

PROVINCIA DI BELLUNO
Assessorato alla pesca

COMUNITÀ MONTANA
CENTRO CADORE

Comune di AURONZO di Cadore

Marco Zanetti - *biologo*

**STUDIO DELLE
CONDIZIONI
QUALI-QUANTITATIVE
DEL LAGO DI MISURINA
PER IL RECUPERO DELLE
SUE CARATTERISTICHE QUALITATIVE**

INTRODUZIONE

Già da alcuni anni si è predisposto un progetto di massima atto al recupero delle condizioni quali-quantitative del lago di Misurina. L'interesse per quest'importante ed unico biotopo presente in provincia di Belluno si è fatto via via crescente, fino a determinare un accordo tra quattro enti pubblici interessati per dare avvio a questo progetto.

Essi sono:

- L'Amministrazione Provinciale di Belluno;
- La Comunità Montana Centro Cadore;
- Il Comune di Auronzo di Cadore;
- Il Bacino di pesca n°2 Ansei.

Di seguito e per maggior chiarezza riportiamo i punti essenziali del progetto di massima finanziato.

progetto di massima

Il lago di Misurina è attualmente tutelato dal vincolo idrogeologico (R.D.L. 30.12.1923 n° 3267), è area di tutela paesaggistica ai sensi della L. 1497/39, è tutelato dalla legge Galasso n°431 ed è inoltre inserito come ambito per l'istituzione di parchi e riserve naturali Regionali dal PTRC della Regione Veneto. Il progetto si propone di: studiare nel dettaglio tutte le componenti biotiche e abiotiche del lago di Misurina e delle acque ad esso afferenti; individuare il livello di stato trofico attuale e capire il trend di evoluzione storica di esso; rimodellare le rive e ripristinare alcune aree del lago per permettere al pesce di svolgere il naturale ciclo biologico; agire idraulicamente sul bacino per ottimizzare il tempo di ricambio delle acque; effettuare degli interventi di biomanipolazione per limitare la crescita delle macrofite; rendere fruibile il lago creando un turismo eco-compatibile.

Lo studio si articolerà in 4 fasi principali, durante le quali verranno effettuati i progetti esecutivi di ogni singolo intervento.

FASE ❶ Preliminare

FASE ❷ intervento di risanamento iniziale

FASE ❸ risanamento complessivo

FASE ❹ studio limnologico conclusivo

FASE ❶

Preliminare - Durante questa fase si inizierà lo studio limnologico e verrà effettuata la batimetria della cuvetta lacustre e il censimento con relativa distribuzione e mappatura delle macrofite acquatiche.

FASE ❷

Intervento di risanamento iniziale - Tale fase prevede l'acquisto di un idoneo mezzo per operare la biomanipolazione delle macrofite che verrà effettuata in seguito alla loro mappatura ed inoltre la predisposizione dei progetti esecutivi per la realizzazione degli interventi previsti nella fase 3.

FASE ❸

Risanamento complessivo - Durante tale fase è ipotizzabile che si eseguano, previo assenso in seguito agli studi preliminari, i seguenti interventi:

- continuazione ed approfondimento dello studio limnologico
- calcolo del carico dei nutrienti afferenti al lago
- studio idraulico con sistemazione della paratoia di emissione
- rinaturalizzazione e consolidamento delle rive con opere di bioingegneria
- sistemazione della passeggiata circumlacuale
- progettazione ed intervento su aree pilota per l'estirpazione della cotica di fondo per il contenimento della biomassa macrofita
- processi di miglioramento del canneto nella parte prospiciente l'immissario
- ricostituzione dei letti di frega per i salmonidi
- studio ittologico per individuare i criteri per una corretta gestione ittica

FASE ❹

Studio limnologico conclusivo

Questa fase prenderà avvio alla conclusione degli interventi risanatori e prevederà a distanza di tempo il controllo a posteriori degli effetti apportati al bacino lacustre, onde eventualmente prevedere dei correttivi. Nel corso di questo primo anno di indagine sul lago di Misurina si è portata a compimento la fase 1 del progetto di massima e iniziato la seconda fase e quanto al 1 comma della fase 3. Si è inoltre eseguito il progetto di massima relativo al comma 8 della stessa fase.

Il piano di studio, ha quindi visto l'esecuzione di una serie di indagini limnologiche che ci hanno permesso di dare una prima caratterizzazione sulle condizioni qualitative del bacino lacustre e che vengono riportate nella presente relazione.

Sarebbe auspicabile che si finanziasse anche la rimanente parte del progetto.

MATERIALI E METODI

RILIEVO TOPOGRAFICO

Il rilievo topografico della linea di battigia del lago e di una sua porzione limitrofa è stato effettuato utilizzando lo strumento SOKKIA SET4XC che, essendo una stazione integrata, cioè dotata di distanziometro incorporato, è in grado, attraverso un prisma di riscontro ed un sistema di riferimento, di rilevare posizioni tridimensionali (punti nello spazio).

Come sistema di riferimento locale sono stati utilizzati i punti stazione e si è proceduto, in modo automatizzato, a dare lettura dell'angolo zenitale, dell'angolo azzimiate e della distanza inclinata (coordinate polari) dei punti oggetto di rilievo.

I punti stazione a loro volta sono stati collegati da una poligonale di tipo aperto.

Con questo criterio sono stati individuati 159 punti di rilievo e, visto il piccolo scarto prodotto nell'esecuzione della citata poligonale, si può affermare che le posizioni dedotte possono essere affette da un errore massimo di qualche centimetro nell'intorno della misura reale.

Infine per poter inquadrare catastalmente ed altimetricamente il rilievo, sono stati rilevati i punti spigolo di alcuni edifici esistenti e la porzione della mezzeria dell'attraversamento stradale nella zona Nord del lago, punto quotato in cartografia C.T.R. scala 1 : 5.000.

RILIEVI BATIMETRICI

Utilizzando le stazioni ove erano già state battute le quote con il rilevamento topografico si sono individuate 24 sezioni di riferimento su cui si sono effettuati i rilievi batimetrici. Le misure sono state effettuate manualmente a 20 e 40 metri dalla riva e lungo la linea di centro lago sempre secondo le sezioni di riferimento. Tutti i risultati rinvenuti e le successive elaborazioni sono riportate nelle cartografie.

CENSIMENTO DEI PUNTI D'ACQUA

Mediante appositi sopralluoghi si sono individuati i punti d'acqua lungo il perimetro del bacino idrografico, tali punti sono stati riportati in opportune cartografie.

CENSIMENTO AREE DI FREGA

I censimenti delle aree di frega della fauna salmonicola sono stati condotti tramite sopralluoghi nel periodo autunnale.

PARAMETRI CHIMICO - FISICI E BIOLOGICI

Sul bacino lacustre sono stati analizzati su colonna d'acqua i seguenti parametri: ossigeno disciolto (in percentuale di saturazione), temperatura, trasparenza e clorofilla; su diverse profondità: pH, conducibilità, durezza, alcalinità, azoto nelle sue componenti ammoniacale, nitroso e nitrico, fosforo totale, ioni calcio, solfati, silice. Sono state effettuate inoltre le analisi qualitative del plancton (fitoplancton e zooplancton). I dati ottenuti sono stati successivamente elaborati e tradotti, come indicato anche dall'Istituto di Idrobiologia di Pallanza, in Indici di Stato Trofico, la cui somma fornisce l'indice globale TSI*, che è in grado di fornire il livello di trofia di un lago.

Tutti i parametri sono stati analizzati secondo gli Standard Methods dell'I.R.S.A.

I.B.E. (Indice Biotico Esteso)

L'I.B.E. (Indice Biotico Esteso) è una modificazione dell'E.B.I. (Extended Biotic Index), metodo sperimentato da Woodiwiss nel 1978 e modificato per la realtà italiana da Ghetti nel 1986 e nel 1997. Esso consente di valutare la qualità biologica di un corso d'acqua mediante lo studio delle popolazioni macrobenthoniche.

L'I.B.E. mostra quindi il grado del danno ecologico e offre una migliore interpretazione del problema dell'inquinamento dell'ambiente fluviale e della sua capacità autodepurante.

I macroinvertebrati bentonici sono organismi di dimensioni superiori al millimetro, che vivono sulla superficie dei substrati di cui è costituito il letto fluviale (epibenthonici) o all'interno dei sedimenti (freaticoli). Questi organismi, data la loro scarsa mobilità, si sono rivelati un utile strumento per effettuare indagini sulla qualità degli ecosistemi fluviali; essi infatti vivendo gran parte del loro ciclo vitale nel corso d'acqua costituiscono una sofisticata rete di controllo e sono quindi in grado di fornire una risposta modulata e lineare a qualsiasi alterazione ambientale, sia di tipo naturale, come un'improvvisa piena, sia a forme ed associazioni di inquinanti diversi, anche nel caso di carichi pulsanti che di norma sono assai difficili da individuare con le normali metodiche di analisi.

L'utilizzo di indicatori biologici della qualità dell'ambiente parte dal concetto che variazioni delle caratteristiche fisiche e chimiche superiori alla capacità omeostatica degli organismi, inducono modificazioni qualitative e quantitative nella struttura della comunità.

L'I.B.E. consente quindi di valutare la qualità biologica di un corso d'acqua analizzando la presenza di determinati taxa (Unità Sistematiche) che viene poi convertita in valori numerici convenzionali (Indice Biotico) ed in classi di qualità (C.Q.).

Classi di qualità	Valore di I.B.E	Giudizio	Colore di riferimento
Classe I	10 - 11 - 12	Ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile	Azzurro
Classe II	8 - 9	Ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento	Verde
Classe III	6 - 7	Ambiente inquinato	Giallo
Classe IV	4 - 5	Ambiente molto inquinato	Arancione
Classe V	1 - 2 - 3	Ambiente fortemente inquinato	Rosso

tabella di conversione dei valori di I.B.E. in Classi di Qualità

ANALISI DEI LIVELLI TROFICO - FUNZIONALI

La presenza di macroinvertebrati nei corsi d'acqua è fortemente influenzata dalla quantità e qualità della materia organica particolata trattenuta dai corpi idrici. Questo detrito organico è dunque la sorgente primaria di energia: molti studi hanno dimostrato una relazione positiva tra la massa di materia organica particolata presente nel letto del fiume ed il numero di macroinvertebrati esistenti nello stesso tratto.

Studi sull'utilizzazione del detrito da parte del macrobenthos hanno inoltre dimostrato l'importanza degli apporti organici, come le foglie, provenienti dalle zone riparie.

La gestione delle zone riparie è allora un ingrediente primario nel mantenimento della struttura delle comunità dei fiumi.

E' noto che la sostanza organica prodotta da un ecosistema d'acqua dolce e quella afferente a lui dall'esterno è soggetta a processi di decomposizione da parte di micro e macro-organismi.

Il materiale organico presente in un corpo idrico si può suddividere in materiale organico grossolano (CPOM) e materiale organico fine (FPOM) e ultrafine (UPOM).

