuto dalla sedimentazione;
4. acqua interstiziale;
5. sedimento centrifugato;
6. sedimento centrifugato ed essiccato.

Sulla fase liquida a contatto con il sedimento sono stati determinati: alcalinità, DO, pH, conducibilità, composti azotati, solfati, cloruri, ortofosfati, fosforo totale.

Sul limo sedimentato è stata eseguita l'analisi dei solfuri, sull'acqua interstiziale e sul sedimento essiccato sono stati determinati i metalli pesanti (Pb, Cd, Ni, Cr e Cu). Sul sedimento centrifugato è stato determinato il peso secco e C organico.

Conclusioni:

La frazione essiccata è stata utilizzata per la determinazione degli IPA, tensioattivi (LAS) ed erbicidi. Tutti i campioni presentano un inquinamento di tipo antropico, a causa della presenza di IPA e tensioattivi.

Le concentrazioni dei suddetti inquinanti variano nelle diverse stazioni, in relazione al grado di antropizzazione della zona considerata e alla composizione e natura dei sedimenti.

La presenza in concentrazione abbastanza elevata di solfuri, oltre ad indicare un notevole livello di anossia nei sedimenti, può essere responsabile del basso rilascio dei metalli pesanti le cui percentuali di cessione inferiori al 30% del metallo adsorbito, spiegano anche le basse concentrazioni di metalli nell'acqua interstiziale. Lo stato di basso potenziale redox dei sedimenti non sembra tuttavia influenzare la concentrazione di ossigeno disciolto della colonna d'acqua a contatto con i sedimenti stessi.

Nota: I risultati dell'elaborazione del set di dati completo (4 campagne) sono nella pubblicazione: *Relationship among parameters of lake polluted sediments evaluated by multivariate statistical analysis*. A. De Bartolomeo, L. Poletti, G. Sanchini, B. Sebastiani, G. Morozzi *Chemosphere*, 2004, 55, 1323-1329.

“Piano per la gestione ed il controllo del bacino del lago Trasimeno finalizzato al contenimento dell'eutrofizzazione”

MINISTERO DELL'AMBIENTE – REGIONE DELL'UMBRIA

Taticchi M.I., Mearelli M., Cicchella F., Posati S., Valentini M., Saltalamacchia G., Maraziti A.,
Micheli A.

1995

BATIMETRIA E SPESSORE DEI SEDIMENTI DEL LAGO TRASIMENO (CAP.3)

Oltre alla verifica ed aggiornamento della batimetria del lago, la campagna di indagine ha avuto come obiettivo quello di individuare le zone di accumulo e lo spessore dei sedimenti. L'indagine è stata eseguita con l'ausilio di un “Sub Bottom Profiler” con funzione ecoscandaglio e “mud penetrator”. La strumentazione è stata trasportata con imbarcazione dotata di sistema di posizionamento satellitare, che fornisce la posizione con un errore massimo di 15 metri. I rilievi strumentali sono stati eseguiti nel periodo 13/7/1992-16/7/1992.

L'analisi delle registrazioni ha portato all'individuazione di varie tipologie morfologiche, a seconda della zona indagata. Ad esempio nella zona di S.Arcangelo (settore sud-est) la forte presenza di idrofite sommerse ha impedito una ottimale penetrazione dei segnali negli strati più profondi. Nella zona compresa tra Castiglione del Lago e Borghetto è stata rilevata la presenza di un fondale di tipo sabbioso, intervallato a zone con strati discontinui che potrebbero rappresentare i resti di un antico canneto. Le quote batimetriche sono state calcolate imponendo una velocità del suono in acqua pari a 1500 m/sec, corrispondente alla velocità del suono in acqua dolce a 25°C. I risultati delle indagini sono stati elaborati al fine di produrre una cartografia delle batimetrie, dello spessore dei sedimenti e dei profili lungo le sezioni più significative.

INDAGINI SPERIMENTALI SUI SEDIMENTI LACUSTRI (CAP.6)

OBIETTIVI E PROCEDURE:

Il presente studio ha l'obiettivo di effettuare una caratterizzazione chimico-fisica del sedimento e, mediante test di laboratorio su carote di fango, stimare il contenuto di nutrienti (N, P), le quantità eventualmente cedibili verso la colonna d'acqua sovrastante e verificare le condizioni ambientali che possono favorire il processo di rilascio.

Nel periodo di Luglio-Agosto 1992, mediante benna tipo “Jenkins” sono state prelevate carote di sedimento in 5 stazioni di prelievo, localizzate nei pressi di Castiglione del Lago (1), centro lago (2), S. Feliciano (3), S. Arcangelo (4) e Borghetto (5). Il campione prelevato consiste in una carota (spessore variabile 10-50 cm) e della colonna d'acqua sovrastante.

Su ciascuna stazione di prelievo sono state prelevate diverse carote per la determinazione della concentrazione di nutrienti, inquinanti e dei diversi parametri chimico-fisici.

In particolare, sulla porzione superficiale di una carota sono stati determinati P, N, umidità e perdita in peso per calcinazione. Inoltre parte di campione veniva utilizzata per la determinazione delle concentrazioni di metalli e micro-inquinanti organici e granulometria.

Su 5 ml di fango omogeneizzato sono stati effettuati test di cessione di N e P per contatto con acqua distillata.

Infine su altre due carote (comprendenti la colonna di acqua sovrastante) sono state simulate condizioni riducenti e ossidanti, per la durata di 10 giorni, determinando giornalmente i diversi parametri chimico-fisici (pH, cond, Eh) e le concentrazioni di N e P nella colonna d'acqua. Al termine della sperimentazione, per verificare le modificazioni indotte dal test, nello strato più superficiale della carota sono state ripetute le determinazioni iniziali, per i nutrienti contenuti sia nel fango che in acqua.

RISULTATI:

Durante le simulazioni ossidanti/riducenti su carota, si è osservata una generale diminuzione dei valori di pH e D.O.. In particolare la diminuzione dei valori di pH non sembra essere particolarmente legata alle condizioni di aerazione delle colonne. Anche nelle colonne mantenute in aerazione il potenziale redox ha assunto con il tempo valori negativi, sia all'interfaccia che nel primo strato di fango.

L'arricchimento di nutrienti sulla colonna d'acqua si verifica sulle carote di tutte le stazioni, anche se in quella di centro lago i valori assunti dai parametri sono mediamente inferiori rispetto alle stazioni costiere.

I sedimenti sono generalmente molto ricchi in calcare e la perdita in peso per calcinazione oscilla tra il 5% (centro lago) e il 9% (S. Arcangelo).

Per quanto riguarda la capacità di cessione dei nutrienti nel corso dei 10 gg, generalmente questa aumenta per l'ammoniaca e diminuisce per il fosforo.

I principali processi che avvengono nei sedimenti del Trasimeno sono stati così riassunti:

- a) *Decomposizione della sostanza organica*: il detrito a forte componente organica è diffuso mediante correnti su tutto il bacino lacustre. Tale sedimento risulta molto ricco di comunità batteriche e animali, il cui metabolismo genera una forte domanda di ossigeno. Per questo, al di sotto di un primo sottile strato ossidato, il sedimento presenta condizioni riducenti. Tra i diversi processi di decomposizione anaerobica presenti che portano alla formazione di H_2S , NH_3 e CH_4 , il più importante quantitativamente è quello che porta alla riduzione dei solfati. La zona anaerobica è caratterizzata dalla produzione di H_2S , precipitato come solfuro ferroso. In questo ambiente si attua la "rigenerazione" dei solfati, infatti la riduzione del Fe^{3+} porta alla solubilizzazione del fosfato che era precipitato in ambiente ossidante come $FePO_4$ o adsorbito in $Fe(OH)_3$. I fenomeni di adsorbimento e/o desorbimento legati al Fe a livello dell'ambiente interstiziale sembrano essere i maggiori responsabili dei meccanismi di rilascio del fosforo. I test di simulazione di 10 giorni hanno fornito una riprova sperimentale di quanto detto, infatti dopo alcuni giorni dalla fine dei test, a seguito della riossigenazione delle colonne surnatanti, il Fe tendeva a riprecipitare e quindi risedimentare come idrossidi di Fe rimuovendo il P in soluzione. Il solfato rappresenta l'alternativa all'ossigeno nel mediare l'ossidazione della materia organica nei sedimenti. L'entità del rilascio di NH_3 e P/PO_4 tende a crescere notevolmente quando lo strato più superficiale del sedimento (livello sottile ossidato) si riduce o scompare.
- b) *Sedimenti e consumo di ossigeno*: dalle misure di D.O. effettuate, non sono mai state rilevate condizioni di anossia dei fondali. Tuttavia non si può escludere che tali condizioni non si siano mai verificate, come ad esempio nel periodo di massimo sviluppo della vegetazione macrofita o durante le ore notturne, periodi in cui si ha teoricamente una minore presenza di ossigeno disciolto.
- c) *Contenuto di P dei sedimenti e fattori fisici che influenzano il suo rilascio*: la "diffusione" è generalmente considerato il principale meccanismo di rilascio e trasporto di nutrienti verso la fase acquosa. Dall'andamento dei profili di concentrazione nei sedimenti, sembra che la zona "attiva" sia di circa 10 cm di spessore. In presenza di turbolenza, si mantiene un elevato gradiente di concentrazione all'interfaccia, che causa un incremento della velocità di rilascio. Il P nei sedimenti è presente sotto diverse forme (minerali, complessi o composti organici) caratterizzate da diversa capacità di rilascio. Le quantità cedibili di P_{tot} nel sedimento del Trasimeno determinate nel presente lavoro, sono state valutate nell'ordine delle decine di mg per kg di sedimento. Nei primi 10-20 cm di sedimento, il fosforo organico e l'ortofosfato adsorbito rappresentano oltre il 50% del P_{tot} , che ammonta a circa 0.7-0.8 gr/kg.

In conclusione, le quantità di nutrienti immagazzinate nei sedimenti sono valutabili nell'ordine delle centinaia di tonnellate di P e migliaia di tonnellate di N. Lo studio ha dimostrato che in condizioni di saturazione di ossigeno il rilascio di P non costituisce un problema per l'ecosistema lacustre, mentre nel caso di condizioni anossiche il fenomeno di risolubilizzazione diventa più consistente. I fenomeni di rilascio dei nutrienti sono regolati da processi chimico-fisici, che in alcune zone (area de "La Valle") presentano un delicato equilibrio. Tuttavia anche se le caratteristiche idrochimiche di base del lago garantiscono generalmente uno stretto controllo sulle concentrazioni di PO₄, non sono da escludersi fenomeni di anossia su vasta scala, con conseguente rilascio di rilevanti quantità H₂S e NH₃, che andrebbero inevitabilmente a creare gravi danni all'intero ecosistema lacustre.

INDAGINE ECOTOSSICOLOGICA SUI SEDIMENTI (CAP.7)

E' stata effettuata un'indagine ecotossicologica di tipo olistico, nel tentativo di correlare le specie inquinanti (IPA e metalli pesanti) con i possibili effetti biologici. Su tutti i campioni della fascia costiera sono state rilevate quantità di metalli ed IPA.

In particolare, gli IPA sono correlati al contenuto di carbonio organico del sedimento, mentre in acqua le concentrazioni di IPA risultano molto basse.

Per quanto riguarda i metalli (Cd, Cr, Ni, Pb, Cu, Zn), le concentrazioni misurate rientrano nel range dei valori rilevati nei laghi italiani e sono al di sotto della media europea. Va sottolineata la scarsa tendenza al rilascio verso la fase acquosa, infatti le percentuali di cessione sono sempre dell'ordine del 2-3% e non oltre il 5%, mentre solo per il cadmio risultano superiori (tra 17% e 31%).

Da un punto di vista strettamente biologico, la tossicità rilevata nei sedimenti è risultata essere molto bassa. I test di mutagenesi condotti sui sedimenti hanno mostrato effetti mutageni, anche se di livello abbastanza basso, rispetto almeno alla concentrazione di IPA mutageni riscontrati, probabilmente da ricondurre alla presenza di altre sostanze che influenzano i risultati dei test di mutagenicità condotti. Sulla base delle attuali conoscenze si ritengono opportuni i seguenti interventi:

limitazione sostanze inquinanti nel bacino lacustre, mediante adozione di sistemi di depurazione;
istituzione fascia di rispetto, ove venga limitata e regolamentata ogni attività;
coltivazione del fragmiteto nella fascia costiera come elemento filtrante dei nutrienti veicolati nel lago.

STIMA DEL CARICO DEI NUTRIENTI (CAP.12)

La stima del carico dei nutrienti riversati annualmente nel bacino lacustre è stata effettuata utilizzando un sistema di tipo indiretto, ovvero mediante l'applicazione di opportuni coefficienti a tutte le possibili fonti di inquinamento. Nel caso di apporto di nutrienti da insediamenti civili è stata considerata la concentrazione negli effluenti provenienti da impianti di depurazione e attribuita una dotazione idrica media per ogni abitante servito da impianti di trattamento.

L'elemento da cui principalmente dipende lo stato trofico del lago è il fosforo, tuttavia pur rivestendo un ruolo secondario, anche l'azoto dovrà essere considerato.