I macroinvertebrati contribuiscono all'attività di decomposizione della materia da parte dei microorganismi ed in definitiva alla capacità di autodepurarsi di un corpo idrico in diversi modi: sminuzzando i detriti, per la maggior parte frazioni vegetali, in particelle più fini e quindi aumentando la superficie di attacco del film di batteri decompositori; contribuendo a formare dei siti di aggregazione batteri-detriti in seguito ad espulsione delle feci; producendo inoltre proteine e fattori di accrescimento che stimolano la crescita dei batteri decompositori. Riguardo all'acquisizione del cibo, i macroinvertebrati dei corsi d'acqua sono stati suddivisi in categorie sulle basi dei loro adattamenti morfologici e comportamentali. Infatti tutti gli invertebrati acquatici sono onnivori, ma i meccanismi responsabili dell'assunzione del cibo sono specifici soprattutto per quanto riguarda le dimensioni della materia organica.

Questa impostazione chiarisce meglio il ruolo svolto dagli invertebrati nel processo complessivo di trasferimento della materia lungo un corso d'acqua, che è nel contempo quello di un consumo diretto (respirazione) e di una frantumazione del particolato in sostanze più facilmente assimilabili dalla componente batterica.

Nella tabella successiva vengono riportati i ruoli trofici raggruppati secondo le classi principali. I rapporti tra i vari gruppi funzionali sono caratteristici di ogni tratto di fiume in base alla sua distanza dalla

RUOLO TROFICO	TIPO DI NUTRIMENTO
TAGLIUZZATORI	Particolato grossolano di materiale organico (CPOM) (detrito vegetale)
COLLETTORI ASPIRATORI	Particelle fini di materiale organico (FPOM) depositato sul fondo
COLLETTORI FILTRATORI	Sostanza organica fine (FPOM) e ultrafine (UPOM) in sospensione nell'acqua
RASCHIATORI	Perifiton che ricopre pietre o altre superfici
PREDATORI	Prede vive o sangue di queste

sorgente e di conseguenza alla qualità e dimensione del detrito organico presente.

Si troveranno così comunità caratterizzate dalla predominanza di un gruppo rispetto ad un altro a seconda del tipo di particolato presente in quel sito.

BENTHOS DI FONDO

Il benthos di fondo è stato prelevato con una benna Petersen, setacciato direttamente sul campo con rete in monofilo di nylon a 21 maglie/cm e utilizzando un volume noto di sedimento, onde poter effettuare dei raffronti anche quantitativi tra i vari punti di prelievo.

L'analisi del benthos è un'indagine significativa per valutare la qualità di un ecosistema in quanto gli organismi macroinvertebrati che costituiscono il benthos vivono prevalentemente su substrati appoggiati al fondale o talvolta infossati nei sedimenti.

Essi popolano porzioni ben distinte dei fondali e raramente si spostano, sono quindi gli indicatori ideali per registrare una turbativa insistente sull'ambiente.

Questi organismi dipendono quindi dalle variabili ecologiche dell'acqua e dei sedimenti stessi. Con l'aumentare della profondità variano altri parametri come la temperatura, la luce e la quantità di materia organica, questo influenza anche le caratteristiche del sedimento.

I macroinvertebrati che vivono in questo tipo di ambiente non sono molti e presentano dei particolari adattamenti a queste condizioni. Tra di essi si rinvencono larve e pupe di insetti della famiglia dei chironomidi e vermi dell'ordine degli oligocheti.

Altri macroinvertebrati frequenti in ambienti lacustri sono i bivalvi e i gasteropodi.

BENTHOS DI RIVA

Per il campionamento del benthos di riva ci si è avvalsi di un retino immanicato a 21 maglie/cm con prolunghe, per un totale di 4,5 metri. Il benthos di riva è un'indagine che viene svolta per una valutazione della produzione secondaria di un lago. La fauna macrobenthonica è un importante anello della catena alimentare costituendo la fonte principale di cibo delle specie ittiche. L'analisi delle comunità di macroinvertebrati è quindi un utile parametro per la determinazione della produzione energetica di un ecosistema dulciacquicolo.

CENSIMENTO E MAPPAGGIO DELLE MACROFITE ACQUATICHE

Il censimento della comunità vegetale acquatica presente nel lago di Misurina è stato eseguito nel 1996. E' stata dapprima effettuata una suddivisione del lago in 6 aree omogenee riguardo ai popolamenti vegetali. In seguito con l'ausilio di un'imbarcazione, per ognuna di queste aree si è provveduto alla classificazione della composizione floristica identificando le specie presenti e la percentuale di copertura della sezione. Le specie vegetali sommerse ed affioranti sono state raccolte con appropriati strumenti ed immediatamente classificate per quanto lo consentiva l'analisi sul campo.

Una più accurata classificazione è stata eseguita successivamente in laboratorio con l'ausilio delle apposite chiavi sistematiche e del microscopio ottico.

Per quanto riguarda la sezione di lago prossima all'immissario, vista l'impossibilità di utilizzo della barca per la scarsa profondità e per la presenza di un fitto cariceto, il rilievo è stato eseguito percorrendo a piedi il perimetro della zona interessata.

I valori ottenuti nelle diverse aree sono stati "pesati" in base all'estensione dell'area stessa e sommati per ottenere un valore percentuale di copertura riferito alla superficie complessiva del lago.

RISULTATI

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

Caratteristiche morfometriche	Unità di misura	valori
Lunghezza (L)	m	1.066
larghezza massima (l max)	m	210
Area (A)	m ²	172.200
larghezza media (l _m)	m	162
Perimetro (p)	m	2.650
indice di sinuosità (D _L)	-	1,8
Volume (V)	m ³	300.000
profondità massima (z _{max})	m	4,8
profondità media (z _m)	m	1,74
grado di incavamento (I)	-	0,36
sviluppo del volume (D _V)	-	1,09

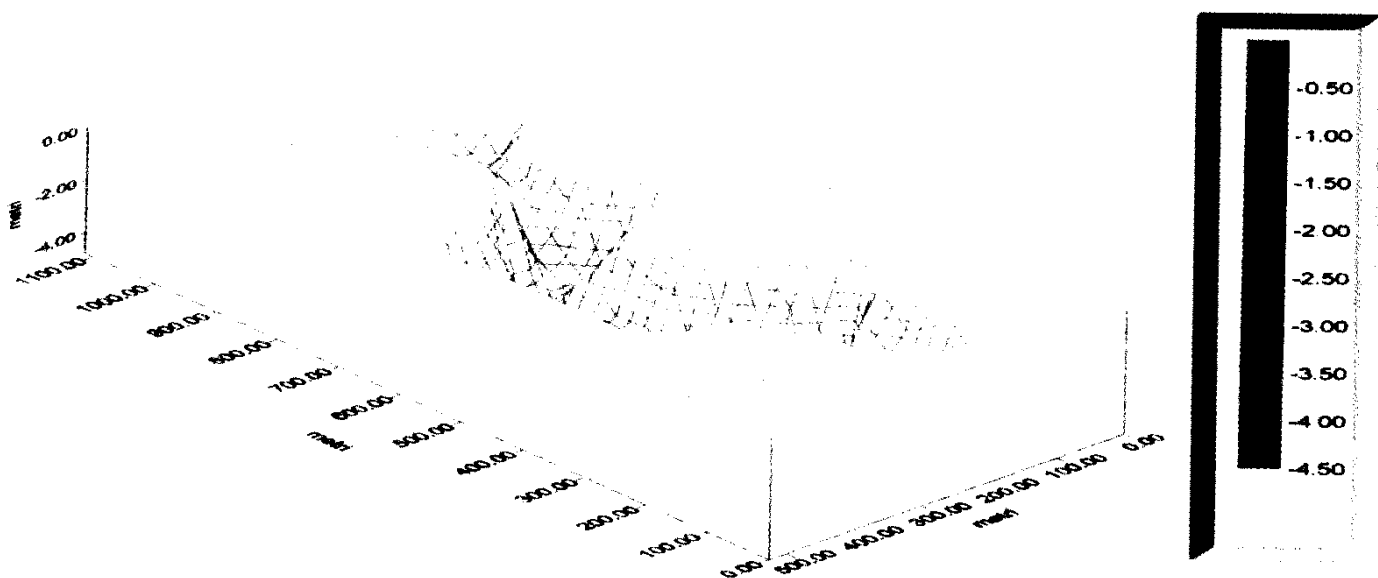
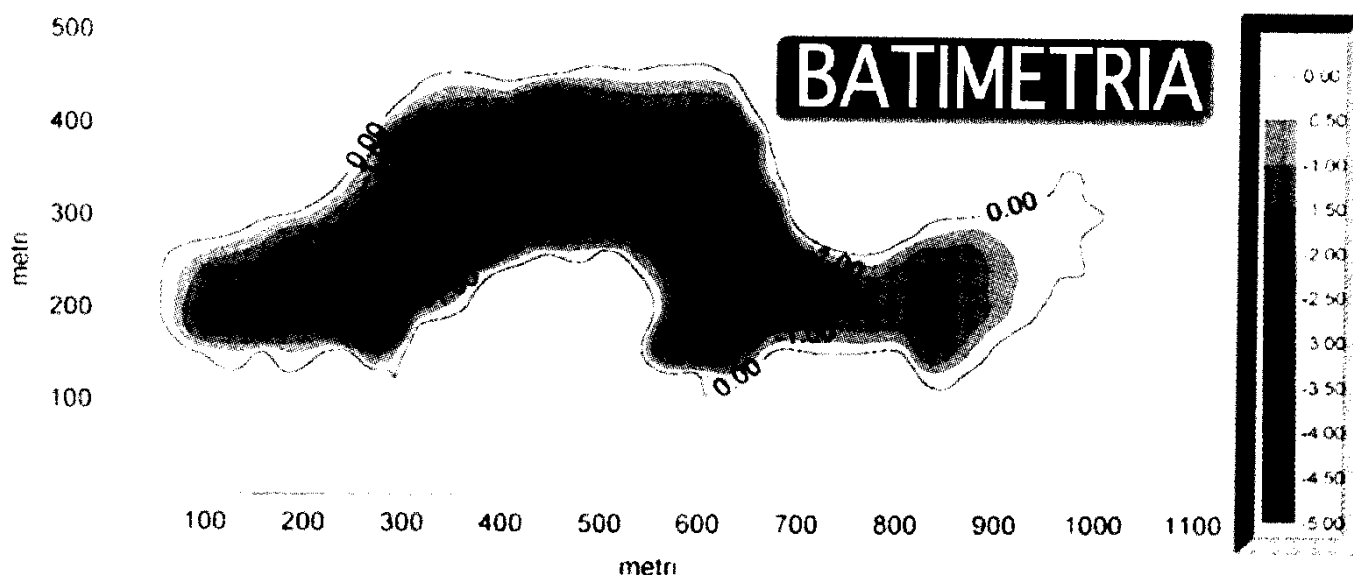
Dati morfometrici del lago

I dati morfometrici derivano dai rilievi topografici e batimetrici eseguiti sul bacino lacustre, i risultati di tali rilievi sono riportati nella cartografia e nelle successive figure.

Su queste basi sono stati calcolati alcuni tra i principali parametri morfometrici, soprattutto quelli atti a riassumere le caratteristiche dell'invaso lacustre. Nella tabella a fianco sono riportati i parametri morfometrici ed i rispettivi valori riscontrati nel lago di Misurina.