L'analisi dei cicli naturali di azoto e fosforo permette di individuare e classificare le potenziali fonti di generazione di tali elementi. Una prima distinzione suddivide le fonti in due classi: "diffuse" e "localizzate". Alla prima classe appartengono le precipitazioni meteoriche, le aree urbane, il suolo non coltivato e coltivato. Per "localizzate" si intendono gli effluenti domestici, industriali e da allevamenti zootecnici. Riassumendo i dati pervenuti seguendo tali criteri, si perviene alla stima del carico globale affluente annualmente nelle acque lacustri. Per quanto riguarda gli effluenti da allevamenti zootecnici e da suolo coltivato, questi risultano sicuramente sottostimati.

Complessivamente per quanto riguarda il fosforo è stato stimato un flusso di circa 40020 Kg/a, mentre per l'azoto l'apporto annuo ammonta a circa 753170 Kg/a.

Tra le possibili attività che possono portare ad una riduzione del carico di sostanze nutrienti nel bacino del lago Trasimeno vengono elencate l'asportazione delle idrofite, l'attività di pesca, l'asportazione di sedimenti di fondo ed infine, lo sfioro idraulico attraverso l'emissario. Tutte queste azioni di riduzione non compensano tuttavia l'apporto annuale di fosforo al lago. Considerando che la concentrazione media di fosforo nelle acque è molto bassa (circa 24 µg/l), si deduce che il quantitativo annualmente sversato è principalmente "immagazzinato" nei sedimenti di fondo. Tra i meccanismi chimico-fisici che sono ritenuti avere un ruolo potenzialmente determinante nell'accumulo di fosforo nei sedimenti, viene ricordato l'adsorbimento chimico-fisico su materiale di fondo riportato in sospensione, la precipitazione come idrossiapatite e la coprecipitazione con carbonato di calcio.

**Analisi sperimentale dei flussi di fosforo dai sedimenti di un lago: il caso del lago Trasimeno
(Italia)**

Atti “VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental”

Paolo Viotti, Luigi Galeotti, Silvia Scaffoni, Giuseppe Sappa, Michele Leccese, Nicoletta Stracqualursi
2002

L'attività presentata nel lavoro ha l'obiettivo di caratterizzare il sistema del lago Trasimeno, per cercare di comprendere i processi e i principali parametri che regolano gli scambi di fosforo tra i sedimenti e la colonna d'acqua. Sono stati prelevati dei campioni di acqua e sedimento, a Gennaio e Febbraio 2001, ad una distanza di circa 7-10 metri dalla riva, nella zona di Albaia e Torricella.

Sull'acqua è stata determinata la concentrazione di alcuni elementi importanti nel ciclo del fosforo (ferro, calcio, manganese) ed il contenuto di fosforo nelle sue varie forme.

Sul sedimento sono stati determinati alcuni parametri caratteristici (contenuto di umidità, contenuto di sostanza organica, contenuto di fosforo) e sono state effettuate estrazioni sequenziali per verificare i meccanismi con cui il fosforo tende a legarsi alla fase solida. E' stato poi analizzato il fenomeno del rilascio e dell'assorbimento di fosforo da parte dei sedimenti cercando di determinare i quantitativi e di evidenziare quali siano i parametri che maggiormente lo influenzano, attraverso prove di lunga durata in diverse condizioni (test di cessione in condizioni aerobiche statiche ed anossiche statiche, prova batch in condizioni aerobiche mescolate).

Dal confronto tra i risultati ottenuti mediante le prove effettuate e quelli relativi ad altri laghi è stato visto che i sedimenti del lago Trasimeno sono caratterizzati da una scarsa tendenza al rilascio di nutrienti in ogni condizione creata. Essi presentano una non trascurabile capacità di adsorbimento, influenzata in particolar modo dalla concentrazione di fosforo presente nella fase liquida a contatto con il campione. Tutti i campioni analizzati hanno mostrato, infatti, una tendenza all'adsorbimento molto più elevata quando posti a contatto con la soluzione a concentrazione di fosforo superiore. Dopo la fase iniziale di adsorbimento veloce, i campioni sono andati tutti incontro ad una fase di rilascio, seguita da un nuovo adsorbimento. Dopo 21 giorni in soluzione troviamo una concentrazione di fosforo disciolto pari a circa il 30 % di quella inizialmente presente e la situazione tende a stabilizzarsi. Per quanto riguarda il processo di deadsorbimento di fosforo da parte dei sedimenti, questo si è presentato di entità non rilevante.

Il rilascio in condizioni mescolate è molto più alto rispetto a quello che si osserva in condizioni statiche. Questo dipende dal fatto che il processo di diffusione aumenta dal momento che il fosforo viene disperso rapidamente dai sedimenti nella colonna d'acqua, se viene mantenuto il gradiente di concentrazione. Inoltre il disturbo apportato ai sedimenti causa un mescolamento meccanico dell'acqua interstiziale e dell'acqua del lago. L'effetto immediato della risospensione delle particelle di sedimenti, poi, è un aumento del fosforo legato al particolato nell'acqua del lago, e questo va a costituire una sorgente di fosforo e un probabile sito di adsorbimento dello stesso.

I risultati delle estrazioni sequenziali mostrano che la maggior parte del fosforo risulta legato al calcio o si trova sotto forma di fosforo residuo. La percentuale del nutriente associato a ferro, manganese, alluminio, e quindi quella sensibile alle variazioni di potenziale redox, risulta sempre minore del 50%. Il fosforo facilmente scambiabile, o fosforo labile, è sempre presente in percentuali piuttosto basse, dell'ordine del 2 - 3 %. Nella maggior parte dei casi analizzati il fosforo che viene rilasciato nelle varie condizioni è quello legato al ferro e al manganese, il BD-P, e il fosforo residuo.

PIANO PER LA RIDUZIONE DEGLI APPORTI SOLIDI AL LAGO TRASIMENO (2003)

Provincia di Perugia
Dip. Biologia Animale ed Ecologia
Dip. Chimica
CIPLA

L.GERVASI, G.SCIURPI, P.TENTI, S.VIGNALI, W.GALINARI, D.SPACCAPELO, D.PALLOTTI,
S.MERLINI, M.LORENZONI, S.M.MURGIA, W.DRAGONI

INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA E SCOPO DEL LAVORO

L'estate 2003 è stata caratterizzata da un livello idrologico eccezionalmente basso, che ha portato ad un deterioramento delle condizioni chimico-fisiche e qualitative delle acque e all'emersione dei sedimenti depositati dagli immissari negli ultimi anni, causando notevoli problemi alla navigazione. Se il processo di interrimento del lago può passare in secondo piano durante periodi caratterizzati da livelli alti, assume inevitabilmente maggiore importanza durante le magre, richiedendo interventi immediati e continui.

EROSIONE ED INTERRIMENTO

Per i Laghi di Chiusi e Montepulciano è stata ricavata, durante precedenti studi, una formula empirica che lega il trasporto solido annuo in sospensione e la densità di drenaggio del bacino drenante. Per le analoghe caratteristiche litologiche e climatiche che il Trasimeno presenta rispetto a questi bacini lacustri, si è ritenuto che tale formula possa essere applicabile anche in questo caso per stimare la quantità di materiale solido che annualmente arriva sul Trasimeno.

Complessivamente risulta che annualmente si depositano nel bacino circa 1.5×10^5 m³/anno di materiali solidi. Tuttavia tale valore rappresenta probabilmente una sovrastima della reale quantità depositata, perché non considera il sedimento depositato direttamente nei canali immissari.

Una possibile soluzione del problema potrebbe essere quella di far depositare preventivamente il carico solido degli immissari entro apposite vasche di colmata, che periodicamente dovrebbero essere svuotate.

L'EROSIONE DEL BACINO

Dall'analisi delle foto aeree risulta che non sono presenti estese aree in erosione. Fenomeni di erosione incanalata e localizzata sono invece presenti in alcuni corsi d'acqua presenti nei massicci oligo-miocenici (porzioni mediane e superiori dei Torrenti Rio, la Trave e Macerone).

In conclusione all'interno del bacino non sono presenti fenomeni di erosione accelerata, nonostante il regime torrentizio di alcuni corsi d'acqua, ma solo fenomeni erosivi che modellano il territorio nel medio-lungo termine.

Dalla Carta delle Pendenze, sono state evidenziate le aree con pendenza superiore al 30% (alto bacino del torrente Tresa, fosso il Rio e fosso la Trave). Tuttavia, grazie alla diffusa copertura boschiva presente in tali settori, l'erosione più intensa si verifica, in coincidenza degli eventi meteorici più intensi, solamente in prossimità di strade, sentieri (dove mancano spesso le apposite opere di drenaggio superficiale) e delle aste fluviali stesse.

TIPOLOGIA DEL TRASPORTO E GRANULOMETRIA

Il carico di sedimento trasportato dalla corrente dipende da diversi fattori quali forma e densità del granulo, granulometria, velocità e tipo di regime della corrente, lunghezza e pendenza dell'asta fluviale, uso del suolo.

È stato effettuato un campionamento dei sedimenti alle foci di alcuni corsi d'acqua e successive **analisi di tipo granulometrico e di densità in situ**.

In generale le analisi evidenziano una prevalenza di materiale argilloso depositato dai corsi d'acqua lungo la riva sud e sabbioso lungo la riva nord.

INTERVENTI PROPOSTI

Per **ridurre gli apporti solidi dai torrenti immissari** è prevista la creazione di vasche di sedimentazione in modo da abbattere la quantità di sedimento in ingresso al lago, in particolare per quanto riguarda il sistema dei fossi Tresa-Moiano. Seguono alcune specifiche tecniche preliminari e manutentive per un corretto funzionamento e gestione delle stesse.

Inoltre sono consigliate operazioni di **dragaggio del materiale depositato alle foci dei torrenti immissari**. In particolare sono state individuate, su base catastale, le particelle di terreno interessate dagli interventi proposti (aree di accumulo del materiale dragato) antistanti le foci.

VALUTAZIONE DEI POSSIBILI IMPATTI AMBIENTALI

Viene effettuata una rassegna dei maggiori processi chimico-fisici potenzialmente riguardanti le dinamiche di adsorbimento/rilascio di sostanze inquinanti dai sedimenti dei bacini lacustri. Da questo emerge l'importanza di effettuare uno studio geochimico dei sedimenti, insieme all'analisi delle acque.

Nonostante insistano sul bacino lacustre numerose fonti inquinanti (scarichi civili, allevamenti, coltivazioni,...), sulle acque si riscontrano concentrazioni di inquinanti relativamente basse. Da qui è stata ipotizzata l'importanza di due principali meccanismi:

- la capacità di alcune specie vegetali acquatiche di metabolizzare e accumulare sostanze inquinanti;
- la capacità di adsorbimento dei sedimenti di fondo lago.

Sono di seguito elencati alcuni dati bibliografici relativi ad analisi eseguite da vari laboratori negli ultimi anni, relativamente a sedimenti e acque. Dal confronto di tali dati emerge che la zona dell'Oasi La Valle (presso S.Arcangelo), almeno per alcuni parametri, sembra quella che più risente del fenomeno di inquinamento. Tuttavia dalle prove eseguite, le percentuali di cessione relative alla maggior parte dei metalli sono piuttosto basse, ad eccezione del Cadmio, per il quale si hanno percentuali variabili tra il 22% e il 32% circa.

Gli interventi di rimozione proposti possono avere impatti diversi, che sono stati così identificati:

- *effetti meccanici diretti*: l'azione di rimozione dei sedimenti ha evidentemente come conseguenza diretta anche la rimozione della vegetazione e degli organismi che vivono a contatto della stessa e con i sedimenti.
- *modificazioni dell'habitat*: la scomparsa della vegetazione acquatica può influenzare indirettamente la presenza e diffusione delle specie ittiche.
- *alterazioni fisico-chimiche delle acque*: i parametri fisico-chimici più interessati dall'attività di rimozione dei sedimenti sono: aumento della torbidità per materiale in sospensione, diminuzione della concentrazione di ossigeno disciolto, aumento temporaneo della concentrazione volumetrica dei nutrienti minerali con rischio eutrofizzazione e aumento della concentrazione delle sostanze tossiche portate in sospensione e/o soluzione.

Tuttavia la risospensione dei sedimenti è un fenomeno naturale che frequentemente si origina per il forte vento.

RACCOMANDAZIONI E SUGGERIMENTI

- Nelle aree con fenomeni erosivi più intensi in atto è consigliata l'esecuzione di opere di ingegneria naturalistica (gabbionate, briglie) che riducano l'energia di ruscellamento in atto.
- Installazione di alcune vasche di decantazione nelle aree di foce della zona costiera nord.
- Installazione di alcune vasche di decantazione nelle aree di foce della zona costiera sud, unitamente all'esecuzione di barriere semisommerse in terra ricoperte da canneto
- Installazione di misuratori di portata nei principali immissari

- Taglio selettivo periodico, con conseguente rimozione, della vegetazione acquatica, per evitare accumuli di sostanza vegetale al fondo.

L'asportazione dei sedimenti dovrà essere effettuata seguendo un apposito piano operativo che preveda:

1. *Analisi preliminare dei campioni dei sedimenti da asportare*, al fine di stabilire il più appropriato riutilizzo e/o smaltimento.
2. *Modalità di dragaggio*, al fine di minimizzare l'impatto sulle condizioni ambientali esistenti nel bacino lacustre, l'asportazione dei sedimenti dovrà essere effettuata evitando al massimo il rimescolamento e la risospensione dei sedimenti.
3. *Sistemazione dei bacini di colmata*
4. *Controllo analitico delle acque di drenaggio dalle colmate*
5. *Controllo analitico finale del materiale essiccato e spandimento nei terreni*

Infine sono raccomandate ulteriori indagini al fine di verificare le caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti, verificare le più idonee tecniche di asportazione dei sedimenti, valutare gli effetti dell'intervento sulla biocenosi presente, individuare il periodo ottimale (considerando le diverse attività vegetative), monitorare le caratteristiche chimico-fisiche delle acque chiarificate e provenienti dalle vasche. Infine particolare attenzione dovrà essere posta al ripristino della fascia di vegetazione ripariale.

In ALLEGATO 2 sono presenti le schede analitiche dei campioni di sedimento relativamente alla caratterizzazione granulometrica (Dip. Scienze della Terra, UNIPG)

Relationship among parameters of lake polluted sediments evaluated by multivariate statistical analysis

Chemosphere, 55, 1323-1329.

A. De Bartolomeo, L. Poletti, G. Sanchini, B. Sebastiani, G. Morozzi
2004

In questa ricerca sono state utilizzate le tecniche di analisi statistica multivariata per interpretare e studiare dati di concentrazione di inquinanti provenienti da campioni di sedimenti del lago Trasimeno. I campioni di sedimento del fondale provengono da cinque distinti siti di campionamento (SE di Passignano, S.Arcangelo, Castiglione del Lago, Borghetto e centro lago), ripetuti quattro volte nell'arco di un anno (tra 1995 e 1996) e prelevati ad una profondità di 5 cm. Il set di sostanze ricercate comprende metalli pesanti (Cd, Cr, Ni, Pb, e Cu), idrocarburi policiclici aromatici (PAH), alchilsolfonato lineari (LAS), carbonio inorganico (IC), materia organica (OM) e solfuri acidi volatili (AVS). L'analisi delle componenti principali (PCA) è stata applicata al set di dati, per evidenziare particolari raggruppamenti di variabili e indicare quali sono i processi (chimici, fisici e biologici) che maggiormente influenzano le concentrazioni di inquinanti.

L'analisi cluster evidenzia la relazione tra concentrazione di materia organica (OM) e PAH, in relazione al ruolo che la frazione organica dei sedimenti riveste nel legarsi ai composti idrofobici.

Un'altra importante relazione esistente, tra LAS e AVS, è da ricercarsi nel meccanismo di formazione degli AVS. Infatti gli LAS si degradano a solfati, successivamente ridotti a solfuri da processi di riduzione catalizzati da attività batterica, ed infine formano AVS.

Le relazioni tra metalli pesanti e le altre variabili non risulta del tutto chiara. Tuttavia Ni e Pb sembrano legati al carbonio inorganico (IC) e in modo meno evidente all'AVS, mentre il Cu sembra associato alla materia organica (OM). La relazione tra Pb e PAH appare derivare da reflui urbani nei quali oli esausti e/o altri derivati dai processi di combustione sono scaricati nelle acque lacustri dopo una non completa degradazione da parte degli impianti di trattamento biologico.

Il generale basso livello di relazione esistente tra metalli pesanti e le tipiche componenti dei sedimenti, come AVS e IC, sembra confermare la presenza di più complicati fattori che possono influenzare il comportamento di tali inquinanti. In particolare, le concentrazioni di inquinanti relativamente basse, rilasciate a pH mediamente acido (pH=5), portano alla conclusione che i metalli possono essere legati anche ad altre fasi solide più stabili, oltre i carbonati e i solfuri. Gli autori ritengono improbabile che possano verificarsi nei sedimenti condizioni ossidanti tali da permettere la co-precipitazione di metalli con ossidi di Fe e Mn. Non è da escludere che tali processi possano avvenire durante le fasi di campionamento, trattamento e analisi dei sedimenti (es. test di rilascio), considerando le cinetiche molto rapide di tali processi (anche 1 ora).

Per quanto riguarda l'effetto stagionalità, sembra che parametri come la OM e PAH sono maggiormente legati alla stagione primaverile ed estiva, mentre i campioni autunnale ed invernali sono associati con le concentrazioni di carbonio inorganico, AVS e LAS.

Nota: Sono presenti dati di concentrazione del set di sostanze sopraelencato.

Preliminary results of a research on sediments of Lake Trasimeno

Castellani M., Dragoni W., Setti M., Vinti G.
Atti convegno Geoitalia, Spoleto
2005

I risultati preliminari del presente studio mostrano che l'erosione del bacino drenante a Lago Trasimeno non è particolarmente intensa ed è relazionabile a normali processi erosivi. I volumi annualmente depositati nel lago sono molto piccoli in rapporto al volume totale del lago. I problemi derivanti dall'affioramento in superficie dei sedimenti di fondo lago, sono quindi relazionabili al notevole abbassamento del livello delle acque che frequentemente ricorre negli ultimi anni.

I sedimenti mostrano un elevato contenuto organico e dal punto di vista granulometrico sono classificabili come argille e limi-argillosi, lungo la costa meridionale, e come sabbie, con percentuali variabili di argille e limi, lungo la costa settentrionale.

In generale nei campioni prelevati, il volume del sedimento è molto sensibile alle variazioni del contenuto di acqua, e dal punto di vista geotecnico, presentano complessivamente una bassa resistenza alla compressione.

Analisi mineralogiche indicano che in molti campioni è stata rilevata un apprezzabile quantità di smectite: considerando la capacità di tale minerale di trattenere o adsorbire metalli pesanti e sostanza organica nella sua struttura, è probabile che il sedimento stesso possa influenzare in maniera non trascurabile la qualità delle acque del lago.

Modelling the long-term behaviour of radiocesium and radiostrontium in two Italian lakes.

J. Environm Radioactivity, 80, 105-123.

Monte L., Grimani C., Desideri D., Angeli G.

2005

Questo lavoro descrive l'applicazione di un modello per la valutazione dei parametri di migrazione del ^{137}Cs e del ^{90}Sr (velocità di migrazione nel sedimento, indici di trasferimento sedimento acqua e sedimento profondo).

I sistemi lacustri in seguito ad accidentali introduzioni di sostanze radioattive mostrano alti e persistenti livelli di contaminazioni da radionuclidi.

I modelli revisionali sono soggetti tutti a livelli di incertezza dovuti alla variabilità di trasferimento dei radionuclidi nelle diverse condizioni ambientali.

In questo lavoro viene assegnato i valori sito-specifici dei parametri di trasferimento del e del per i due laghi (Monterosi e Trasimeno) contaminati in seguito all'introduzione in atmosfera di sostanze radioattive in seguito a test di armi nucleari e all'incidente di Chernobyl.

In questo lavoro sono esposte informazioni quantitative in merito a flussi di radionuclidi nei differenti comparti abiotici di due ecosistemi lacustri.

VARI

Messa a punto dello stato delle conoscenze ambientali di riferimento dell'area del Lago Trasimeno e definizione di un modello concettuale per un piano di gestione

Documenti

Task 1 - Raccolta e integrazione dei dati

Schede di sintesi delle pubblicazioni

Vari

A cura di: Nicola Morgantini
Dipartimento provinciale di Perugia

Articoli

- **Rilievo geofisico del lago Trasimeno per la realizzazione del Foglio geologico scala 1:50,000 n.°310 Passignano sul Trasimeno**

Progetto CARG-Relazione Finale

ISMAR-CNR, Regione dell'umbria, UNIPG, UNIPI, Coastal Consultino - dicembre 2005

Rilievo geofisico del lago Trasimeno per la realizzazione del Foglio geologico scala 1:50,000 n.°310 Passignano sul Trasimeno

Progetto CARG-RELAZIONE FINALE
ISMAR-CNR, REGIONE DELL'UMBRIA, UNIPG, UNIPI, Coastal Consultino
DICEMBRE 2005

Indagine morfobatimetrica

La precedente batimetria del lago risale al 1969. Durante il progetto, mediante l'utilizzo di ecoscandaglio digitale ad altissima frequenza è stato prodotto un accurato modello digitale del fondale.

Sismica a riflessione superficiale

Per mezzo di un Subbottom Profiler (SBP), si è ottenuta un "immagini acustica" del fondale, grazie alla quale è possibile risalire alla geometria ed allo spessore della copertura sedimentaria, con risoluzione fino a 10 cm. Dall'interpretazione dei dati è emersa la presenza di una interfaccia acqua-sedimento semifluida, con al di sotto sedimenti finemente stratificati con presenza diffusa di gas. Nei pressi delle coste sono localmente stati evidenziati corpi progradazionali sedimentari (antiche spiagge). Da una successiva elaborazione dei dati sarà possibile ottenere la cartografia relativa alla distribuzione areale dei sedimenti.

Sismica a riflessione profonda

Sono state prodotte 12 sezioni sismiche, riconosciuti due orizzonti sismici principali e ricostruite le mappe strutturali dell'andamento del substrato.

Stima del tasso di sedimentazione

Nell'ambito del progetto è stato effettuato un carotaggio dei sedimenti di fondo lago ed analizzati i traccianti radioattivi (^{210}Pb , ^{210}Po , ^{137}Cs , ^{234}Th , ^7Be). In particolare l'analisi dei profili di ^{210}Pb e ^{137}Cs ha permesso di calcolare la velocità di sedimentazione degli ultimi 50-100 anni. La concentrazione e l'andamento del profilo evidenziano un apporto consistente ^{137}Cs nel sedimento, riconducibile al fallout radioattivo avvenuto nel 1986 in seguito all'incidente di Chernobyl.

Per il calcolo delle velocità di sedimentazione è stato utilizzato il modello CF-CS (constant flux-constant sedimentation), che prevede un flusso di radionuclide alla superficie del sedimento ed una sedimentazione costanti nel tempo. Mediante l'applicazione di tale modello, per il sedimento deposto negli ultimi 100 anni, è stato calcolato un tasso di sedimentazione, pari a circa 0.3 cm/anno, che è tuttavia da considerarsi un limite massimo.

VEGETAZIONE

Messa a punto dello stato delle conoscenze ambientali di riferimento dell'area del Lago Trasimeno e definizione di un modello concettuale per un piano di gestione

Documenti

Task 1 - Raccolta e integrazione dei dati

Schede di sintesi delle pubblicazioni

Vegetazione

A cura di: Fedra Charavgis
Dipartimento provinciale di Perugia

Articoli

- **La flora e la vegetazione del lago Trasimeno. Parte I. La vegetazione litoranea.**
Rivista di Idrobiologia, 4(3), 115-152
Granetti B. - 1965
- **La flora e la vegetazione del lago Trasimeno. Parte II. La vegetazione idrofittica sommersa e natante.**
Rivista di Idrobiologia, 4(3), 155-182 - Granetti B. 1965
- **Carta della vegetazione del comprensorio Trasimeno**
Orsomando E., Catorci A. - 1991
- Il compostaggio e la digestione anaerobica quali possibili tecniche di valorizzazione delle macrofite e di altri materiali asportati dal Lago Trasimeno.
In: Seminario su Il Lago Trasimeno
Poletti - 1998
- **La ricolonizzazione di ex-coltivi in ambiente perilacuale: modalità di recupero della vegetazione semi-naturale e strategie di miglioramento**
Rivista di Idrobiologia, 40, 2-3, 335-366
Apruzzese A., Gigante D., Venanzoni R. - 2001
- **Utilizzo del GIS nella valutazione spazio temporale della vegetazione palustre in un settore del lago Trasimeno in relazione ai fattori antropici**
Rivista di Idrobiologia, 40(2/3); 69-86
Venanzoni R., Rampiconi E. - 2001
- **Vegetazione, habitat di interesse comunitario, uso del suolo del Parco del Lago Trasimeno**
Parco del Lago Trasimeno, Regione Umbria
Cecchetti A., Lazzerini G. - 2005
- **Habitat e specie della direttiva 92/43/CE ed altri aspetti di rilevanza naturalistica al lago Trasimeno**
Legambiente, Uni PG, Comunità Montana Trasimeno-Medio Tevere - 2006
- **La vegetazione idrofittica del lago Trasimeno-Campagna di monitoraggio 2007**
Parco del Lago Trasimeno, Regione Umbria
Cecchetti A., Lazzerini G. - 2007
- **Intervento di riqualificazione del canneto per la conservazione della biodiversità del lago Trasimeno**
Provincia Di Perugia
Venanzoni, D. Gigante, A. Pedini, M.Ficola, L. Reale - 2008
- **Il Canneto: un contributo scientifico per le buone pratiche di gestione del lago Trasimeno**
Provincia di Perugia

La flora e la vegetazione del lago Trasimeno. Parte I. La vegetazione litoranea.

Rivista di Idrobiologia, 4(3), 115-152

Granetti B.

1965

Nel lavoro viene presentato lo stato della vegetazione nel lago Trasimeno aggiornata all'anno 1965 e un breve quadro delle trasformazioni che essa ha subito negli ottanta anni precedenti.

Nella prima parte l'autore si sofferma sulla descrizione delle caratteristiche geologiche, fisiche ed ecologiche del lago Trasimeno. Viene fatto anche un quadro delle vicende idrologiche che hanno caratterizzato il lago dal 1898 al 1964, anno in cui il livello dell'acqua raggiunse lo sfioratore dopo 40 anni.

Per quanto riguarda gli studi floristici effettuati negli anni precedenti nel lago Trasimeno, vengono segnalate la pubblicazione "La Flora del Trasimeno" di Mons. Cicioni del 1985, il lavoro di Barsali nel 1913, che, con intendimenti fitosociologici, ha suddiviso la vegetazione in gruppi corrispondenti ad altrettante zone, le ricerche di Moretti sull'espansione delle idrofite negli anni 1941-1959 ecc.