Da un esame complessivo si nota che il lago presenta un D_V di poco superiore all'unità, evidenziando una pendenza continua del fondale fino alla linea di thalweg, confermato anche dal grado di incavamento che risulta essere circa un terzo della profondità massima e da un indice di sinuosità abbastanza elevato.

Le figure successive visualizzano rispettivamente sul piano e in modo tridimensionale i rilievi batimetrici effettuati.



CENSIMENTO DEI PUNTI D'ACQUA

Il censimento dei punti d'acqua è stato condotto mediante sopralluoghi a vista lungo il perimetro del bacino lacustre.

Si sono così individuate 8 zone d'acqua che afferiscono direttamente al lago.

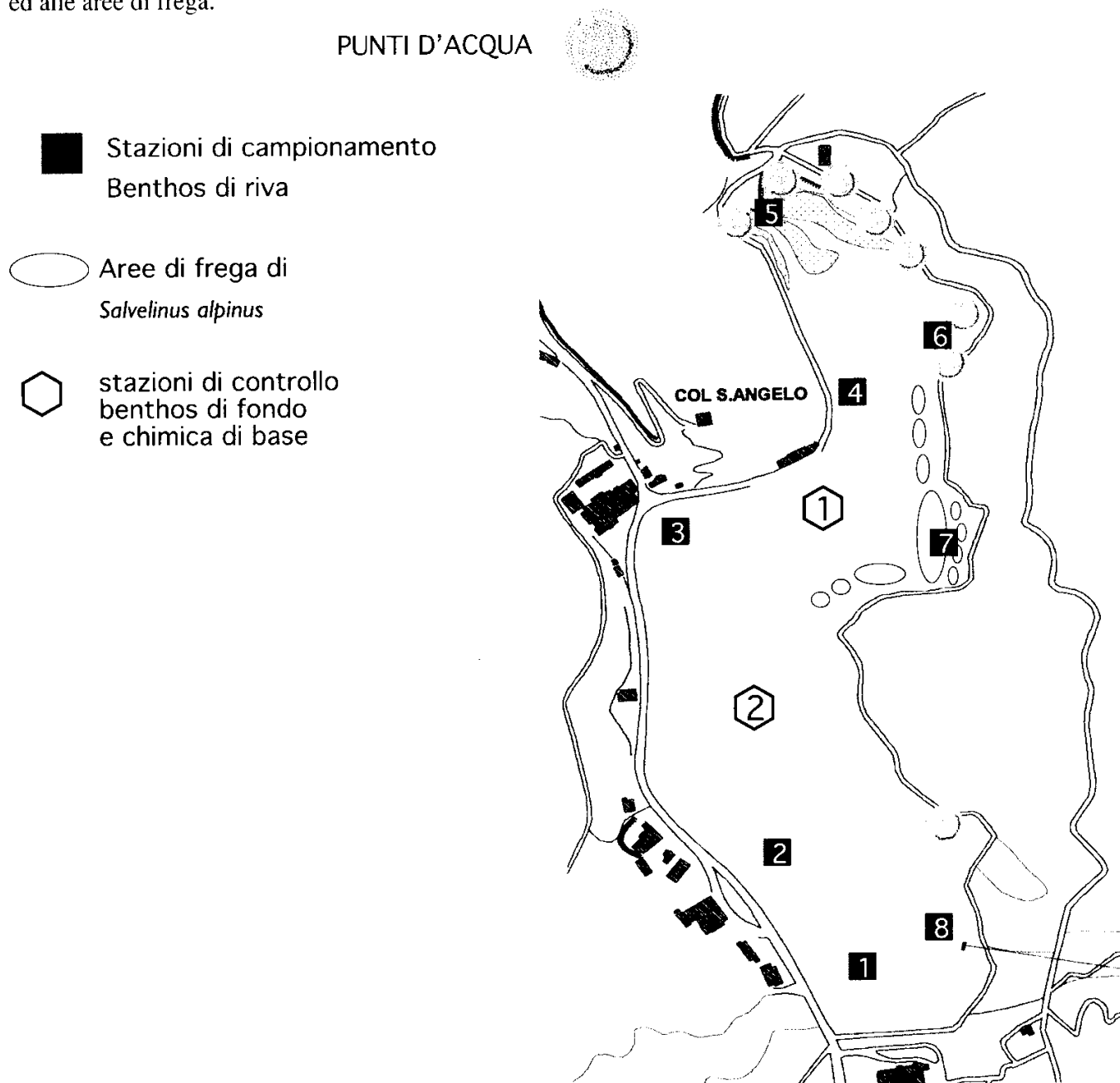
Va sottolineato che le portate, ad esclusione dell'immissario principale, sono di scarsa rilevanza ai fini quantitativi, ma rivestono particolare importanza per un futuro riassetto dal punto di vista idraulico dell'intero ecosistema lacustre.

Emerge infatti l'esigenza di intervenire sul tempo di ricambio delle acque, questo favorirebbe certamente l'instaurarsi di cicli biologici più consoni all'ambiente in questione.

Con ogni probabilità durante eventi piovosi di una certa intensità vi saranno senz'altro ulteriori apporti. Interessante sarebbe inoltre stimare gli apporti di subalveo.

Nella figura successiva è riportata l'ubicazione dei punti d'acqua rilevati, unitamente alle stazioni di controllo ed alle aree di frega.

PUNTI D'ACQUA



ANALISI CHIMICO - FISICHE

Nella figura precedente sono riportati anche i punti di controllo delle analisi relative al chimismo di base ed ai prelievi di fito e zooplancton, clorofilla e benthos di fondo.

TERMICA LACUSTRE

Il corpo d'acqua presenta una batimetria poco profonda ($Z_{\max} = 4,8$ m) e perciò risente fortemente delle influenze

della temperatura dell'aria riscaldandosi d'estate in modo omogeneo, con conseguente scarsa stratificazione. In piena estate non esiste praticamente stratificazione termica in entrambi i punti di rilevamento, con 15.5°C in superficie, 13.2°C a due metri e 10.5°C sul fondo nel punto di maggior profondità, dovuto probabilmente all'effetto di apporti da piccole sorgenti di fondo.

Andamento più diversificato lo si rileva nei dati di settembre dove a fronte di una temperatura di 12°C in superficie si assiste ad un graduale calo fino al fondo dove la temperatura appare di 7°C.

OSSIGENO DISCIOLTO

Il lago presenta una buona ossigenazione generale con valori di poco superiori alla saturazione in estate nel punto 1 fin quasi al fondo dove si riscontra un valore di ossigeno disciolto pari a 80.5%. I dati relativi alle misurazioni di settembre evidenziano una certa soprassaturazione fino ai 2.5 m di profondità dovuta probabilmente alla leggera fioritura algale preautunnale che normalmente si verifica in laghi temperati. Alla massima profondità è presente una scarsa quantità percentuale di ossigeno (10.3%) a conferma della presenza di una sacca anossica, peraltro molto confinata, dove si verificano probabili attività batteriche riducenti.

TRASPARENZA E CLOROFILLA

Le acque del lago sono risultate trasparenti fino al fondo in ogni suo punto, perciò non è stato possibile determinare il valore di Disco Secchi in assoluto ed è stato assunto come valore di trasparenza il massimo della profondità, cioè 4.8 m, sapendo comunque di fare una operazione riduttiva per il lago.

Per quanto riguarda il contenuto di clorofilla i campioni raccolti su colonna integrata di acqua nei punti 1 e 2 hanno espresso le seguenti quantità:

	punto 1	punto 2
	mg/m ³	mg/m ³
Chl "a"	2.69	1.57
Chl "b"	0.93	1.96
Chl "c"	0.68	4.09

I valori, che si riferiscono al campionamento estivo, illustrano una debole presenza quantitativa di clorofilla che denota una situazione di bassa mesotrofia; tale impressione viene confermata anche dalla buona trasparenza delle acque.

CHIMISMO DI BASE

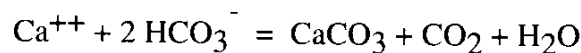
Le analisi chimiche delle acque del lago, non evidenziano situazioni di particolare rilevanza, anzi i valori dei diversi parametri sembrano sostanzialmente contenuti con eccezione del fosforo totale che sembra

essere relativamente e significativamente abbondante rispetto a condizioni di normalità per laghi alpini di questo tipo.

La contenuta conducibilità è legata ai bassi valori ionici del Ca⁺⁺ e di conseguenza dei carbonati, avallati anche dai valori dell'alcalinità. Infatti applicando una analisi statistica di correlazione lineare tra i valori del Ca (mg/l) e della alcalinità (meq/l) si ottiene una elevata significatività (r = 0.932 per p = 0.007) con la seguente relazione:

$$\text{Ca}^{++} = 3.49 \text{ Alc} - 14.91$$

Ciò sta ad indicare che si verificano sensibili precipitazioni di carbonati di calcio insolubili secondo la seguente relazione:



La sottrazione di anidride carbonica libera da parte delle alghe, soprattutto le cormofite radicate sul fondo, conseguente all'attività fotosintetica, provoca lo spostamento della reazione verso destra con immobilizzazione del calcio. Tale condizione spiega inoltre la scarsa conducibilità e presenza di calcio in acque provenienti da un bacino di natura dolomitica, le quali dovrebbero mostrare un tenore in conducibilità e sali ben più evidente.

data	punto	pH	cond mS/cm	dur F°	alc meq/l	Ptot mg/l	NH4+ mg/l	NO2- mg/l	NO3- mg/l	SiO2 mg/l	SO4-- mg/l	Ca++ mg/l
20 ago	1 sup	9,32	123	8,3	7,20	0,03	0,04	0,005	0,20	0,50	6,0	12,0
	1 fondo	9,36	122	8,0	6,80	0,03	0,04	0,005	0,20	0,80	5,2	10,3
26 set	1 sup	9.30	129	9,3	8,50	0,03	0,04	0,005	0,20	0,30	6,4	12,3
	1 fondo	8,19	155	11,0	10,00	0,04	0,04	0,005	0,20	1,30	6,4	21,0
	2 sup	9.35	126	7,0	6,60	0,03	0,04	0,005	0,20	0,60	4,4	6,5
	2 fondo	9.33	127	8,2	7,50	0,03	0,04	0,005	0,20	0,70	6,1	11,0

ANALISI PLANCTONICHE

I dati relativi alle analisi planctoniche illustrano uno spettro moderatamente diversificato, con poche specie appartenenti alle diverse famiglie zoo e fitoplanctoniche.

Lo zooplancton risulta essere qualitativamente poco rappresentato e con una dominanza massiccia di Rotiferi, soprattutto di *Asplanchna priodonta* (91%), un carnivoro, nel campione di agosto mentre tra i Crostacei non si notano particolari dominanze, manca invece la presenza delle *Daphnie*.

Diversamente si presenta il campione di settembre dove la specie *Daphnia*, prima assente, ora appare dominare il quadro zooplanctonico con il 63% del totale, mentre l'*Asplanchna priodonta* è ridotta allo 0.2%, evidenziando una alternanza di dominanza nello spettro zooplanctonico.

La comunità fitoplanctonica è sostanzialmente dominata dalla famiglia delle Cianoficee che nel campione di agosto raggiungono il 47.3% del totale, soprattutto con la specie *Oscillatoria sp.* (40.6%), mentre le altre famiglie seguono con percentuali minori ma pur sempre con significative presenze, come la specie *Cosmarium sp.* e *Cymbella sp.* con il 18% e il 16.3% del totale rispettivamente.