Per il rilevamento fitosociologico della **vegetazione costiera**, eseguito nell'estate del 1965, l'autore ha utilizzato il metodo della frequenza (o di Raunkier), realizzato con una serie di transetti (n. 10). I dati raccolti sono stati ordinati in tabelle dove vengono riportati l'estensione della fascia di vegetazione litoranea, la profondità dell'acqua e la frequenza delle specie rilevate.

Dal punto di vista fitosociologico la vegetazione litoranea del Trasimeno appartiene alla classe Phragmitetea, che comprende due ordini:

- *Phragmitetalia*, largamente rappresentato dalle associazioni *Phragmitetum communis*, *Typhetum angustifoliae*, *Typhetum-Scirpetum* e *Scirpetum maritimi*; per ognuna di esse l'Autore ne descrive la composizione floristica, la distribuzione e le caratteristiche principali.
- *Magnocaricetalia*, che comprende l'alleanza *Caricion gracilis*, rappresentata al Trasimeno da sporadiche e frammentarie associazioni, di cui l'autore descrive il *Caricetum ripariae*.

Viene riportato, quindi, l'elenco generale delle specie raccolte (circa 85), la località dove sono state rinvenute e le segnalazioni fatte in precedenza da altri autori. Vengono, inoltre, elencate 12 specie attualmente assenti o presenti in maniera del tutto sporadica.

In conclusione, l'autore fa alcune osservazioni sul dinamismo della vegetazione durante gli ottanta anni precedenti in relazione alle vicende idrologiche, rilevando che la vegetazione litoranea attuale si è insediata di recente nei terreni che erano regolarmente adibiti a pratiche agricole.

La flora e la vegetazione del lago Trasimeno.
Parte II. La vegetazione idrofittica sommersa e natante.

Rivista di Idrobiologia, 4(3), 155-182

Granetti B.

1965

Nel lavoro vengono riportati i risultati dei rilievi effettuati sulla vegetazione idrofittica e natante del lago Trasimeno nel periodo luglio-agosto 1965 (anche se le indagini sono iniziate a partire dal '63). Lo studio è stato eseguito seguendo il metodo fitosociologico di Braun-Blanquet e fissando una superficie minima di rilevamento di 25 mq. I rilievi sono stati eseguiti a varie profondità, comprese tra 20 cm e 6 m, percorrendo l'intero perimetro lacustre.

I dati raccolti hanno consentito di individuare alcuni aggruppamenti di idrofite e di metterli in relazione a fattori ecologici quali lo spessore dell'acqua, la torbidità, la temperatura ecc. e, soprattutto, di poter fare un confronto con i dati pregressi, considerando le vicende idrologiche a cui è andato incontro il lago. I rilievi, infatti, sono stati condotti dopo 7 anni dal raggiungimento del livello più basso mai registrato (-2,8 m sotto la soglia dello sfioratore nel 1958) e si può quindi ipotizzare che la vegetazione idrofittica, in questo lasso di tempo, non abbia potuto stabilire un equilibrio definitivo con la nuova situazione idrologica.

Dal punto di vista fitosociologico la vegetazione acquatica e sommersa rilevata nel Trasimeno appartiene alla classe Potametea e all'ordine Potametalia. Le associazioni presenti, descritte in dettaglio dall'autore, tipiche di acque con profondità medie nettamente distinte, sono 3: *Hydrocharitetum*, *Potametum lucentis*, *Potameto-Ceratophylletum demersi*.

Nel lavoro vengono quindi elencate e descritte le specie campionate, segnalando le località dove presentano uno sviluppo eccezionale e riportando, per ognuna di esse, eventuali segnalazioni fatte da altri autori in precedenza. Anche in questo caso, vengono riportate le specie rilevate in passato ma non rinvenute nel corso dei campionamenti e, quindi, da ritenersi scomparse da almeno mezzo secolo (circa 20 specie).

In conclusione, l'autore fa alcune osservazioni sul dinamismo stagionale della vegetazione acquatica e alcune considerazioni sulle variazioni nella composizione della vegetazione avvenute negli ultimi ottanta anni.

Dal confronto con i dati raccolti a fine ottocento, infatti, Granetti mette in evidenza come, oltre alla perdita di molte specie, sia stata rilevata anche una riduzione dell'estensione di quelle ancora presenti, molto diffuse all'epoca e divenute ormai sporadiche o rare, come ad esempio *Nymphaea alba* (localizzata all'epoca dell'indagine fra S.Arcangelo e Panicarola mentre negli studi sopracitati era abbondantissima a ridosso della fascia spondale), *Ranunculus aquatilis* (diffuso in tutta la periferia del Trasimeno, sporadico nel 1965), *Myosotis palustris* (oggi rarissimo) ecc. Secondo l'Autore, la vegetazione idrofittica di quel periodo risultava caratterizzata da un'abbondanza di specie paludose localizzate in vaste zone rivierasche.

Dai rilievi di Barsali (1912-1913), molte delle specie elencate erano ancora presenti in quantità notevoli anche se alcune come *Zannichellia palustris*, *Helodea canadensis* e altre erano definitivamente scomparse. Negli anni seguenti la vegetazione è andata incontro ad ulteriori cambiamenti in rapporto alle forti oscillazioni del lago fino ad arrivare agli anni di massima magra, culminati nel 1958.

Nel periodo 1941-59, con il progressivo abbassamento del livello, le idrofite sono andate incontro ad un massiccio sviluppo, estendendosi quasi all'intero specchio d'acqua (in particolare alcune specie come *P.perfoliatus*, *Vallisneria spiralis* e *Myriophyllum spicatum*). A partire dal '59, con l'arrivo dell'Anguillara e il graduale aumento del livello, la vegetazione idrofittica è andata via via scomparendo dalla zona centrale per varie cause (aumento della torbidità, riduzione della trasparenza e spessore dell'acqua, Di Giovanni, 1961), localizzandosi in una fascia anulare larga alcune centinaia di metri.

A seguito delle numerose osservazioni condotte, l'Autore ritiene che con il '65 si sia concluso il periodo delle grandi trasformazioni di tipo quantitativo e qualitativo a carico delle idrofite.

Carta della vegetazione del comprensorio Trasimeno

Orsomando E., Catorci A.

1991

Nel lavoro, pubblicato nel 1991, viene presentata la terza carta vegetazionale relativa al comprensorio del lago Trasimeno; la prima, “Carta della vegetazione naturale, risale al 1977 e la seconda, Carta della vegetazione del Foglio Passignano sul Trasimeno, risale al 1985. Tali studi costituiscono strumenti scientifici molto utili ai fini della gestione territoriale, poiché, sintetizzando tutte le conoscenze floristico-vegetazionali di un’area, consentono di valutare le conseguenze sull’ambiente di qualsiasi tipo di intervento antropico.

La *Carta della vegetazione del comprensorio Trasimeno*, in scala 1:50.000, ricopre una superficie di circa 77.800 ettari ed è stata realizzata ex novo per circa la metà, mentre per la parte restante si è fatto riferimento, con le opportune modifiche, alle carte vegetazionali precedenti. Sono state, inoltre, allegate, in scala 1:250.000, le carte ipsometrica, geologica e pluviometrica, la carta della vegetazione potenziale, la carta delle aree di interesse naturalistico e le carte dei vincoli 1 e 2.

Per la tipizzazione della vegetazione è stato utilizzato il metodo fitosociologico classico di Braun-Blanquet. I rilevamenti sono stati eseguiti nel periodo febbraio 1988-novembre 1989, con l’aggiunta di diversi controlli e verifiche fatti durante la stagione vegetativa del 1990.

Nella carta vengono rappresentate 34 unità vegetazionali, di cui 17 riferite agli ambienti acquatici, 9 a formazioni forestali, 4 a quelle arbustive, 1 alla vegetazione pascoliva, 1 a quella degli stagni contemporanei e 2 alla vegetazione infestante dei campi, oltre ad oliveti, vigneti, rimboschimenti e pioppeti. Per ogni tipo vegetazionale mappato vengono fornite varie informazioni, quali lo stato di conservazione, la diffusione, la composizione floristica e le variazioni avvenute nel corso degli anni. A tale proposito, gli autori segnalano:

- La diminuzione, in generale, delle aree occupate dalla vegetazione umida e palustre
- La perdita in biodiversità dell’associazione *Mentha aquatica-Caricetum pseudocyperis* rispetto ai rilevamenti fatti da Cicioni nel 1895
- Il restringimento graduale dell’area di diffusione dell’associazione *Hydrocharitetum* a causa dell’eccessiva eutrofizzazione rispetto ai rilevamenti fatti da Granetti nel 1965
- La diminuzione netta delle stazioni occupate dall’associazione *Ricciatum fluitans*

Nella pubblicazione gli autori individuano tre categorie paesaggistiche nel comprensorio del Trasimeno:

- la prima, lacustre, si presenta con caratteristiche peculiari quasi uniche in Italia per la presenza di specie vegetali rare o in via di estinzione che fanno del Trasimeno un biotopo di valore internazionale.
- la seconda, costituita dalle aree di pianura immediatamente all’esterno del lago, in cui quasi tutti gli aspetti naturalistici sono stati cancellati dalle pratiche agricole ad eccezione di rari residui di foreste planiziarie e di brughiere a calluna.
- la terza, formata dalle zone collinari circostanti, dalle pianure e dalle valli fluviali, è quello più esteso.

Il progressivo aumento dell’impatto antropico ha colpito prevalentemente lo specchio lacustre e soprattutto la sua fascia costiera e sub-litoranea (ciò è particolarmente visibile nelle cattive pratiche di gestione del canneto e fragmiteto).

Nel corso dei rilevamenti cartografici, le principali situazioni di degrado riscontrate sono:

- Forte squilibrio tra le aree antropizzate e quelle naturali e seminaturali
- Alterazione degli equilibri ecologici nelle zone planiziarie
- Riduzione dei boschi planiziarie e brughiere a calluna anche a causa dell’impianto di vivai a conifere nelle zone adiacenti

- Incendi
- Pratiche silvo-colturali che non hanno valutato i diversi equilibri ecologici tra le varie formazioni vegetali
- Distruzione della vegetazione ripariale
- Apertura di cave
- Abbandono dei castagneti
- Impianto di specie esotiche attorno al lago
- Riduzione della fascia a canneto o fragmiteto (apertura di canali o piccoli moli)
- Alterazione di ambienti palustri e lacustri con estinzione di specie rare

Proposte per la salvaguardia dell'ambiente lacustre

- Trasformazione dei boschi cedui in formazioni di alto fusto
- Astensione dal taglio di specie legnose rare
- Recupero e restauro dei castagneti
- Censimento degli alberi ultrasecolari
- Rimboschimenti con specie autoctone nelle aree agricole e pascolive abbandonate e al posto delle conifere
- Salvaguardia del paesaggio rurale e agrario
- Estensione dell'area del Parco del Trasimeno

Il compostaggio e la digestione anaerobica quali possibili tecniche di valorizzazione delle macrofite e di altri materiali asportati dal Lago Trasimeno.

In: Seminario su Il Lago Trasimeno

A. Poletti

1998

Nel lavoro vengono descritte le varie fasi della sperimentazione effettuata per valutare le possibili tecniche di utilizzo delle biomasse derivanti dalle operazioni di manutenzione del lago (raccolta delle macrofite, ripulitura del canneto, rimozione dei limi di fondo ecc). Tra i vari metodi ipotizzabili a tale scopo sono risultati interessanti il **compostaggio** e la **digestione anaerobica**.

Nel primo caso, si è cercato di individuare sia le procedure e le condizioni migliori per realizzare il processo di compostaggio, sia di stabilire se tale metodica è applicabile e con quali vantaggi o svantaggi. La campagna sperimentale è stata condotta su macrofite, canne e limi di fondo nell'estate del 1993 e su miscele di macrofite e fanghi civili nell'inverno del 1995. Le tecniche che sono state utilizzate sono quella del rovesciamento dei cumuli e quella ad aria insufflata al di sotto dei cumuli.

Nel caso della digestione anaerobica, l'interesse per alghe e macrofite come fonte di biomassa per tale processo deriva dal fatto che questi organismi costituiscono uno dei sistemi più efficienti di conversione dell'energia solare. Nella sperimentazione è stato utilizzato un digestore in vetro della capacità di 10 litri e il biogas prodotto è stato raccolto e misurato in un gasometro ad acqua.

I risultati della ricerca mostrano che:

- Le macrofite, da sole o miscelate ad altre sostanze, rappresentano un materiale idoneo per il compostaggio, anche se il prodotto finale non è da considerarsi un compost di alta qualità (per il contenuto di metalli pesanti). Il sistema per areazione meccanica è da preferirsi a quello ad aria insufflata
- Le macrofite possono rappresentare un ottimo substrato anche per la produzione di biogas (dati sperimentali nella relazione)

La ricolonizzazione di ex-coltivi in ambiente perilacuale: modalità di recupero della vegetazione semi-naturale e strategie di miglioramento

Rivista di Idrobiologia, 40, 2-3, 335-366

Apruzzese A., Gigante D., Venanzoni R.