Nel campione di settembre si nota ancora una dominanza concreta della specie *Oscillatoria* con una presenza pari al 57.2% del totale fitoplanctonico, contribuendo moltissimo alla dominanza delle Cianoficee sulle altre famiglie di alghe (58.9%) e confermando quanto già osservato nel campione di agosto. Per quanto riguarda il resto delle presenze fitoplanctoniche non emerge particolarmente nessuna specie algali che risultano invece su valori percentuali abbastanza livellati; ricordiamo solo la seconda presenza, dopo *Oscillatoria*, della *Fragillaria crotonensis* con il 7.6%. Merita sicuramente attenzione la presenza percentuale notevole della specie *Oscillatoria* in quanto tale alga risulta essere presente in ambienti eutrofizzati e viene considerata spesso come bioindicatore del processo di eutrofizzazione delle acque e delle presenze di nutrienti.

Nella sua globalità, lo spettro fitoplanctonico appare composto da individui caratteristici soprattutto di ambienti mesotrofici e moderatamente nutritivi anche se la presenza evidente delle Cianoficee induce a qualche preoccupazione.

DATA: 20.08.97

ZOOPLANCTON

ABBONDANZA
RELATIVA

DINOFILAGELLATI	
Peridinium sp.	3,4
ROTIFERI	
Asplanchna sp.	91
Keratella cochlearis	0,7
FILLOPODI	
Bosmina longirostris	2
COPEPODI	
Cyclops strenuus	1,4
nauplio	1,4

99,9

FITOPLANCTON

CIANOFICEE	
Anabena sp.	0,4
Gomphosphaeria lacustris	5,9
Merismopedia glauca	0,4
Oscillatoria	40,6
DIATOMEE	
Cymbella sp.	16,3
Cocconeis sp.	1,7
Fragilaria capucina	2,9
Fragilaria ulna	0,4
Nitzschia acicularis	0,8
CLOROFICEE	
Tetraspora sp.	0,8
Pediastrum borianum	0,4
Dictyosphaerium sp.	3,4
Tetraedrum minimum	0,4
Glaucozystis sp.?	2,5
Scenedesmus acutus	1,3
Scenedesmus quadricauda	2,5
CONIUGATOFICEE	
Cosmarium spp	18,0
Staurastrum sp	1,3

TOTALE 100,0

Valori delle presenze percentuali di plancton nel campione di agosto

DATA: 26.09.97

ZOOPLANCTON

ABBONDANZA
RELATIVA

CILIATI	21
DINOFILAGELLATI	
Peridinium sp.	5,2
ROTIFERI	
Asplanchna sp.	0,2
Keratella cochlearis	10
FILLOPODI	
Bosmina longirostris	0,4
Daphnia longispina	63
COPEPODI	
Nauplio	0,2

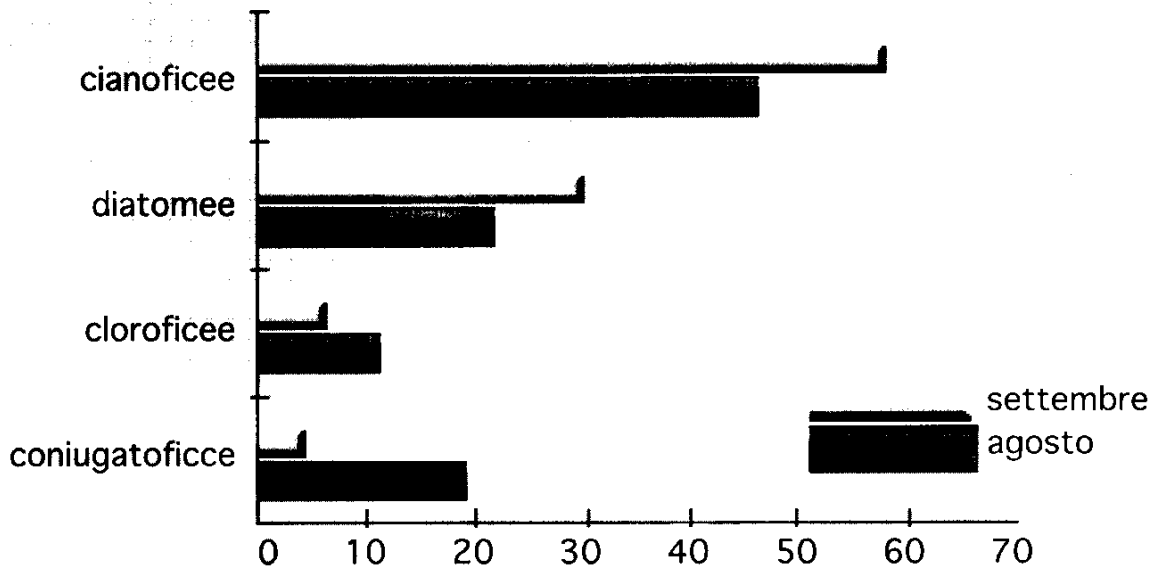
100

FITOPLANCTON

CIANOFICEE	
Anabena sp.	1,7
Oscillatoria	57,2
DIATOMEE	
Achnantes sp.	0,8
Amphora ovalis	0,8
Cyclotella sp.	1,7
Cymbella sp.	2,5
Cocconeis sp.	5
Diatoma sp.	4,2
Fragilaria crotonensis	7,6
Fragilaria ulna	0,8
Gyrosigma attenuatum	1,7
Navicula sp.	1,7
Nitzschia sp.	3,4
CLOROFICEE	
Ankistrodesmus sp.	0,8
Ankistrodesmus falcatus	2,5
Dictyosphaerium sp.	2,5
Tetraspora sp.	0,8
Volvox sp.	0,1
CONIUGATOFICEE	
Cosmarium spp	2,5
Mougeotia sp.	1,7

TOTALE 100

Valori delle presenze percentuali di plancton nel campione di settembre



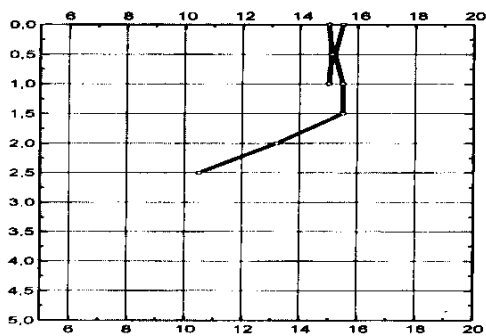
Presenze qualitative percentuali delle diverse famiglie di fitoplancton

Sono stati inoltre condotti su 8 sezioni trasversali del lago una serie di rilievi dell'ossigeno disciolto e della temperatura.

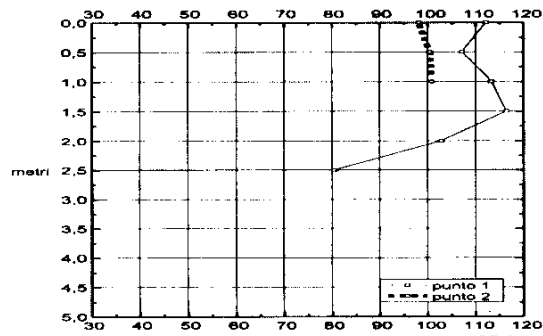
Dall'analisi dei valori, rapportati anche ad indagini pregresse, si è notato un tenore di ossigeno generalmente elevato; il livello di sovrasaturazione risulta maggiore in prossimità del fondale immediatamente al di sopra della fascia di proliferazione delle macrofite sommerse.

Questo dipende dall'intensa attività fotosintetica di queste piante, perlomeno nelle ore diurne. Tanto è avvalorato dalle percentuali di ossigeno mediamente inferiori riscontrate negli strati profondi del transetto relativo alla sezione in cui la vegetazione macrofita era assente e condizionata dall'immissario, per i rilievi del 1996, mentre nel 1997 questo fenomeno non si è rilevato in quanto la copertura vegetale era diffusa su tutta la superficie del lago.

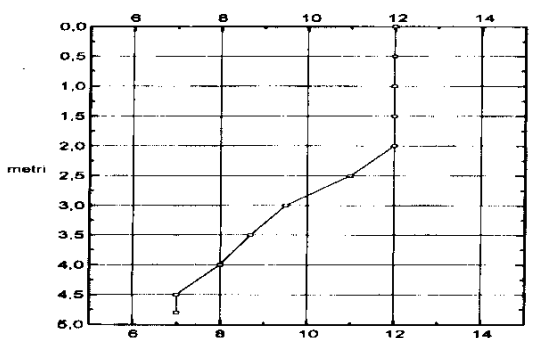
I valori di temperatura relativi al 1996 si attestano tra i 18° e i 20°C in superficie, mentre i rilievi in profondità evidenziano un abbassamento medio di 1°C, con punte di 2,1°C nella zona più a monte; anche nella zona di maggior profondità (centro lago), si registrano escursioni di 2°C. Nel 1997 in superficie sono tra 11,3 e 12,5 °C con uno scarto di 1,2 °C, mentre in profondità si è registrato un abbassamento massimo di 2,4 °C.



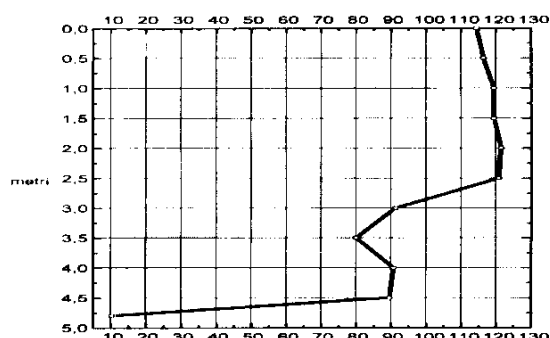
- Valori della termica lacustre in agosto



- Andamento dell'ossigeno disciolto percentuale nel mese di agosto



- Valori della termica lacustre in settembre nel punto 1



- Andamento dell'ossigeno disciolto percentuale nel mese di settembre nel punto 1

RISULTATI

ANALISI BENTONICHE

Nella tabella successiva sono riportati sinteticamente i risultati delle analisi bentoniche, condotte mediante la metodica I.B.E., sul corpo idrico immissario del lago e sul torrente Ansiei, emissario del lago, in due punti, rispettivamente a monte e a valle dello scarico del depuratore.

	Unità Sistematiche	Indice biotico	Classe di Qualità	Giudizio
Immissario	16	10 - 9	I - II	Ambiente leggermente inquinato
Ansiei a monte depuratore	13	9	II	Ambiente leggermente inquinato
Ansiei a valle depuratore	6	6 - 5	III - IV	Ambiente molto inquinato

COMMENTO

Immissario del lago di Misurina

I risultati dell'analisi biologica evidenziano un corso d'acqua **l e g g e r m e n t e i n q u i n a t o**, corrispondente ad una I-II classe di qualità, con indice biotico pari a 10-9 e 16 unità sistematiche.

La comunità si presenta discretamente organizzata, con tre taxa di plecoteri, *Leuctra*, *Isoperla* e *Nemoura*, che permettono una buona entrata qualitativa nella tabella per il calcolo dell'indice biotico, e con presenze di alcune famiglie di tricoteri e ditteri, tipiche del tratto superiore dei torrenti.