2001

Nel lavoro vengono presentati i risultati di uno studio vegetazionale svolto in un'area sottratta alle colture agricole allo scopo di ripristinare la vegetazione a prati umidi nella fascia costiera del lago Trasimeno.

Le notevoli oscillazioni del livello dell'acqua e il forte impatto antropico hanno modificato, nel tempo, l'habitat costiero, causando uno stato di generale degrado della fascia rivierasca.

Le coltivazioni irrigue intensive, in particolare, hanno contribuito, da un lato, a limitare la superficie delle fitocenosi idrofittiche ed igrofile e, dall'altro, necessitando di forti apporti di nutrienti, ad aggravare la situazione ambientale del lago. L'ecosistema trasimenoico è, quindi, costantemente a rischio di eutrofizzazione.

Le conseguenze di questo degrado si manifestano con una netta semplificazione del paesaggio, una riduzione della biodiversità, la scomparsa di comunità importanti quali quelle dei prati umidi e di transizione e un generale impoverimento della vegetazione elofitica (attualmente rappresentata da formazioni monospecifiche di cannuccia). La compressione e riduzione della copertura vegetale, inoltre, ha provocato l'interruzione dell'attività fitodepurativa, naturalmente svolta dalla vegetazione spondicola e attualmente tutta a carico del canneto, vista anche l'assenza dei prati umidi e di transizione. Questi ultimi rappresentano un importante patrimonio naturalistico, poiché caratterizzati da specie vegetali e animali rari e in via di estinzione.

Per la realizzazione del progetto, della durata di tre anni (1998-2000), è stata individuata un'area compresa nel comune di Castiglione del Lago, di forma rettangolare (400 m di lunghezza e 80 di profondità), allungata parallelamente alla sponda e posta a monte dell'area demaniale occupata dal canneto. Sono stati compiuti anche alcuni interventi di rimodellamento del campo sperimentale allo scopo di ripristinare l'originario profilo della sponda e all'interno dell'area sono state realizzate diverse attività per accelerare il ripristino della vegetazione naturale (es. sfalcio e semina di essenze erbacee perenni).

Sono stati, quindi, osservati i tempi e le modalità di insediamento della vegetazione spontanea, fornendo un'interpretazione dal punto di vista fitosociologico (Metodo di Braun-Blanquet). Nel corso dei tre anni di studio, le cenosi rilevate che si sono sviluppate sono riconducibili a due associazioni con 6 varianti, appartenenti alle alleanze *Chenopodium muralis* e *Agropyro-Rumicion crispi*. Inoltre, è stata individuata una fascia di espansione della vegetazione dell'alleanza *Magnocaricion elatae*.

Dall'analisi dell'evoluzione delle fitocenosi nel periodo di studio, il risultato principale è rappresentato dalla formazione di una fascia semi-naturale interposta tra i campi agricoli e l'anello di vegetazione palustre a dominanza di *Phragmites australis*. Tale area (o fascia di rispetto) consente, da una parte, l'insediamento di specie floristiche e vegetazionali particolarmente importanti e attualmente scomparse dal Trasimeno e dall'altra svolge un ruolo di filtro tra le aree agricole e il lago.

Particolarmente idonei allo sviluppo di tale fascia, si sono mostrati, tra gli interventi effettuati per ripristinare l'originario profilo della sponda, quelli relativi alla circolazione superficiale delle acque.

Utilizzo del GIS nella valutazione spazio temporale della vegetazione palustre in un settore del lago Trasimeno in relazione ai fattori antropici

Rivista di Idrobiologia, 40(2/3); 69-86

Venanzoni R., Rampiconi E.

2001

Obiettivo dello studio è quello di analizzare la variazione della vegetazione palustre che circonda le rive del lago nel periodo compreso tra il 1957 e il 1994. L'indagine è stata condotta in un'area compresa tra Castiglione del Lago e Borghetto di Tuoro della lunghezza di circa 4 km, unica zona dove sono ancora presenti lembi di prati umidi e palustri. Questo tipo di vegetazione, la cui estensione dipende fortemente dal livello delle acque del lago, dalla pendenza delle sponde e dall'uso del territorio circostante, è andata scomparendo nel corso degli anni, soprattutto a causa dell'aumento delle superfici coltivabili. Ciò ha comportato una marcata semplificazione del paesaggio, con relativa riduzione della biodiversità vegetale e animale. Pertanto il ripristino di condizioni favorevoli per lo sviluppo dei prati umidi attraverso la costituzione di una fascia di rispetto tra i campi e la vegetazione palustre e il rimodellamento delle sponde potrà favorire, nel tempo, un miglioramento globale dell'ecosistema lacustre (ricostruzione di habitat persi, azione di filtro per le acque reflue, freno ai processi di erosione ecc.).

L'analisi della vegetazione dell'anno in corso è stata effettuata secondo il metodo fitosociologico, mentre, per gli anni precedenti (1957, 1972 e 1994), è stata ricavata utilizzando le cartografie esistenti, integrate con foto aeree. L'elaborazione dei dati è stata eseguita con il GIS e con i risultati ottenuti è stato costruito un modello di previsione delle variazioni vegetali collegate alle attività umane, per eventuali programmi di conservazione, recupero e gestione del territorio.

L'indagine ha permesso di evidenziare le seguenti unità di vegetazione:

- Vegetazione dei prati umidi (Classe *Molinio-Arrhenathera*); prateria a *Juncus articulatus* con nuclei di *Holoschoenus romanus*
- Vegetazione di elofite palustri (Classe *Phragmito-Magnocaricetacea*); praterie a carice spondicola (*Caricetum ripariae*), canneto (*Phragmitetum australis*), aggruppamenti caratterizzati da *Typha angustifolia*, *Scirpus maritimus*, *Scirpus lacustris*, *Carex pseudocyperus*
- Aggruppamenti delle acque stagnanti a idrofite natanti (*Lemnetea*, *Utricularietea*) e radicanti (*Potametea*)
- Vegetazione di idrofite sommerse (*Potametum lucentis* e *Potametum lucentis nymphaeetosum*) e natanti (*Hydrocharitetum morsus-ranae*) della zona sub-litorale del lago Trasimeno
- Vegetazione di idrofite sommerse e in parte natanti (*Potamo-Ceratophylletum demersi*)

Attraverso l'elaborazione dei dati cartografici sono state calcolate le superfici e le variazioni dell'ampiezza della fascia della vegetazione palustre nei tre anni considerati (tabella) rispetto alle variazioni del livello del lago.

| ANNO | AREA DELLA VEGETAZIONE PALUSTRE (mq) |
|------|--------------------------------------|
| 1957 | 501014.98 |
| 1972 | 771188.37 |
| 1994 | 445476.38 |

Dai risultati ottenuti emerge che negli ultimi 40 anni la vegetazione palustre ha subito un notevole incremento negli anni '70 e una netta diminuzione negli anni '90:

- nel '57, la vegetazione palustre presentava un'estensione di 50 ha, appariva ricca di associazioni vegetali ben articolate e comprensiva dei prati umidi; l'agricoltura era di tipo tradizionale, senza particolari apporti di fertilizzanti chimici. Sul fronte, inoltre, era presente un'ampia spiaggia.

- nel '72 la vegetazione palustre presentava un'estensione di 78 ha ed era distribuita in modo omogeneo lungo la fascia costiera. L'aumentato livello delle acque ha causato l'espansione della vegetazione palustre sia verso il lago che in direzione dell'area occupata dai prati umidi, invasi dal canneto e impossibilitati ad arretrare, per la presenza dei campi coltivati. Scompare anche la spiaggia sostituita dalla vegetazione elofitica.
- nel '94, la vegetazione palustre presentava un'estensione di 44,5, il valore più basso registrato in questi tre anni. Il livello delle acque, rimanendo costante, ha impedito lo sviluppo della vegetazione elofitica verso il lago che rimane così compressa nella fascia tra il limite dei campi coltivati e lo specchio d'acqua. I prati umidi e di transizione sono definitivamente scomparsi.

Vegetazione, habitat di interesse comunitario, uso del suolo del Parco del Lago Trasimeno

Parco del Lago Trasimeno, Regione Umbria

Cecchetti A., Lazzarini G.

2005

Il lavoro riporta i risultati delle attività di inventariazione delle cenosi vegetali e degli habitat di interesse comunitario svolte nel lago Trasimeno durante l'anno 2005. Tali informazioni sono state raccolte allo scopo di creare una base dati geografica informatizzata (GIS) aggiornata sulla vegetazione lacustre, dal momento che i lavori relativi a questo argomento sono tutti piuttosto datati.

Aspetti metodologici

Per ogni **cenosi vegetale** di valore naturalistico censita, è stata elaborata una scheda descrittiva che ne riporta la denominazione, la codifica, l'eventuale appartenenza ad un habitat di interesse comunitario, l'inquadramento fitosociologico, le caratteristiche fisionomiche e vegetazionali, le aree di potenziale insediamento, segnalazioni precedenti fatte da altri autori, l'ubicazione attuale, le specie vegetali tipiche dell'associazione e una serie di indicatori ecologico-ambientali in grado di fornire, in modo sintetico, informazioni sulla frequenza, rarità, grado di frammentazione e valore ecologico della cenosi nell'ambito del parco. Infine, sono stati evidenziati gli elementi che costituiscono una minaccia per la cenosi ed alcuni suggerimenti in relazione alla sua gestione conservativa.

Anche per ogni **habitat di interesse comunitario**¹ rilevato, è stata elaborata una scheda descrittiva che ne riporta la denominazione e la relativa codifica Natura 2000, la descrizione generale dell'habitat e della vegetazione che lo caratterizza, le specie vegetali tipiche, una serie di indicatori ecologico-ambientali come quelli utilizzati per le cenosi vegetali e le cenosi vegetali stesse rilevate nell'ambito del Lago Trasimeno in cui l'habitat di interesse comunitario si presenta e si articola.

Le schede descrittive delle **piante** che caratterizzano la vegetazione presente nell'ambito del lago riportano le seguenti informazioni: nome scientifico, nome volgare, famiglia di appartenenza, luogo di origine e diffusione, habitus vegetativo, caratteristiche floristiche, forma biologica, epoca di fioritura, esigenze pedoclimatiche.

Inventario dell'uso del suolo

Nell'area del lago Trasimeno è stato determinato anche l'uso del suolo, attraverso fotointerpretazione e digitalizzazione a video (nell'ambito di un sistema GIS) delle ortofotografie digitali a colori georeferenziate CGR, acquisite nel 1999 e disponibili presso il Parco del Lago Trasimeno.

Le classi utilizzate per la descrizione dell'uso del suolo attuale dell'area del lago Trasimeno sono:

- Vegetazione naturale
- Aree agricole
- Vegetazione antropogena
- Aree urbane e infrastrutture
- Corpi idrici
- Altre superfici

¹ **Habitat naturali:** zone terrestri o acquatiche che si distinguono grazie alle loro caratteristiche geografiche, abiotiche e biotiche, interamente naturali o seminaturali;

-habitat naturali di interesse comunitario: gli habitat che nel territorio europeo degli Stati membri al quale si applica il trattato rischiano di scomparire nella loro area di ripartizione naturale; ovvero hanno un'area di ripartizione naturale ridotta a seguito della loro regressione o per il fatto che la loro area è intrinsecamente ristretta; ovvero costituiscono esempi notevoli di caratteristiche tipiche di una o più delle sei regioni biogeografiche seguenti: alpina, atlantica, boreale, continentale, macaronesica e mediterranea.

A partire dai dati d'inventario dell'uso del suolo è stata redatta la [carta dell'uso del suolo](#).

Inventario delle cenosi vegetali e degli habitat di interesse comunitario

L'inventario riporta le [associazioni vegetali](#)² e gli habitat di interesse comunitario ai sensi della direttiva 92/43/CEE presenti nell'area del Lago Trasimeno. Esso è stato redatto a partire dall'inventario dell'uso del suolo attuale. Le classi di uso del suolo definite in tale ambito e caratterizzate dalla presenza di vegetazione naturale, seminaturale e spontanea, sono state specificamente indagate con verifiche di campagna di tipo speditivo, finalizzate ad una valutazione sintetica delle specie dominanti, della composizione floristica e dell'attribuzione fitosociologica.

Sulla base di tali verifiche, condotte anch'esse nel periodo primavera-estate 2005, si è proceduto, all'integrazione dell'archivio GIS con dati di tipo vegetazionale.

Mentre per la vegetazione di ambito terrestre e delle zone di transizione agli ambienti acquatici sono stati fatti sopralluoghi accurati, per la vegetazione idrofittica è stata possibile solo un'indagine ricognitiva delle fitocenosi più frequenti, che ha interessato, in modo speditivo, esclusivamente i tratti costieri e non le acque più profonde e non è stato possibile mapparne la distribuzione ed i confini o calcolarne l'estensione.

La vegetazione idrofittica è stata quindi mappata solo a livello degli [habitat di interesse comunitario](#).

Le classi di vegetazione individuate sono:

- Vegetazione forestale e arbustiva
- Vegetazione dei prati asciutti
- Vegetazione igrofila
- Vegetazione dei prati umidi
- Vegetazione elofittica
- Vegetazione idrofittica e delle acque dolci stagnanti

A partire dai dati d'inventario della vegetazione e degli habitat è stata redatta [la carta degli habitat](#) dell'area del Lago Trasimeno.