Il giudizio è però pregiudicato dallo scarso numero totale di unità sistematiche rinvenute.

La leggera turbativa riscontrata con l'analisi biologica rientra comunque nelle variabilità ambientali che si possono rinvenire in ambienti d'alta quota a corso estremamente limitato.

Il torrente Ansiei è stato analizzato a valle della paratoia del lago di Misurina ed in particolare in due punti posti rispettivamente a monte e a valle dello scarico del depuratore che attualmente colletta i reflui tramite condotta circumlacuale.

L'utilizzo della metodica I.B.E. ha evidenziato, nel punto campionato a monte dello scarico, un ambiente leggermente inquinato, corrispondente a una II classe di qualità biologica con indice biotico pari a 9.

Tale giudizio è determinato unicamente dallo scarso numero di unità sistematiche rinvenute, solo 13, e non certo dall'entrata qualitativa in tabella per il calcolo dell'indice, che avviene a livello di più di due plecoteri.

Analizzando in dettaglio la comunità si nota l'assenza di alcuni taxa come gli efemeroteri piatti ed alcuni tricoteri. Anche la seconda parte della scheda appare scarsamente rappresentata, con sole tre famiglie di ditteri, che dovrebbero essere invece più numerose in questo tipo di ambienti e pochi altri taxa di scarsa sensibilità nei riguardi dell'inquinamento.

Sono presenti due famiglie di gasteropodi che sono state rinvenute frequentemente anche nei campionamenti del benthos di riva del lago.

La qualità biologica del torrente è quindi influenzata dalla qualità delle acque del lago da cui il torrente trae origine, ma anche dalle condizioni geografiche in cui è situato, comunque sia esistono moderati sintomi di inquinamento o di alterazione dell'ecosistema torrentizio.

A valle dello scarico del depuratore la situazione qualitativa peggiora decisamente, passando ad una III-IV classe, corrispondente ad ambiente molto inquinato.

Scompaiono infatti molti taxa, fra cui i plecoteri; *Nemoura* è presente solo di drift. Il numero totale di unità sistematiche rinvenute è uguale a 6. Si nota inoltre un'elevata abbondanza relativa dei ditteri Simuliidae e Chironomidae. Queste presenze, accompagnate dalla comparsa degli oligocheti Naididae, sono un inequivocabile segno di inquinamento di tipo organico.

Evidentemente il depuratore non ha una buona capacità di abbattimento del carico organico.

RUOLI TROFICI

Di seguito vengono riportate le percentuali dei ruoli trofico-funzionali dei macroinvertebrati rinvenuti nella stazione campionata nell'immissario del lago, nel torrente Ansiei subito a valle della paratoia e dello scarico del depuratore.

I risultati sia per l'immissario che per l'emissario del lago sono abbastanza simili tra di loro anche se si può notare un aumento dei filtratori nell'emissario ed una corrispondente diminuzione di aspiratori. Tuttavia i risultati ottenuti sono perfettamente in linea con quanto ci si attenderebbe in questo tipo di ambienti.

Ruolo trofico funzionale	Immissario	Emissario a monte del depuratore	Emissario a valle del depuratore
Tagliuzzatori	32,9%	28,9%	0,2%
Aspiratori	23,9%	12,6%	30,8%
Raschiatori	4,2%	6,5%	6,0%
Filtratori	1,2%	13,2%	20,0%
Predatori	37,8%	38,8%	43,0%

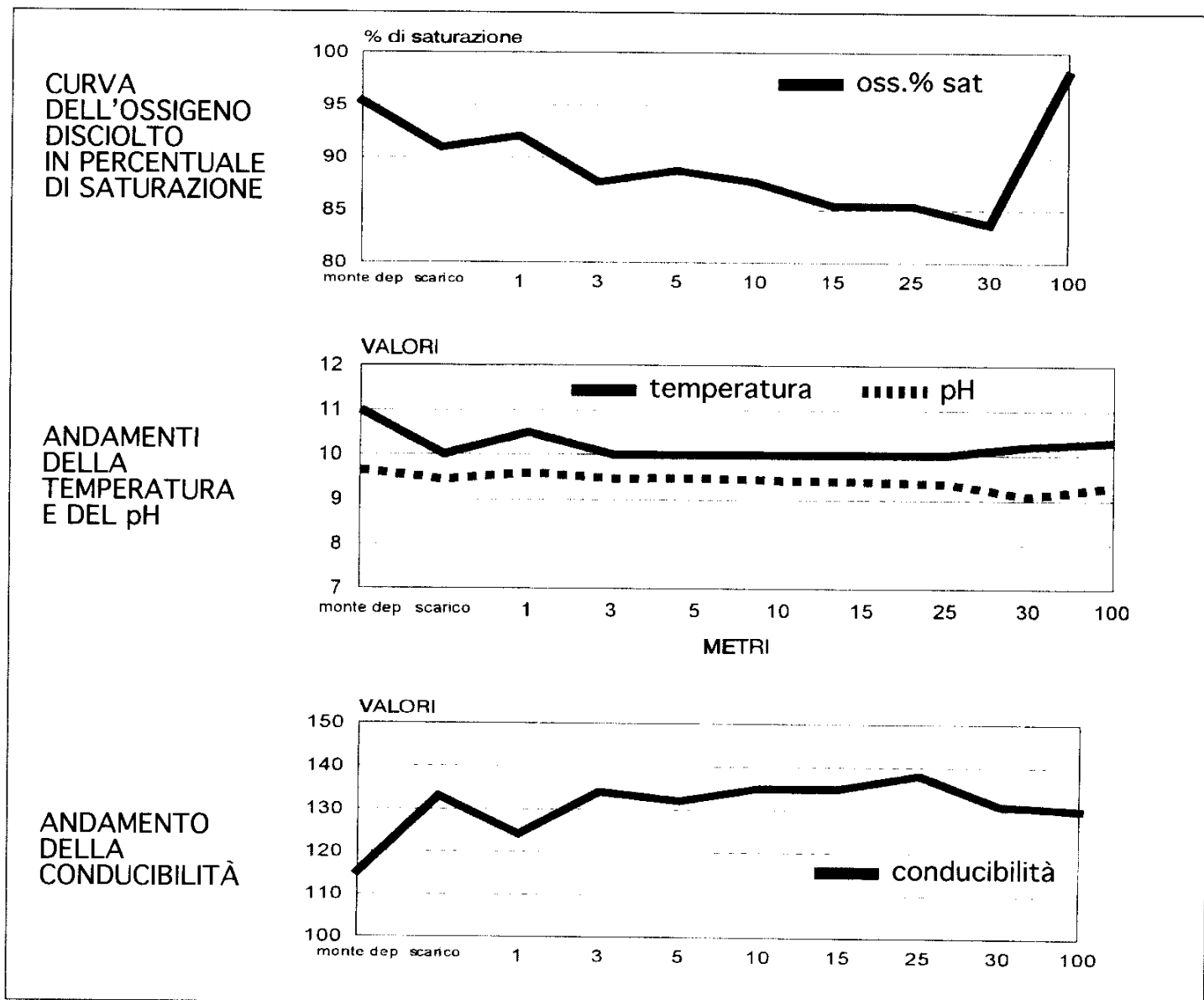
percentuali dei ruoli trofico funzionali

Molto più interessante il confronto tra i risultati ottenuti sull'emissario a monte e a valle dello scarico del depuratore.

Si nota infatti una quasi totale estinzione dei tagliuzzatori, un numero di raschiatori sostanzialmente uguale, mentre aumentano tutti gli altri ruoli, soprattutto gli aspiratori che triplicano quasi la loro presenza percentuale. Questo è senza ombra di dubbio un quadro esplicativo dell'impatto dello scarico sul corpo idrico.

ANALISI CHIMICO FISICHE A VALLE DELLO SCARICO DEL DEPURATORE

Nelle successive figure è riportato l'andamento della temperatura, del pH, della conducibilità e dell'ossigeno disciolto in percentuale di saturazione rilevato da monte a valle dello scarico del depuratore.



Analizzando l'andamento dell'ossigeno disciolto in percentuale di saturazione si evidenzia come in corrispondenza dello scarico, non vi sia un immediato calo del valore dello stesso, ma la flessione raggiunga il minimo dopo i 30 metri.

Questo indica lo spazio occorrente per una totale omogenizzazione dello scarico nel corpo idrico recettore. Dopo tale distanza la percentuale di saturazione aumenta, segno di ripresa delle condizioni naturali. Anche negli altri parametri, seppur con minore significatività, si può intravedere tale trend. Pertanto possiamo affermare che un evidente impatto dello scarico sul corpo idrico si può rilevare oltre che dalle succitate analisi biologiche, anche dalle analisi chimico fisiche; è comunque da sottolineare che i valori, soprattutto di ossigeno disciolto, non sono estremamente bassi.

BENTHOS DI RIVA

Il prelievo del benthos di riva è stato effettuato campionando tratti di costa ad intervalli variabili per un totale di 8 siti.

La scelta delle stazioni è avvenuta tenendo presente tutti i diversi habitats caratterizzanti l'intero bacino lacustre, sono stati campionate infatti tutte le anse principali, suddividendo l'intero perimetro lacustre in tratte omogenee. Nella ceck list posta successivamente sono riportati i taxa di macroinvertebrati rinvenuti.

BENTHOS DI FONDO

I risultati relativi al benthos di fondo sono riportati nella tabella successiva.

Dai risultati ottenuti si può notare come vi sia una netta predominanza di tubificidi rispetto agli altri ordini presenti.

ORDINE	FAMIGLIA	N°	δ	IND/MQ	% su fauna tot	O.C.
DITTERI	CHIRONOMIDAE	31		1076	33.7	66
OLIGOCHETI	TUBIFICIDAE	60		2083	65.2	
	HAPLOTAXIDAE	1		35	1.1	
altro	Sacchi ovigeri	12		417		
altro	bozzoli con uova	25		868		
TOTALE		129		4479		

Risultati relativi al campionamento del benthos di fondo

Per l'analisi della struttura della comunità macrobenthonica di fondo è stato utilizzato l'indice di Wiederholm (Wiederholm, 1980):

$$OC = O/O+C \%$$

dove OC = indice di rapporto oligocheti-chironomidi;

O = numero di oligocheti;

C = numero di chironomidi;

E' noto da diversi studi scientifici che una forte presenza di oligocheti è il sintomo più importante dello stato di deterioramento di un sistema dulciacquicolo lacustre, infatti l'arricchimento in sostanza organica sui fondali della cuvetta lacustre favorisce lo sviluppo di questi organismi (Goodnight e Whitley, 1965; Brinkhurst e Cook, 1974; Milbrink, 1980). Le larve di ditteri chironomidi invece denunciano un appiattimento dei valori, infatti il rapporto tra il numero di oligocheti e quello dei chironomidi viene assunto come valida indicazione per la stima di un livello trofico di un ambiente lacustre (Wiederholm, 1980; Saether, 1980).

I dati ci fanno propendere per un giudizio di negatività. Va comunque considerato che le densità totale di oligocheti e chironomidi sono abbastanza contenute.

Rispetto ad altri laghi da noi studiati nel bellunese questi valori, confrontando gli stessi periodi, sono simili a quanto riscontrato a Santa Caterina (O/C = 61), ma diversi per Santa Croce (O/C = 32 nel punto 2) e Corlo (O/C = 98 nel punto 2 del Corlo). Questa analisi conferma la parziale distrofia dovuta ad un surplus di materia organica come già evidenziato per il lago di Santa Caterina.

CECK - LIST DEI MACROINVERTEBRATI RINVENUTI NEL LAGO DI MISURINA

U.S. RINVENUTE	% di ritrovamento
PLECOTTERI (genere)	
Nemoura	37.5
Leuctra	12.5
Isoperla	12.5
TRICOTTERI (famiglia)	
LIMNEPHILIDAE	12.5
RHYACOPHILIDAE	12.5
EFEMEROTTERI (genere)	
Ecdyonurus	12.5
Caenis	12.5
Baetis	12.5
COLEOTTERI (famiglia)	
DYTISCIDAE	87.5
ODONATI (famiglia)	
COENAGRIONIDAE	12.5
DITTERI (famiglia)	
CHIRONOMIDAE	100
CERATOPOGONIDAE	75
LIMONIIDAE	12.5
EMPIDIDAE	12.5
SIMULIDAE	12.5
CROSTACEI (famiglia)	
ASELLIDAE	12.5
GAMMARIDAE	37.5
GASTEROPODI (genere)	
Valvata	87.5
Lymnaea	50
Gyraulus	87.5
TRICLADI (genere)	
Crenobia	12.5
IRUDINEI (genere)	
Dina	25
Erpobdella	25
Glossiphonia	37.5
Helobdella	25
OLIGOCHETI (famiglia)	
TUBIFICIDAE	87.5
LUMBRICIDAE	25
HAPLOTAXIDAE	Benthos di fondo

Ceck list dei macroinvertebrati rinvenuti nei campionamenti di riva e di fondo.

Analizzando la tabella dei macroinvertebrati rinvenuti si può notare come ci siano dei taxa sempre presenti in ogni stazione come i ditteri della famiglia Chironomidae, ma ben altri quattro taxa, appartenenti alla famiglia dei coleotteri Dytiscidae, al genere di gasteropodi *Valvata* e *Gyraulus* e alla famiglia di oligocheti Tubificidae, posseggono una percentuale di ritrovamento di poco inferiore al 90%. Il numero totale di taxa rinvenuti, classificati secondo famiglie e generi in base alle indicazioni dell'I.B.E., è 27 e la media di percentuale di ritrovamento è pari a 35,2%.

CENSIMENTO E MAPPAGGIO DELLE MACROFITE ACQUATICHE

Nella tabella seguente sono riportate le varie specie vegetali rinvenute nel lago di Misurina e le rispettive percentuali di copertura.

SPECIE	% di copertura	copertura in m ²
<i>Cladophora sp.</i>	8,2	7.863,8
<i>Carex sp.</i>	10,3	9.877,7
<i>Caltha palustris</i>	1,1	1.054,9
<i>Chara sp.</i>	7,3	7.000,7
<i>Elodea canadensis</i>	69,4	66.554,6
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	3,4	3.260,6
<i>Eriophorum angustifolium</i>	+	
TOT	99,7	95.612,3
Specie vegetali rinvenute		
n.b.: + = presenza		

CENSIMENTO DELLE AREE DI FREGA DEI SALMONIDI E PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI AREE ARTIFICIALI

LE AREE DI FREGA PREFERENZIALI PER I SALMONIDI

Le femmine dei generi salmonicoli *Salmo* (trota) e *Salvelinus* (salmerino) si riproducono tipicamente depositando le uova in una serie di gruppi in uno o più nidi scavati nel substrato ghiaioso di fiumi, torrenti o rive di laghi. Il processo di selezione dei siti di deposizione, la costruzione dei nidi, la fertilizzazione, la deposizione e il ricoprimento delle uova viene definito in generale deposizione (spawning).

Ricoprire le uova con i materiali che costituiscono il letto fluviale è un'operazione che permette la protezione delle uova dal congelamento, dall'essiccamento e dalla predazione o da altri tipi di disturbo. L'eliminazione dei sedimenti più fini durante la costruzione delle freghe aumenta la permeabilità del materiale ghiaioso.

I salmonidi istintivamente ritornano a riprodursi nello stesso corso d'acqua da cui provengono, compiendo anche lunghe migrazioni.

Questo ha portato alla creazione di popolazioni ittiche distinte e geograficamente isolate ed in grado di autosostenersi con la riproduzione.

Questo isolamento riproduttivo sembra aver promosso l'evoluzione di adattamenti fisici e comportamentali a condizioni specifiche all'interno di un tratto di corso d'acqua, come la morfologia, l'idrologia, la disponibilità di habitat e di cibo, la competizione con altre popolazioni ittiche.

In conseguenza di ciò vi è una grande variabilità sia nel periodo riproduttivo dei salmonidi, sia nella tipologia di corsi d'acqua dove andare a riprodursi e sia nei siti prescelti per la deposizione.

I tratti per la riproduzione usati da molti stocks ittici vengono spesso scelti anche in base alla possibilità di sopravvivenza dell'avannotto e la vicinanza di habitats idonei per il suo accrescimento, cioè per ridurre la mortalità e diminuire i tempi di accesso alle risorse alimentari, che per favorire l'accesso ad aree in cui la competizione con altre specie sia minimizzata.

Le femmine di salmonidi selezionano i siti di frega nel momento in cui le loro uova sono mature per la deposizione. Il processo con cui le femmine selezionano tali siti non è ancora ben conosciuto, tuttavia molti studi indicano che la scelta è dovuta ad una combinazione di fattori e che c'è un ampio intervallo di condizioni accettabili per la maggior parte delle specie salmonicole.

Le caratteristiche utilizzate per selezionare i siti di frega sono state identificate nella grandezza del substrato, la velocità e la profondità dell'acqua, la permeabilità dei substrati ghiaiosi, le condizioni di flusso superficiale e sub superficiale, la presenza di flussi profondi, ed inoltre fattori chimico fisici come la temperatura, l'ossigeno disciolto e la presenza di zone di rifugio.

Inoltre influiscono nella scelta del sito di frega anche fattori legati all'abilità fisica della femmina; infatti un determinato sito potrà essere scartato se le particelle di substrato da rimuovere sono di dimensioni troppo grandi o sono troppo pesanti o troppo compattate.

Il sito sarà inoltre inutilizzabile se la velocità dell'acqua sarà troppo elevata e la femmina non sarà in grado di mantenere la posizione contro corrente o se la profondità sarà bassa e la femmina non avrà possibilità di eseguire i giusti movimenti.

Le limitazioni fisiche di questo tipo escludono certe aree fluviali come potenziali siti di frega. Ad esempio un pesce di grande dimensioni potrà riprodursi con successo in acque veloci e potrà scavare substrati più grandi di un pesce piccolo che invece selezionerà siti con ghiaia più piccola e una minor velocità di corrente. Le femmine di salmonidi utilizzano anche un secondo tipo di criterio per la selezione dei siti di frega. Il flusso idrico fra il materiale ghiaioso infatti, deve essere ottimale per garantire un'adeguata quantità di ossigeno alle uova. Quest'ultima dipende dallo scambio con il flusso d'acqua che scorre sopra il letto del fiume o dall'influenza dalle zone iporreiche.

Le aree in cui la permeabilità è ridotta a causa di un substrato compatto o per la presenza di sedimenti fini sono spesso evitate.

I salmonidi normalmente selezionano siti dove c'è un movimento dell'acqua verso il basso (discendente) all'interno del materiale ghiaioso, o la parte finale di un riffles dove c'è un movimento ascendente dell'acqua. In questo modo le uova ricoperte dalla ghiaia vengono costantemente lavate e rifornite di ossigeno. Alcune specie di salmonidi dimostrano una preferenza per siti con presenza di flussi profondi, come ad esempio il salmerino alpino e la trota iridea. Per il salmerino si è notato che è più importante la presenza di tali flussi che non la composizione del substrato. Siti con fondo sabbioso e flussi profondi sono fra i primi ad essere selezionati, anche in presenza di siti ghiaiosi ma senza flussi.

Un terzo tipo di criteri che influenza la selezione dei siti di frega è collegato alla sopravvivenza della femmina durante le varie fasi riproduttive, ad esempio la vicinanza di zone rifugio per proteggersi dai predatori. Queste sono rappresentate da acque profonde (buche), oggetti sommersi, vegetazione che si protende dalla riva, residui di materiale legnoso o tronchi spezzati.

CENSIMENTO DELLE AREE DI FREGA NEL LAGO DI MISURINA

Il censimento delle aree di frega dei salmonidi nel lago di Misurina è stato condotto tramite sopralluoghi diretti lungo l'intero perimetro del lago in periodi successivi. Ad ogni uscita venivano riconosciute le aree di frega, individuate le varie specie riproduttive mediante la tecnica dell'attesa in prossimità delle freghe. Le freghe venivano successivamente localizzate in cartografia.

Durante tutto il ciclo annuale non si sono viste attività riproduttive da parte di trota fario. Questo fatto ci induce a pensare che la trota fario presente nel bacino lacustre, la cui provenienza è la semina di materiale adulto da impianti artificiali, non riesca a compiere il ciclo riproduttivo, oppure in sub ordine, che la specie in questione si riproduca nel periodo tardo autunnale - invernale, quando già le acque del lago risultano interamente sommerse dal ghiaccio.

Per quanto concerne invece il salmerino alpino si è visto che si riproduce discretamente, infatti erano già presenti numerose freghe ai primi di ottobre del corrente anno. Le prime freghe sono comparse nell'ansa di fronte a Col S. Angelo, in sinistra idrografica, in prossimità del punto di maggior profondità del lago. Le freghe si sono succedute nell'arco di un mese e mezzo circa e si è notato che l'attività riproduttiva avveniva anche sotto lo strato di ghiaccio.

Il periodo culminante le freghe si è verificato verso la metà di ottobre. In tale periodo si sono eseguite una serie di osservazioni dirette sul sistema di frega di questi salmonidi. Durante tali osservazioni si è notato che le femmine depongono le uova sfregando l'addome sul fondo, mentre il maschio sta appostato in prossimità del dorso della femmina aspettando la deposizione, durante questa sua attività veniva comunque disturbato continuamente da altri maschi, questo ci fa pensare ad una forte competizione all'interno dello stesso sesso. I maschi sono facilmente riconoscibili in questo periodo per i colori accesi della livrea. Quando un maschio appostato sull'area di frega viene insidiato da un altro maschio, compie dei brevi e velocissimi inseguimenti di circa un metro per scacciarlo. Solitamente i maschi che insidiano i letti di frega sono di taglia inferiore e stanno appostati ai lati di una frega occupata da una coppia; a volte sono due o più maschi che insidiano la coppia, il maschio prescelto è costretto quindi ad inseguimenti ripetuti caricando più volte. Si è notato che tale operazione può ripetersi per archi di tempo molto lunghi. Quando il maschio invece non viene insidiato, accarezza la femmina nell'area di frega passandole sopra dalla coda alla testa e viceversa. L'area di frega, è caratterizzata da granulometria abbastanza grossolana e si estende da una profondità di circa 2 metri fino ad un minimo di 50 cm.