Permeabilità ecologica

Vista l'importanza del Lago Trasimeno come area umida di straordinario valore naturalistico, in particolare per l'avifauna migratrice tipica degli ambienti acquatici, si è reputato utile valutare anche le potenzialità dell'area circostante il lago di costituire un sistema interconnesso di habitat in grado di permettere la diffusione nello spazio dei piccoli mammiferi. Per far ciò le classi d'uso del suolo rilevate sono state caratterizzate rispetto al parametro dell'impedenza, cioè la difficoltà incontrata da una specie animale di riferimento ('focal species') ad attraversare una specifica porzione di territorio. Sulla base dei dati di ponderazione del grado di impedenza/permeabilità attribuita alle classi di uso del suolo è stata redatta la carta della permeabilità ecologica dell'area del Lago Trasimeno, in scala 1:10.000.

Habitat di interesse comunitario rilevati nel lago Trasimeno nell'anno 2005:

- 1) 3130 Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei Littorelletea uniflorae e/o degli Isoëto-Nanojuncetea; l'habitat 3130 è rappresentato nell'ambito del Parco del Lago Trasimeno dalla fitocenosi "Aggruppamento a *Cyperus fuscus*".
- 2) 3140 Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di *Chara* spp.; l'habitat 3140 è rappresentato nell'ambito del Parco del Lago Trasimeno dalla fitocenosi "*Charetea fragilis*"

² **Associazione vegetale** – Unità di base della Fitosociologia. È una comunità vegetale caratterizzata da una particolare composizione floristica (specie caratteristiche, specie compagne) e da caratteristiche ecologiche, biogeografiche, successionali, storiche e antropiche proprie. Il nome è determinato dal suffisso -etum aggiunto alla radice del genere della pianta più significativa. Quando non è possibile classificare una comunità vegetale come associazione, perché floristicamente molto eterogenea o perché priva di specie diagnostiche, si parla di aggruppamento, denominato secondo la specie dominante.

- 3) 3150 Laghi eutrofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharition. L'habitat corrisponde in generale a laghi, stagni e paludi eutrofici colonizzati da macrofite radicanti (alleanza³ del *Potamion pectinati*) e non radicanti eventualmente associate alle lenticchie d'acqua ed altre idrofite natanti (alleanza del *Lemnion minoris*, dell'*Hydrocharition morsus-ranae*, del *Lemnion trisulcae*). A livello funzionale questi habitat presentano tipicamente una certa autonomia dipendente dalla massa d'acqua stagnante in rapporto agli apporti (fluviali, piovosi) ed alle perdite (evaporazione, emissario). In base alla struttura della vegetazione, all'interno dell'habitat si possono distinguere tre sottotipi, distinguibili per la presenza di un importante strato vegetale immerso radicato, per la dominanza di pleustofite⁴ sommerse o per la dominanza di pleustofite natanti (di piccola o di grande taglia). I tre sottotipi possono essere individuati nel modo seguente:

Vegetazione a dominanza di idrofite radicate (fitocenosi: *Potametum natantis*, *Potametum lucentis*, *Potametum pectinato-perfoliati*, *Najadetum marinae* e variante a *Najas minor*, *Potamogeto-Vallisnerietum spiralis*). Minacce potenziali: riduzione della diversità per interrimento, eutrofizzazione, sovraccarico di pesci, invasione di macrofite alloctone, pulitura e dragaggio.

Vegetazione a dominanza di macrofite libere sommerse (fitocenosi: *Ceratophylletum demersi*) Minacce potenziali: riduzione della diversità per interrimento e aumento della torbidità, invasione di macrofite alloctone; scomparsa dell'habitat per ipetrofizzazione o presenza di sostanze tossiche.

Vegetazione a dominanza di macrofite libere natanti sulla superficie dell'acqua (fitocenosi: *Hydrocaritetum morsus-ranae*, *Lemnetum minoris*, *Lemno-Spirodeletum polyrrhizae*). Minacce potenziali: riduzione della diversità per invasione di macrofite alloctone, dragaggio e eutrofizzazione.

- 4) 6420 Praterie umide mediterranee con piante erbacee alte del *Molino-Holoschoenion* (fitocenosi: *Holoschoenetum*, aggruppamento a *Juncus articulatus*, *Cyperetum longi* e *Cypero-Caricetum otrubae*)
- 5) 92A0 Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba* (fitocenosi: *Salicetum albae*, aggruppamento a *Populus canescens*, *Salici-Populetum nigrae*).
- 6) 9340 Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia* (fitocenosi: *Orno-Quercetum ilicis*).

Di seguito viene riportato l'elenco delle cenosi vegetali mappate nel lago Trasimeno. Per ognuna di esse è stata redatta, come già riportato precedentemente, una scheda descrittiva comprensiva di varie informazioni.

Vegetazione idrofitica e delle acque dolci stagnanti

Charetea fragilis

Potametum lucentis Hueck 1931

Potametum natantis von Soò 1927

Potametum pectinato-perfoliati (Passarge 1964)

Potamogeto-Vallisnerietum spiralis Br.-Bl. 1931

Najadetum marinae (Fukar 1961) e variante a *Najas minor*

Ceratophylletum demersi Hild 1956

Hydrocaritetum morsus-ranae Van Langendonck 1935

Lemno-Spirodeletum polyrrhizae (Kelhofer 1915) Koch 1954

³ **Alleanza** – Unità fitosociologica in cui vengono riunite più associazioni vegetali floristicamente ed ecologicamente simili. Il nome é determinato dal suffisso *-ion* aggiunto alla radice del genere della pianta più significativa o diffusa.

⁴ **Pleustofita** – Idrofita galleggiante al di sopra o al di sotto del pelo dell'acqua.

Lemnetum minoris Oberd. ex T. Müller et Görs 1960

Aggruppamento a *Cyperus fuscus*

Vegetazione elfitica

Scirpetum lacustris Chouard 1924

Scirpetum maritimi (Christiansen 1934) R.Tüxen 1937

Typhetum angustifoliae (All.1921) Pign.1953

Typhetum latifoliae Pignatti 1953

Phragmitetum vulgaris Soò 1927

Mentha aquatica-caricetum pseudocyperi Orsomando et Pedrotti 1986

Galio palustris-Caricetum ripariae Bal.-Tul., Mucina, Ellmauer et Wallnöfer 1993

Iridetum pseudacori Egger 1933

Vegetazione dei prati umidi

Aggruppamento a *Juncus effusus*

Aggruppamento a *Juncus articulatus*

Holoschoenetum Br.-Bl.1931

Cyperetum longi Micevski 1957

Cypero-Caricetum otrubae Tuxen ex T.E. Diaz 1975

Cirsio triumfetti - Galeetum officinalis Venanzoni & Gigante 2000

Dactylido-Festucetum arundinaceae R. Tx. ex Lohmeyer 1953

Vegetazione igrofila

Salicetum cinereae Zolyomi 1931

Aggruppamento a *Salix purpurea*

Salicetum albae Issler 1926

Salici-Populetum nigrae Tuxen 1937

Aggruppamento a *Populus canescens*

Vegetazione dei prati asciutti

Conyzetum albae-canadensis Baldoni & Biondi 1993

Dauco-Picridetum hieracioidis Gors 1966 coll. Provv.

Vegetazione forestale

Orno-Quercetum ilicis Horvatic (1956) 1958

Aggruppamento a *Quercus pubescens*

In tabella viene presentato l'elenco delle specie vegetali rilevate nel corso dell'indagine.

| | | |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| <i>Agropyron repens</i> | <i>Iris pseudacorus</i> | <i>Stachys palustris</i> |
| <i>Agrostis stolonifera</i> | <i>Juncus articulatus</i> | <i>Thelypteris palustris</i> |
| <i>Alisma plantago-aquatica</i> | <i>Juncus effusus</i> | <i>Trifolium cherleri</i> |
| <i>Alnus glutinosa</i> | <i>Juniperus communis</i> | <i>Trifolium scabrum</i> |
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | <i>Juniperus oxycedrus</i> | <i>Typha angustifolia</i> |
| <i>Arum italicum</i> | <i>Lemna gibba</i> | <i>Typha latifolia</i> |
| <i>Asplenium onopteris</i> | <i>Lemna minor</i> | <i>Ulmus minor</i> |
| <i>Azolla filiculoides</i> | <i>Ligustrum vulgare</i> | <i>Vallisneria spiralis</i> |
| <i>Berula erecta</i> | <i>Linum strictum</i> | <i>Viburnum tinus</i> |
| <i>Beta vulgaris</i> | <i>Lycopus eropaeus</i> | |
| <i>Bolboschoenus maritimus</i> | <i>Lysimachia vulgaris</i> | |
| <i>Brachypodium sylvaticum</i> | <i>Lythrum salicaria</i> | |
| <i>Caldesia parnassiflora</i> | <i>Mentha aquatica</i> | |
| <i>Callitriche palustris</i> | <i>Myriophyllum spicatum</i> | |
| <i>Calystegia sepium</i> | <i>Najas marina</i> | |
| <i>Carex hirta</i> | <i>Najas minor</i> | |
| <i>Carex otrubae</i> | <i>Oenanthe aquatica</i> | |

| | | |
|---|---------------------------------|--|
| <i>Carex pendula</i> | <i>Paspalum distichum</i> | |
| <i>Carex pseudocyperus</i> | <i>Phillyrea latifolia</i> | |
| <i>Carex riparia</i> | <i>Phragmites australis</i> | |
| <i>Ceratophyllum demersum</i> | <i>Populus canescens</i> | |
| <i>Cirsium creticum</i> ssp. <i>triumfetti</i> | <i>Populus nigra</i> | |
| <i>Clematis vitalba</i> | <i>Potamogeton lucens</i> | |
| <i>Cornus sanguinea</i> | <i>Potamogeton natans</i> | |
| <i>Coronilla emerus</i> ssp. <i>emeroides</i> | <i>Potamogeton pectinatus</i> | |
| <i>Coronilla scorpioides</i> | <i>Potamogeton perfoliatus</i> | |
| <i>Crataegus monogyna</i> | <i>Potamogeton pusillus</i> | |
| <i>Cyclamen repandum</i> | <i>Prunus spinosa</i> | |
| <i>Cyperus fuscus</i> | <i>Quercus ilex</i> | |
| <i>Cyperus longus</i> | <i>Quercus pubescens</i> | |
| <i>Eleocharis palustris</i> | <i>Ranunculus ficaria</i> | |
| <i>Elodea canadensis</i> | <i>Rhamnus alaternus</i> | |
| <i>Equisetum palustre</i> | <i>Rosa canina</i> | |
| <i>Eupatorium cannabinum</i> | <i>Rubus caesius</i> | |
| <i>Fraxinus ornus</i> | <i>Rubus ulmifolius</i> | |
| <i>Galega officinalis</i> | <i>Salix alba</i> | |
| <i>Galium mollugo</i> | <i>Salix cinerea</i> | |
| <i>Galium palustre</i> | <i>Salix purpurea</i> | |
| <i>Hedera helix</i> | <i>Salvinia natans</i> | |
| <i>Hepatica nobilis</i> | <i>Sambucus ebulus</i> | |
| <i>Hippuris vulgaris</i> | <i>Samolus valerandi</i> | |
| <i>Holcus lanatus</i> | <i>Schoenoplectus lacustris</i> | |
| <i>Holoschoenus australis</i> | <i>Scirpus lacustris</i> | |
| <i>Holoschoenus romanus</i> | <i>Scirpus maritimus</i> | |
| <i>Humulus lupulus</i> | <i>Scutellaria galericulata</i> | |
| <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> | <i>Sparganium erectum</i> | |
| <i>Hydrocotyle vulgaris</i> | <i>Spartium junceum</i> | |
| <i>Hypochoeris achyrophorus</i> | <i>Spirodela polyrrhiza</i> | |

Specie vegetali a rischio e lista rossa regionale

Fra le piante inserite nell'allegato II della direttiva 92/43/CEE 'Habitat' e successive modifiche ed integrazioni, solo *Caldesia parnassifolia*, segnalata in letteratura per il Trasimeno da Pignatti (1982) e non più ritrovata negli ultimi decenni, interessa la flora del Trasimeno. Va però sottolineato, che altre specie vegetali, minacciate di estinzione o di particolare valore biogeografico a livello nazionale o regionale, caratterizzano la biodiversità degli ambienti umidi naturali e seminaturali del Trasimeno. Dal confronto fra le specie descritte nel presente lavoro e quelle riportate nelle 'Liste Rosse Regionali delle piante d'Italia' (CONTI, PEDROTTI, MANZI 1997), è emersa la presenza di 20 specie minacciate di estinzione o, comunque, vulnerabili ai cambiamenti ambientali, elencate di seguito:

- Callitriche palustris* L. (VU)
- Carex pseudocyperus* L. (LR)
- Ceratophyllum demersum* L. (VU)
- Galium palustre* L. (EN)
- Hydrocharis morsus-ranae* L. (EN)
- Hydrocotyle vulgaris* L. (EN)

Iris pseudacorus L. (EN)
Lemna gibba L. (EN)
Myriophyllum spicatum L. (VU)
Myriophyllum verticillatum L. (VU)
Najas marina L. (EN)
Najas minor L. (EN)
Oenanthe acquatica (L.) Poiret (EN)
Potamogeton lucens L. (EN)
Potamogeton pectinatus L. (VU)
Potamogeton perfoliatus L. (VU)
Salvinia natans L. All. (VU)
Scirpus lacustris L. (EN)
Spirodela polyrrhiza (L.) Schleiden (EN)
Vallisneria spiralis L. (VU)

CR = Specie gravemente minacciata. Un taxon è considerato «Gravemente minacciato» quando si trova esposto a gravissimo rischio di estinzione in natura nell'immediato futuro.