Le zone di frega sono poste anche molto vicine alla riva. In una sezione di 10 metri con una profondità di 2 metri si sono contate 15 freghe.

Nella figura successiva sono riportate le aree di frega per il salmerino alpino; come si può notare l'area si è estesa dapprima in tutta l'ansa per poi protendersi verso la direzione nord del lago.

Il salmerino alpino è stato immesso per la prima volta nel lago di Misurina alla fine del 1990, con individui di taglia 4 - 9 cm provenienti dal lago Bohinj (Slovenia).

Successivamente vi sono state altre importazioni anche dalla Svizzera. I quantitativi immessi nel 1993 e 1995 sono di circa 6.000- 7.000 pezzi di taglia 4 - 6 cm. Dopo tale data non si sono più effettuate semine di questa specie.

Nella stagione di pesca 1997 sono stati pescati 200 salmerini e nella considerazione del buon successo riproduttivo è da ritenere che questa specie si sia perfettamente ambientata all'interno del bacino lacustre. Andrà perciò discussa la gestione che si intende programmare per il prossimo futuro.

Salmerino alpino

(*Salvelinus alpinus*, Linnaeus 1758)

Morfologia

Salmonide di taglia molto variabile nelle diverse popolazioni ed in relazione agli ambienti: normalmente raggiunge la lunghezza totale massima di 50 - 60 cm ed il peso di 1,5 - 3 kg; in casi eccezionali a 10 - 12 anni di età può essere raggiunta la lunghezza di 80 cm ed il peso di 8-10 kg. In molti laghi esistono forme nane che non superano i 10 - 15 cm di lunghezza.

La specie è polimorfica, essendo note popolazioni e forme locali diverse nella taglia, nella forma, nella livrea e con abitudini alimentari diversificate. Nell'arco alpino per esempio esistono quattro forme diverse (salmerino comune, salmerino predatore, piccolo salmerino e salmerino di profondità), proprie di laghi aventi altitudine, superficie e trofia differenti; in alcuni bacini sono identificabili contemporaneamente due di queste diverse forme. Considerando l'intero areale della



Salmerino alpino in frega nel lago di misurina

specie, sono relativamente frequenti i bacini che ospitano due o tre forme diverse di salmerino ed è noto anche un ambiente lacustre nel quale convivono quattro forme.

Poiché le differenze genetiche tra le forme simpatriche sembrano essere di modesta entità, il fenomeno è interpretato come un polimorfismo ecologico, legato a specializzazioni trofiche necessarie per sfruttare al meglio le risorse disponibili nei grandi bacini lacustri; la specializzazione determina l'insorgenza di differenze nel ciclo biologico di ogni singola forma.

Nelle popolazioni italiane non sembrano essere presenti contemporaneamente forme diverse. Il corpo è fusiforme, con capo relativamente grande; la bocca, in posizione mediana, è grande e munita di numerosi piccoli denti robusti e acuti, uniseriati sulle mascelle e sui palatini; il vomere è piccolo e presenta denti solo sulla testa e non sullo stelo.

Le pinne sono normalmente sviluppate; le pinne ventrali hanno origine posteriormente rispetto alla pinna dorsale; il profilo della pinna caudale è più o meno concavo, è presente la pinna adiposa. Il corpo è coperto di scaglie molto piccole. La linea laterale decorre sui fianchi in posizione mediana.

Circa i caratteri meristici sono noti i seguenti valori: pinna dorsale con 12-14 raggi, pinna anale con 11-13 raggi; 195- 200 scaglie lungo la linea laterale; 61-69 vertebre.

Considerando popolazioni di una più grande parte dell'areale della specie, i valori sono i seguenti: pinna dorsale 12-16 raggi, pinna anale 10-15 raggi, pinna ventrale 8-11 raggi; 190-240 scaglie lungo la linea laterale, con 36-37 file al di sopra e 38 al di sotto; 60-71 vertebre; 18-30 branchiospine sul primo arco branchiale; 20-74 ciechi pilorici.

La colorazione è molto variabile. Nella forma presente in Italia il colore è generalmente grigio - verde o bruno sul dorso, bianco sul ventre; sul dorso e sui fianchi sono uniformemente distribuite numerose piccole macchie rotondeggianti biancastre o giallastre.

Le pinne dorsali e caudale sono grigie; quelle pettorali, ventrali e anale sono giallastre o arancio, con il margine anteriore bordato di bianco.

Durante il periodo riproduttivo i maschi assumono una livrea caratteristica: la regione ventrale diviene rosso - arancio; le pinne pettorali, ventrali e anale presentano tonalità più accese.

I giovani hanno una colorazione diversa rispetto agli adulti e simile a quella dei giovani degli altri salmonidi: il colore è grigiastro e lungo i fianchi sono presenti circa dieci grosse bande trasversali grigie (macchie "parr"), che tendono a scomparire con l'età.

Molto scarsi risultano i dati tassonomici sulle popolazioni italiane di salmerino, per cui non possono essere effettuate considerazioni sulla variabilità e sul fenomeno del polimorfismo.

Il dimorfismo sessuale è limitato al periodo riproduttivo: nei maschi adulti, oltre alla comparsa di una livrea più brillante, si ha un allungamento della mascella inferiore, che si incurva in alto assumendo una forma uncinata.

Note sulla sistematica

La grande variabilità morfologica del salmerino ha determinato notevoli diversità di vedute circa la sua sistematica. In passato tale fenomeno aveva portato a considerare l'esistenza di decine di specie. Attualmente si ammette l'esistenza di un'unica specie, *S. alpinus*, polimorfica e politipica. In accordo con vecchie impostazioni, alcuni autori moderni riportano ancora un elenco di numerose sottospecie talvolta proprie di singoli bacini lacustri. Una migliore conoscenza attuale dei fenomeni che stanno alla base del polimorfismo del salmerino, consente però di ritenere che i taxa sottospecifici siano almeno parzialmente da riconsiderare.

Circa le popolazioni italiane non esiste alcun valido elemento che permetta di sostenere l'istituzione di una nomenclatura trinomia; la classificazione *S. alpinus salmarinus*, riportata da alcuni autori, risulta perciò difficilmente accettabile. Come già messo in evidenza, sarebbero auspicabili studi tassonomici sulle popolazioni indigene nell'arco alpino, che nel loro insieme occupano una piccola area isolata all'interno dell'ampio areale della specie.

Ecologia e alimentazione

Benchè nella parte settentrionale del suo ampio areale la specie comprenda numerose popolazioni migratrici anadrome, in Italia il salmerino è esclusivamente legato agli ambienti lacustri alpini e ai grandi laghi prealpini, localizzandosi sempre in acque profonde, fredde e ben ossigenate.

Nella fase giovanile si nutre esclusivamente di forme planctoniche, passando a nutrirsi anche di invertebrati bentonici quando raggiunge taglie maggiori; a lunghezze superiori a 20 cm preda pesci, inclusi i conspecifici. Recentemente è stata condotta una ricerca sull'alimentazione del salmerino in un lago d'alta quota nelle Alpi occidentali (Lago Savine, 2.500 m s.l.m.): l'esame del contenuto stomacale di numerosi individui, aventi lunghezze totali comprese tra 23 e 28 cm, ha mostrato che oltre il 99% degli organismi predati erano larve e pupe di chironomidi.

Accrescimento e dinamica di popolazione

Scarsissime sono le informazioni sulla biologia del salmerino in Italia e del tutto mancanti sono i dati sulla struttura delle popolazioni.

L'accrescimento varia molto nelle diverse popolazioni del Nord Europa, ma è generalmente lento. In 3-4 anni sono raggiunte lunghezze di soli 13-18 cm e a 10 anni di 30-35 cm. La maturità sessuale viene raggiunta in 5-7 anni.

E' possibile che nelle nostre popolazioni, situate al limite meridionale della distribuzione della specie, la crescita sia più veloce. In ogni caso ci si devono attendere notevoli differenze nei tassi di accrescimento tra le popolazioni dei laghi alpini oligotrofici e quelle dei laghi prealpini, più temperati e con maggiore trofia. Sono note forme nane di salmerino in alcuni laghi della provincia di Trento.

Biologia riproduttiva

La stagione riproduttiva è di norma tra novembre e gennaio, ma talvolta può essere anticipata già in settembre. I maschi in riproduzione assumono una vistosa livrea.

La deposizione avviene in profondità su fondi ghiaiosi o pietrosi, dopo che la femmina ha provveduto a ripulire con colpi di coda piccole aree.

In rapporto al suo peso, ogni femmina depone da alcune centinaia fino a 5000 uova di 4-5 mm di diametro. La schiusa avviene in maggio - giugno.

Rapporti con l'uomo e status della specie

La limitata distribuzione di questa specie nelle nostre acque e la sua sensibilità alle modificazioni dell'ambiente rendono necessarie opportune misure di tutela. Particolarmente pericolosa appare l'introduzione di altri salmonidi, che inevitabilmente agiscono come competitori, nei biotopi colonizzati dal salmerino. Si deve inoltre rilevare che anche per questa specie si è spesso proceduto ad attuare pratiche di ripopolamento con ceppi non indigeni, che probabilmente hanno geneticamente modificato alcune popolazioni autoctone. Di queste ultime sarebbe opportuno svolgere un accurato censimento.

Le carni del salmerino sono considerate ottime e, malgrado la sua limitata diffusione, la specie è localmente molto ricercata dai pescatori dilettanti.

Nella considerazione che le due specie salmonicole più importanti per il lago di Misurina sono *Salvelinus alpinus* e *Salmo (trutta) trutta*, e che il primo si riproduce con discreto successo, si è ritenuto di proporre la costituzione di aree di riproduzione artificiale al fine e di agevolare ulteriormente il salmerino e di permettere la riproduzione della trota fario.

LINEE GUIDA PER IL PROGETTO

Le caratteristiche dei letti di frega riportate in bibliografia prendono in considerazione parametri come il substrato, la profondità, la velocità di corrente e le dimensioni minime di un'area di frega. Gli intervalli di misura dei vari parametri sono abbastanza ampi e dipendono dalla specie di salmonidi considerati. Si possono dividere i salmonidi in due gruppi:

- salmonidi di piccola taglia, la cui lunghezza alla maturità è minore di 35 cm;
- salmonidi di grande taglia, la cui lunghezza alla maturità è maggiore di 35 cm;

Nel primo gruppo sono comprese la trota fario, il salmerino alpino e la trota iridea. Nel secondo gruppo alcune specie del genere *Oncorhynchus* (*gorbuscha*, *keta*, *tshawytscha*).

Criteri raccomandati per interpretare l'appropriatezza dei siti di frega per salmonidi dei due tipi individuati.

	Salmonidi di piccola taglia	Salmonidi di grande taglia
Dimensioni delle particelle dominanti del substrato	8-64 mm	16-128 mm
Profondità dell'acqua	10 cm	15 cm
Velocità	Corrente	corrente
Dimensioni minime dell'area ghiaiosa	1 m ²	2 m ²

Caratteristiche del letto di frega per i salmonidi

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN'AREA DI FREGA ARTIFICIALE PER I SALMONIDI

Tutti i dati tecnici concernenti questo progetto sono visualizzabili nella cartografia specifica a cui si rimanda.