EN = Specie minacciata. Un taxon viene considerato «Minacciato» quando, pur non essendo «Gravemente Minacciato», è tuttavia esposto a grave rischio di estinzione in natura, in un prossimo futuro.

VU = Specie vulnerabile. Un taxon viene definito «Vulnerabile» quando, pur non essendo «Gravemente Minacciato» o «Minacciato», è tuttavia esposto a grave rischio di estinzione in natura, in un immediato futuro a medio termine.

LR = A minor rischio. Un taxon viene considerato a «Minor rischio» quando non rientra nelle categorie «Gravemente Minacciato», «Minacciato», o «Vulnerabile».

Le valutazioni sono state fatte considerando la riduzione della popolazione attraverso l'utilizzazione di alcuni parametri, quali l'osservazione diretta, il declino della superficie occupata, i livelli di sfruttamento attuali o potenziali ecc.

2 sono le specie considerate a rischio di estinzione in Umbria ma al Trasimeno già estinte: *Hippuris vulgaris* L. (CR) e *Thelypteris palustris* Schott (EN).

Habitat e specie della direttiva 92/43/CE ed altri aspetti di rilevanza naturalistica al lago Trasimeno

Legambiente, Uni PG, Comunita' Montana Trasimeno-Medio Tevere
2006

Nella pubblicazione vengono illustrati i risultati delle indagini floristico-vegetazionali e faunistiche effettuate nell'ambito del progetto Life Natura "Ripristino habitat e conservazione ardeidi sul lago Trasimeno", che ha come obiettivo la realizzazione di boschi igrofili ripariali e di bacini di alimentazione per gli ardeidi.

Nella parte introduttiva vengono illustrate le caratteristiche principali dell'area Z.P.S. "Lago Trasimeno" (istituita dal Ministero dell'Ambiente con D.M. 3 aprile 2000, ai sensi della Direttiva Uccelli) relativamente all'idrografia, clima, uso del suolo e geologia.

Viene anche fatta una breve descrizione della vegetazione delle rive dei laghi, caratterizzata dalla tipica disposizione in fasce concentriche, parallele alla sponda, nelle quali si distribuiscono le diverse cenosi in base alla maggiore o minore igrofilia. In funzione del gradiente di umidità, infatti, si possono distinguere alcune fasce principali di vegetazione: *fascia delle idrofite sommerse o galleggianti*, *fascia delle elofite semiosmerse* (*Phragmites australis*, *Scirpus*, *Typha*, *Schoenoplectus*), *fascia dei prati umidi* (vegetazione a dominanza di grandi carici rappresentati dai generi *Carex*, *Cyperus*, *Iris*, *Bolboschoenus*), *fascia delle praterie di transizione* (praterie a dominanza di graminacee come *Agrostis*, *Festuca* e/o giunchi) e *fascia delle sponde in emersione* (specie a carattere pioniero e stagionale come *Bidens* e *Polygonum*).

La vegetazione spondicola del Trasimeno, abbastanza articolata e differenziata, rientra in questo schema anche se risulta fortemente minacciata dal notevole impatto antropico. Nel periodo di indagine 1996-2004 sono stati rilevati, nell'area ZPS del lago Trasimeno, gli habitat di interesse comunitario dell'Allegato I della Direttiva 92/43/CE elencati di seguito:

- 3140 Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di *Chara* spp.
- 3150 Laghi eutrofici naturali con vegetazione delle alleanze *Magnopotamion* o *Hydrocharition*.
- 3170 Pozze temporanee mediterranee
- 3270 Fiumi e sponde fangose con vegetazione delle alleanze *Chenopodion rubri* p.p. e *Bidention* p.p.
- 5130 Formazioni a *Juniperus communis* su brughiere o praterie calcaree
- 6220 pseudo steppe con graminacee ed erbe annuali della classe *Thero-Brachypodietea*
- 6420 Praterie umide mediterranee con piante erbacee alte del *Molino-Holoschoenion*
- 92A0 Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba*
- 9340 Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*.
- 6430 Vegetazione igrofila di orlo a dominanza di megaforbie, delle pianure e dei piani da montano ad alpino
- 91H0 Boschi pannonicici di *Quercus pubescens*
- 1050 vegetazioni delle paludi a dominanza di Cyperaceae (*Magnocaricion elatae*)

Per ogni habitat individuato sono state elencate e descritte le associazioni fitosociologiche presenti relativamente alla loro composizione floristica, ecologia, distribuzione e segnalazioni fatte precedentemente. Inoltre, sono state elencate tutte le specie di interesse comunitario e/o di rilevante interesse naturalistico presenti nel sito (circa 40, comprendenti quelle riportate nelle schede del S.I.C. e Z.P.S., quelle incluse nella Lista Rossa Regionale e le entità ritenute estinte da Pedrotti e Orsomando nel 1977 e delle quali viene riconsiderato lo *status*) e le specie da ritenersi probabilmente o certamente estinte (33).

Nel corso delle ricerche, sono stati rilevati anche altri habitat che, seppure non inseriti nell'elenco dell'allegato, sono comunque meritevoli di salvaguardia e che pertanto sono stati riportati e

descritti. Infine, vengono riportate le specie appartenenti a pesci, anfibi, rettili e mammiferi presenti nella Z.P.S.

Nelle conclusioni gli autori affermano come, per quanto riguarda gli aspetti floristico-vegetazionali, il lago Trasimeno sia caratterizzato da un ricco complesso di habitat di rilevanza notevole e da una buona biodiversità. Tuttavia, molti sono gli elementi di rischio che denotano una situazione di marcata **vulnerabilità** quali:

- elevata frammentazione degli habitat
- eccessiva vicinanza dei campi coltivati agli habitat
- sottrazione di spazi da parte delle colture e infrastrutture, con alterazione del profilo delle sponde
- eccessivo carico di nutrienti che altera le condizioni chimiche delle acque
- eccessivo attingimento a scopo irriguo
- creazione di limiti rigidi per gli habitat

Conseguenze provocate dai fattori sopra elencati:

- generale impoverimento floristico delle cenosi
- la scomparsa di un preoccupante numero di entità nel corso dell'ultimo secolo
- massiccia proliferazione e diffusione di specie nitrofile e infestanti.

Gli habitat che mostrano uno stato di sofferenza maggiore sono quelli relativi alle cenosi elofitiche e palustri e delle praterie di transizione, quasi del tutto scomparse a causa delle colture e fondamentali per la funzione fitodepurativa che svolgono sulle acque che dai campi vanno al lago. Gli autori ritengono molto importante reintrodurre tali cenosi, creando una fascia di rispetto interposta tra il canneto e i campi coltivati. Un'altra azione assolutamente necessaria per la grave perdita di biodiversità è quella di coltivare in situ ed ex situ specie estinte o a rischio, allo scopo di reintrodurle nei loro biotopi e contribuire alla ricostruzione di ambienti complessi e diversificati.

La vegetazione idrofittica del lago Trasimeno-Campagna di monitoraggio 2007

Parco del Lago Trasimeno, Regione Umbria

Cecchetti A., Lazzerini G.

2007

Nella pubblicazione vengono riportati i risultati del monitoraggio effettuato, nel corso del 2007, sulla vegetazione idrofittica del lago Trasimeno (limitata alle sole aree aperte dello specchio lacustre) e i dati raccolti sulla distribuzione, frequenza e abbondanza delle specie, delle associazioni vegetali e degli habitat di interesse comunitario presenti.

Lo specchio lacustre è stato sottoposto ad un campionamento di tipo casuale, stratificato. La superficie è stata ripartita in 8 strati, omogenei per fascia di profondità e grado di trasparenza dell'acqua (facendo uso, rispettivamente, dei dati batimetrici di CAROLLO (*Lago Trasimeno: batimetria e geomorfologia*, 1969) e di immagini telerilevate. Lo specchio d'acqua è stato suddiviso in celle quadrate di 100 m di lato e queste assegnate agli 8 diversi strati, secondo il criterio che la cella fa parte dello strato in cui ricade il suo centro. Per ogni strato si è poi estratto, in modo casuale e senza ripetizione, un numero minimo di celle campione pari a 20 o, se inferiore, ad almeno il 15% delle celle componenti lo strato stesso.

Per ogni cella campione è stato eseguito il rilievo fitosociologico di un'area di 10 mq, posta al suo centro, raggiunto con accuratezza compresa fra i 3 ed i 10 m. Il numero totale dei rilievi fitosociologici eseguiti è di 222.

Sulla base dei dati rilevati, per ogni strato e per lo specchio d'acqua nel suo complesso, è stata elaborata una scheda descrittiva delle caratteristiche principali, quali estensione, profondità, trasparenza e copertura vegetale del fondale, numero e profondità dei rilievi eseguiti, frequenza ed abbondanza delle specie, delle associazioni vegetali e degli habitat di interesse comunitario rilevati. Per ogni strato sono anche riportati i rilievi fitosociologici effettuati, riordinati per associazione.

I risultati ottenuti dall'indagine vanno ad aggiornare i dati relativi alla campagna di rilevazione e inventariazione delle cenosi vegetali e degli habitat pubblicati nel lavoro "Vegetazione, habitat di interesse comunitario, uso del suolo del Parco del Lago Trasimeno" del 2005.

Gli habitat di interesse comunitario rilevati nelle aree aperte dello specchio lacustre nel 2007 sono due, classificati come 3140 "Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di *Chara* spp" e 3150 "Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnopotamion* o *Hydrocharition*". Da segnalare la presenza dell'associazione *Cladophoretum glomeratae*, non appartenente ad habitat di interesse comunitario e non rilevata nel corso del monitoraggio del 2005.

Fitocenosi rilevate nel 2007 nei 2 habitat di interesse comunitario:

- l'habitat 3140 è rappresentato nell'ambito del Parco del Lago Trasimeno dalla fitocenosi *Charetum fragilis*, *Charetum hispidae* e *Nitelletum hyalinae*
- il sottotipo Vegetazione a dominanza di idrofite radicate dell'habitat 3150 è rappresentato nell'ambito del Parco del Lago Trasimeno dalla fitocenosi *Potametum lucentis*, *Potametum pectinato-perfoliati*, *Potamogeto-Vallisnerietum spiralis*, *Najadetum marinae* e *Myriophylletum spicati*
- il sottotipo Vegetazione a dominanza di macrofite libere sommerse è rappresentato nell'ambito del Parco del Lago Trasimeno dalla fitocenosi *Ceratophylletum demersi*
- per il sottotipo Vegetazione a dominanza di macrofite libere natanti sulla superficie dell'acqua non sono state rilevate fitocenosi nel 2007.

Per ogni fitocenosi, così come per i due habitat di interesse comunitario, è stata redatta un'apposita scheda descrittiva nella quale vengono riportate le seguenti informazioni:

- ecologia
- eventuali segnalazioni precedenti
- estensione e localizzazione della cenosi
- copertura e specie rilevate all'interno dell'associazione.

Da segnalare che nel corso dell'indagine sono state identificate, a livello di specie, le carofite rilevate e che sono state classificate a livello di associazione le comunità vegetali a cui esse appartengono. Tali dati rappresentano una novità per il lago Trasimeno. In appendice vengono anche riportate dettagliate note descrittive relative alle specie appartenenti alle famiglie delle *Characeae* e *Cladophoraceae*.

I dati ottenuti sono stati utilizzati per il calcolo dell'indice macrofitico TRS (Trophic Ranking Score), allo scopo di valutare il grado di trofia del lago Trasimeno attraverso la composizione delle comunità acquatiche rilevate. Dall'applicazione dell'indice risultano confermate le condizioni di generalizzata eutrofia delle acque del lago.

Intervento di riqualificazione del canneto per la conservazione della biodiversità del lago Trasimeno

Provincia Di Perugia

Venanzoni, D. Gigante, A. Pedini, M. Ficola, L. Reale

2008

Lo scopo del lavoro è stato quello di fornire un quadro conoscitivo dello stato di conservazione del canneto del lago Trasimeno al momento dell'indagine (biennio 2006-7), sulla base di osservazioni effettuate nel tempo riguardanti alcuni sintomi di sofferenza a carico dell'ecosistema (scarsa vitalità del canneto e scarsa colonizzazione delle aree spondali venute in superficie nei periodi di crisi idrica). Era stato notato, infatti, che negli ultimi decenni la vegetazione spondale a dominanza di *Phragmites australis* era andata incontro a fenomeni di declino e moria assimilabili alla sindrome *die-back* riscontrata nel Nord Europa. Tale sindrome può manifestarsi sia macroscopicamente (come ad esempio regressione del canneto dalle stazioni con acque a profondità maggiori, accrescimento della cannuccia a gruppi o "clumping" o degenerazione generalizzata del canneto) sia a livello morfologico.

Problematiche specifiche del canneto del lago Trasimeno: il canneto ha, da sempre, rivestito una particolare importanza nel paesaggio. Da una parte facilita la lettura e l'interpretazione dei segnali ecologici ancestralmente percepiti dall'uomo o dalla fauna come elementi tipici di un ambiente lacuale. Dall'altra riveste un ruolo del tutto particolare nel territorio come zona di transizione tra l'ambiente terrestre e l'ambiente acquatico (ecotono). In questo caso assume una funzione di filtro nei confronti di sostanze inquinanti derivanti dal dilavamento dei suoli e una funzione di protezione delle sponde da fenomeni di erosione.

Il suo stato di conservazione determina una pluralità di habitat e nicchie ecologiche diversificate che possono accogliere svariate specie animali in una o più fasi del loro ciclo vitale. La gestione del canneto, pertanto, diviene veramente importante, in quanto viene a determinare la funzione dell'ecosistema nel territorio.

Numerose notizie sullo stato delle conoscenze riguardo alle funzioni del canneto vengono riportate esaurientemente nel lavoro svolto da Cecchetti et al. nel 2005 "Vegetazione, habitat di interesse comunitario, uso del suolo del Parco del Lago Trasimeno".

Le problematiche che da sempre affliggono l'ecosistema lacustre sono riconducibili sia all'eutrofizzazione di origine antropica sia al regime fortemente irregolare delle acque.

I primi segni di modificazione dell'area occupata dalle elofite cominciarono ad evidenziarsi già dall'anno 1959, quando iniziò una politica di ampliamento del bacino del lago, con conseguente innalzamento del livello delle acque ed inondazione di ampie zone colonizzate, fino ad allora, dal canneto (Moretti, 1982). Quest'ultimo fu soggetto ad un processo di traslazione verso monte, dato che le zone colonizzate dalle elofite erano state invase da una colonna d'acqua troppo profonda per la sopravvivenza della cannuccia del lago.

I campi confinanti, tuttavia, opposero un freno all'arretramento della linea del canneto, provocando la scomparsa della vegetazione palustre a grandi carichi e la compressione delle cenosi elofitiche, tanto che nel 1994 la loro estensione risultava ridotta del 19,1% rispetto al 1957 (Venanzoni e Rampiconi, 2001).

Ulteriori osservazioni hanno segnalato come la contrazione del fragmiteto sia continuata, passando da una superficie stimata di 10,48 km² nel 1990 ad una superficie di appena 3,56 km² nel 2005.

La causa del fenomeno è stata attribuita allo sfruttamento intensivo del territorio per il progressivo aumento delle attività umane. Il conseguente sversamento di carichi localizzati o diffusi avrebbe contribuito allo scadimento della qualità delle acque per i continui apporti di sostanza organica, nutrienti e sali minerali, aumentando il rischio di eutrofizzazione e nuocendo alla fisiologia delle elofite (Mearelli e Bevagna, 1991; Venanzoni et al., 2008), di cui la *Phragmites australis* (cannuccia d'acqua), è l'elemento più rappresentativo. Tutto ciò, unitamente alla morfologia del bacino e alle forti escursioni della linea d'acqua, avrebbe provocato il declino del fragmiteto e la scomparsa di intere comunità e di specie ad esso associate di elevato interesse naturalistico.

Le manifestazioni più evidenti del deterioramento, rilevate negli ultimi anni, possono essere riassunte in:

- fenomeni di frammentazione, assottigliamento e impoverimento flogistico delle cenosi a *Phragmites australis*

- comparsa di specie nitrofile
- marcata semplificazione del paesaggio
- riduzione di biodiversità specifica e cenotica
- scomparsa di cenosi di elevato interesse naturalistico, quali quelle a prati umidi e di transizione
- formazioni monospecifiche a dominanza di cannuccia

Il gruppo di lavoro ha rimarcato come la compressione della copertura vegetale elofitica abbia portato ad una conseguente riduzione dell'attività fitodepurativa naturalmente praticata dalla vegetazione spondicola, aggravata dalla scomparsa dei prati umidi, veri e propri ammortizzatori dei carichi inquinanti derivanti dalle pratiche agricole e attualmente tutta a carico del canneto.

L'Agenzia Regionale Umbra per lo Sviluppo e l'Innovazione in Agricoltura (ARUSIA), unitamente all'Università di Perugia, ha condotto uno studio sperimentale che ha evidenziato l'efficacia del ripristino di una fascia di vegetazione igrofila spontanea tra le zone agricole e la sponda nel favorire i processi autodepurativi.

Le indagini sono state condotte all'interno di 19 stazioni, ubicate in 7 località principali della sponda lacustre: Oasi la valle, Passignano, Borghetto, ex-Idroscalo, Porto di Panicarola, stazione di Pompaggio, Poggio di Braccio. Per ogni stazione sono state osservate alcune caratteristiche del substrato (come ad esempio il tipo di substrato, la presenza di condizioni di sommersione nell'arco dell'anno, la presenza di sedimento organico e la profondità dell'acqua), mentre, per ogni località, oltre alla determinazione diretta di pH e O₂, sono stati acquisiti ed esaminati numerosi dati fisico-chimici relativi sia alle acque sia ai sedimenti.

I parametri utilizzati per rilevare il fenomeno del *die-back* sono:

- parametri macromorfologici della porzione subaerea degli individui di *Phragmites australis* (altezza culmi, numero nodi, diametro culmi, numero culmi/m², presenza di *clumping*, fenologia della fioritura, presenza di apici secchi)
- parametri macromorfologici della porzione ipogea degli individui di *Phragmites australis* (diametro dei rizomi, diametro delle radici laterali, quantità di radici laterali)
- parametri morfoanatomici della porzione ipogea degli individui di *Phragmites australis* (diametro del cilindro centrale, spessore totale, spessore della corteccia, spessore dell'aerenchima ecc.)
- aspetti floristico-vegetazionali (rilievi fitosociologici, numero di specie, % di copertura, % specie tipiche dei syntaxa fitosociologici)

Sulla base delle indagini effettuate gli autori affermano che il canneto si presentava in uno stato di conservazione piuttosto diversificato nei 19 siti esaminati.

I sintomi di degrado, osservati anche marcatamente, sono stati raggruppati in due livelli principali:

- 1) auto ecologico, per il quale si rilevano anomalie nell'accrescimento e nella fioritura di *Phragmites australis*;
- 2) sinecologico, per il quale si osservano fenomeni di banalizzazione floristica e invasione di specie sinantropiche, con conseguente alterazione della composizione floristico-vegetazionale.

Dai dati raccolti, lo stato di malessere o degrado più marcato del canneto è stato registrato presso le stazioni all'interno dell'Oasi "La Valle" e dell'ex-Idroscalo, mentre le condizioni migliori di sviluppo sono state registrate nella zona della stazione di Pompaggio, a nord del Rio Pesca.

Sebbene solo alcuni dei fenomeni osservati rientrino nella patologia del *die-back*, anche se non con una sintomatologia così completa da notificarne la presenza, si può comunque affermare che il canneto del lago Trasimeno presenta uno stato di sofferenza e compromissione, come evidenziato dai gravi sintomi di declino registrati in alcune sue porzioni.

Sono state formulate dagli autori anche alcune ipotesi di correlazione tra lo stato della componente vegetale e le caratteristiche chimiche, fisiche e morfologiche delle stazioni, nei casi in cui i siti a cui si riferiscono i dati coincidano con le stazioni monitorate nel progetto. Sulla base dei dati disponibili e delle prime ipotesi di correlazione effettuate, viene presentato un elenco sintetico delle potenziali fonti di impatto sul canneto:

- accumulo di sostanza organica autogenerata dalla stessa vegetazione, metanogenesi
- immissione diretta o indiretta di sostanze derivanti da attività agricole, zootecniche, industriali (composti del fosforo e dell'azoto, acidi organici, solfuri acidi, idrocarburi ecc.)
- scarico diretto in corpo idrico di acque reflue urbane e domestiche
- alterazione del profilo di sponda per accumulo di materiale di riporto derivante dalla lavorazione dei campi
- azione dei venti e del moto ondoso
- sommersione prolungata
- disturbo da eccessiva frequentazione ed abbandono di rifiuti.

Gli indirizzi di ricerca e le linee di azione finalizzate al miglioramento dello stato di conservazione del canneto proposte dagli autori sono riassunte di seguito:

Indirizzi di ricerca

- a) monitoraggi periodici (ogni 3-5 anni):
 - i. della superficie colonizzata dal canneto tramite rilievo fotogrammetrico e produzione cartografica sulla vegetazione;
 - ii. della composizione floristico-vegetazionale del canneto e dei prati umidi e di transizione;
 - iii. della qualità delle acque e dei sedimenti dei fondali lungo le sponde (caratteristiche chimico-fisiche)
- b) approfondimento degli aspetti morfologici, anatomici e fisiologici della cannuccia, anche tramite analisi chimiche delle sostanze che possono essere segregate nelle porzioni ipogee ed epigee di *P. australis*;
- c) individuazione degli *hotspots* di biodiversità presenti lungo le sponde, all'interno del canneto per poter programmare protocolli di gestione e conservazione delle aree di pregio naturalistico, in particolare dei prati umidi e di transizione.

Linee di azione

- a) sfalcio periodico ed alternato del canneto in aree di modesta estensione con asporto del materiale al fine di ridurre la frazione organica del sedimento;
- b) istituzione di una fascia di rispetto di almeno 25m a monte della linea demaniale destinata alla ricolonizzazione spontanea della vegetazione per 3-5 anni e, quindi, sfalcio pianificato con asporto;
- c) posizionamento a terra della linea di massima piena consentita per confrontare la superficie del canneto misurata nello studio con l'area utilizzabile sulla base della normativa vigente;
- d) riporto di materiale sfalcato nell'area ex-idroscalo nella fascia di rispetto allo scopo di migliorare la componente vegetale della zona;
- e) riprofilatura dei tratti spondali degradati e impianto rizomi di *Phragmites australis*, incendi controllati di piccole porzioni di canneto allo scopo di ridurre la sostanza organica;

- f) miglioramento della qualità delle acque reflue di origine civile industriali o zootecniche;
- g) divieti di accesso per tutta la fascia di vegetazione palustre;
- h) informazione, divulgazione e sensibilizzazione sul valore ecologico del canneto;
- i) coinvolgimento della popolazione con finanziamenti per attività connesse allo sfalcio e alla lavorazione della cannuccia.

Il Canneto: un contributo scientifico per le buone pratiche di gestione del lago Trasimeno

Provincia di Perugia

Nel lavoro viene effettuata una valutazione dell'impatto delle diverse pratiche gestionali del canneto nei confronti dell'avifauna nidificante, al fine di individuare quali sono quelle preferenziali per il mantenimento della biodiversità e per garantire lo sviluppo vitale del fragmiteto senza danneggiare le popolazioni di uccelli ripariali. Le sponde del lago, infatti, sono da sempre occupate da fitti canneti ma negli ultimi anni si è assistito ad una progressiva diminuzione della loro estensione, per cause non ancora ben individuate.

Obiettivo del lavoro è stato quello di favorire l'impianto e lo sviluppo della *Phragmites australis* (nella parte introduttiva viene riportata una dettagliata scheda descrittiva di tale cenosi e della sua funzione all'interno dell'ecosistema lacuale) nella zona demaniale prospiciente il lago, per creare una zona di rispetto tra quest'ultimo e i campi coltivati.

Le tipologie di intervento individuate al fine valutare quale risultasse migliore per lo sviluppo maggiore del canneto sono state:

- Bruciatura del canneto (se effettuata nei mesi invernali stimola l'accrescimento dei germogli in primavera)
- Taglio della canna a terra e in acqua, a circa 20 cm dalla superficie, con successiva asportazione del materiale
- Taglio della canna con asportazione del materiale, riprofilatura del terreno per raccordare le pendenze verso il lago
- Taglio della canna e sua asportazione con successivo rimescolamento dei rizomi e del terreno di radicamento

La zona oggetto della sperimentazione è situata lungo la sponda nord del lago; in tale area sono state individuate 16 stazioni, corrispondenti a diverse tipologie di trattamento del canneto, dove è stato effettuato anche il rilevamento ornitologico, seguendo il metodo dei punti d'ascolto (tabella 1).

Tabella 1: Numero di stazioni e di rilievi per tipo di trattamento del canneto

| TIPO DI TRATTAMENTO | NUMERO STAZIONI | NUMERO RILIEVI PUNTI FROMI PER STAGIONE RIPRODUTTIVA |
|------------------------|-----------------|--|
| Nessun intervento | 7 | 21 |
| Bruciatura | 3 | 9 |
| Taglio e rimescolatura | 2 | 6 |
| Taglio e riprofilatura | 2 | 6 |
| Taglio e riprofilatura | 2 | 6 |

Per verificare gli effetti delle diverse modalità di trattamento del canneto sugli uccelli di ripa, sono state selezionate solo le specie nidificanti delle zone umide e sono stati presi in considerazione solo gli individui contattati entro 100 m. Per ciascun tipo di intervento, quindi, sono stati confrontati i due gruppi di rilevamenti puntiformi eseguiti PRIMA e DOPO l'effettuazione degli interventi stessi.

Inoltre, è stato effettuato un confronto tra l'area sperimentale e i canneti della sponda meridionale del lago, caratterizzati da una comunità ornitica più ricca di specie di interesse conservazionistico.

I risultati hanno messo in evidenza che:

1. La struttura della comunità ornitica ripariale insediata nell'area sperimentale è effettivamente semplificata rispetto a quella della sponda meridionale
2. La bruciatura e il taglio con rimescolatura del terreno hanno riflessi negativi sulla densità di una specie caratteristica, la cannaiola, che tende a spostarsi nelle aree non soggette a queste due pratiche
3. Il taglio semplice e quello con riprofilatura del terreno sono da considerarsi tecniche di gestione preferenziali