Vengono di seguito fornite in modo sistematico, alcune nozioni tecniche seguite durante la realizzazione del progetto di costituzione di aree di frega artificiali.

Il posizionamento dell'opera sarà in prossimità dell'immissario, tale scelta è stata dettata dall'esigenza di sfruttare la corrente d'acqua in quel tratto, ove, almeno in tempi lontani la trota fario andava a riprodursi.

Considerazioni generali

Nel progettare quest'opera motivata dal fatto oggettivo della mancanza di freghe di trota fario sul lago e di una discreta difficoltà da parte del salmerino alpino, si è tenuto conto principalmente di tre fattori distinti:

- il convogliamento della risorsa idrica nell'immissario in una direzione controllata;
- la forma del fondo dell'area artificiale in leggera pendenza al fine di evitare il congelamento nelle porzioni a minor battente idraulico ed allo stesso tempo di permettere la deposizione nelle aree più profonde anche in caso di congelamento degli strati superficiali delle acque.
- la creazione di una vasca a monte con funzione di trattenimento del materiale inerte onde evitare il suo inquinamento dei letti di frega, quest'opera necessita di manutenzione periodica in funzione del proprio grado di riempimento.

Per realizzare l'area di frega artificiale per i salmonidi si sono previsti una serie di interventi così riassumibili:

1- Rettifica del profilo del fondo

Dimensioni: ~ 2000 m²
Spessore: 40 - 50 cm
Funzione: predisporre i letti di cui ai punti successivi

2- Formazione di una vasca impermeabilizzata a monte dell'intervento

Tale opera avrà le seguenti caratteristiche:
Dimensioni: - superficie ~ 400 m²
- profondità 60 cm
Funzione: - raccolta del materiale di trasporto solido dal fondo
- decantazione dei solidi sospesi
Briglia in legno con gaveta: - per sfioro delle acque e trattenimento degli inerti da monte.

3 - Disposizione di un letto profondo a granulometria grossolana

Dimensioni: - superficie ~ 1.600 m²
- spessore ~ 25 cm
- disposizione sulla superficie di scavo
Funzione: - permettere il buon funzionamento dei moti di infiltrazione del fondo
- Permettere la deposizione delle uova dei salmonidi maggior taglia anche in caso di congelamento della superficie.

4 - Disposizione di uno strato di granulometria media

Dimensioni: superficie ~ 700 m²
Spessore: ~ 25 cm
Disposizione: sopra lo strato grossolano
Funzione: permettere la deposizione delle uova dei salmonidi di taglia intermedia anche in caso di congelamento della superficie.

5 - Costruzione di aree di frega preferenziate

Dimensioni: superficie ~ 380 m²
Spessore: ~ 25 - 50 cm
Disposizione preferibile: concavità delle anse sopra i letti dei punti 2 e 3.
Funzione: permettere la deposizione in caso di scarso o nullo congelamento delle acque, da parte dei salmonidi di tutte le taglie
Esaltazione dello sfruttamento delle correnti idriche ascendenti verticali che notoriamente posseggono ottima ossigenazione.

Piano economico

a) Lavori a base d'asta	£ 60.437.500
b) Servitù	-
c) Spese tecniche incluso 2%	£ 9.000.000
d) IVA 20% su c)	£ 1.800.000
e) IVA 10% su a)	£ 6.043.750
f) Imprevisti e arrotondamenti	£ 2.718.750
g) Totale b) + c) + d) + e) + f)	£ 19.562.500
h) Totale a) + g)	£ 80.000.000

Lo studio è stato realizzato da:

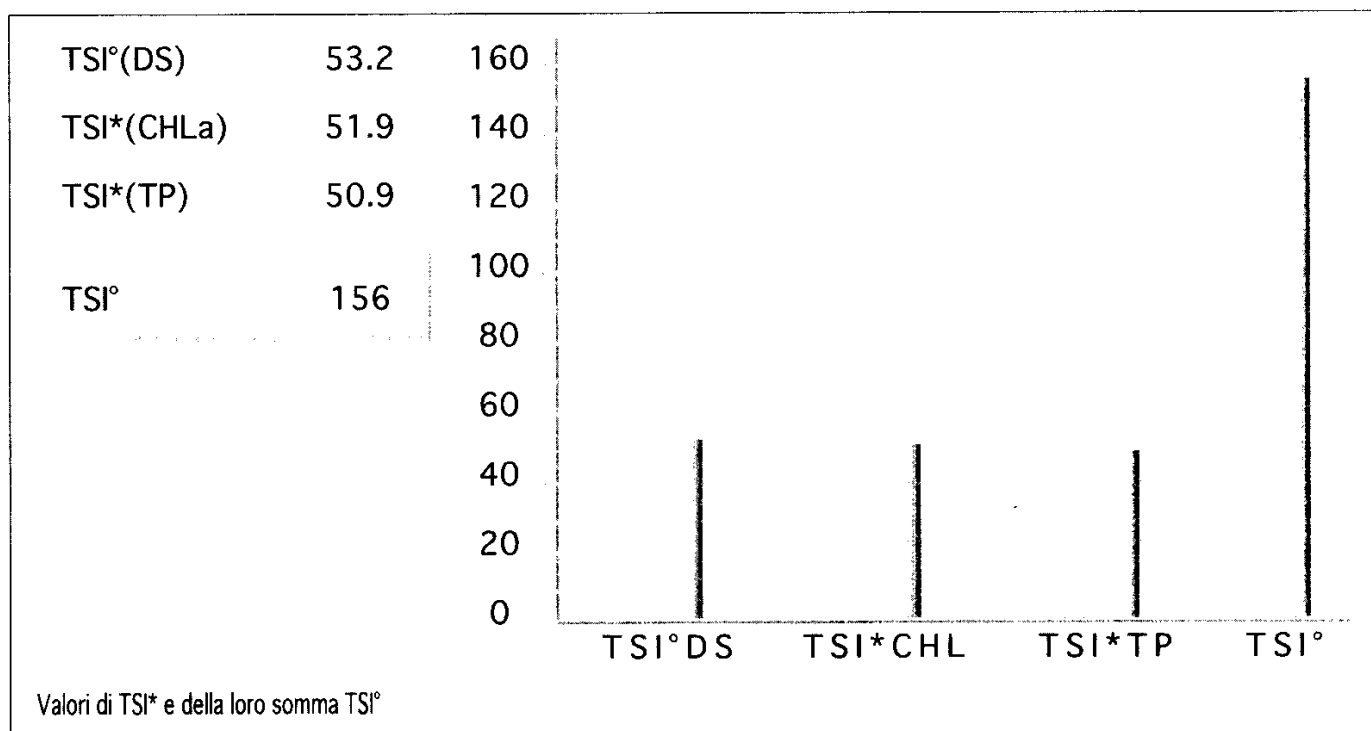
Coordinatore e responsabile scientifico della ricerca - *Dr. Marco Zanetti (biologo)*
Gruppo di lavoro - *Dr. Marco Zanetti, Dr. Maurizio Siligardi, Ing. Paolo Rui, Dr. Paolo Turin, Ing. Michele Del Favero, Dr.^{ssa} Barbara Grava Vanin, Dr.^{ssa} Maria Fabiana Bilò, Dr.^{ssa} Valeria Rossi e Dr.^{ssa} Annamaria Tomasi.*

CONCLUSIONI

Il lago di Misurina, dal punto di vista idrobiologico, è condizionato dalla scarsa profondità delle sue acque, dall'altitudine e dalla presenza di nutrienti come N e P. Tali condizioni da un lato favoriscono un rallentamento dei processi trofici evolutivi e dall'altro una spinta verso una condizione di trofia più elevata (eutrofia). Le condizioni algali dimostrano delle presenze tipiche di laghi eutrofici come l'Oscillatoria che però non sono confortate dalle analisi di clorofilla e di trasparenza che invece tenderebbero a qualificare il lago come meso-oligotrofico, come in effetti dovrebbe essere.

La trasformazione dei parametri indicatori di trofia in indici TSI* (Trophic State Index) favorisce la comprensione della situazione idrobiologica del lago in una unica soluzione.

I valori di TSI* riferiti ai singoli parametri medi, Disco Secchi (DS), contenuto di clorofilla nelle acque (CHLa) e presenza di fosforo totale (TP), sono riportati nella seguente tabella e figura.



Il valore somma (TSI°) assume carattere diagnostico della qualità, infatti in funzione del valore di TSI° si può definire la condizione di trofia in quattro classi di qualità come si desume dalla tabella seguente:

Dalla figura precedente si può notare che il lago presenta un TSI° pari a 156, da cui deriva un giudizio di piena mesotrofia.

Il lago perciò è da considerarsi in equilibrio delicato in quanto fornisce indicazioni contraddittorie; se da un lato è da considerarsi in buona salute per quanto riguarda il contenuto di clorofilla e per la trasparenza delle sue acque, non altrettanto si può dire per la presenza di fosforo e di specie indice fitoplanctoniche. Questo induce a pensare che il lago sia soggetto a spinte verso l'eutrofia determinate dai nutrienti, che

favoriscono lo sviluppo di alghe ed iperossigenazione delle acque, bilanciate dallo scarso riscaldamento generale e dal rallentamento del metabolismo biologico per gran parte dell'anno, e probabilmente anche da un tempo di rinnovo delle acque abbastanza veloce.

Appare chiaro che la situazione di oligotrofia cui dovrebbe tendere un lago come questo è già parzialmente compromessa, la condizione di mesotrofia attuale dovrebbe perlomeno essere assicurata e bloccata, agendo sulla riduzione dei nutrienti in entrata e sui residui nei sedimenti.

Altro aspetto fondamentale da non sottovalutare è il grave squilibrio nella comunità macrofittica presente nel lago che, influenzata soprattutto dalla massiccia presenza della specie *Elodea canadensis*, risulta oltremodo preoccupante.

Tali problematiche erano già riportate nelle conclusioni della precedente relazione dal titolo "Censimento e mappaggio delle macrofite acquatiche del lago di Misurina - 1996".

La scelta di asportare tramite taglio e stivaggio le macrofite acquatiche è a questo punto più che opportuna anche in considerazione di quanto precedentemente affermato sullo stato di trofia delle acque.

	TSI°
OLIGOTROFIA	< 135
MESOTROFIA	135-190
EUTROFIA	190-240
IPERTROFIA	> 240

Per andare incontro ad una risoluzione di questo, che è attualmente il problema emergente del lago di Misurina forniamo una serie di dettagli ecologici ed etologici riguardanti le macrofite acquatiche ed in generale sulla peste d'acqua.

PESTE ACQUATICA

La peste acquatica può essere rappresentata da alghe, macrofite sia radicate che non, invertebrati e vertebrati. Questi organismi possono essere definiti "peste" quando interferiscono con gli usi economici, ambientali o ricreativi di un corpo d'acqua. L'interferenza può prendere la forma di un'alga invisibile, di uno sviluppo eccessivo di piante acquatiche che impediscono le attività natatorie e la navigabilità, o di popolazioni di carpa che dominano le aree poco profonde di un lago e rovinano l'habitat per specie ittiche più desiderabili. La gestione di questi fenomeni è differente perché, mentre le tecniche sono simili, i piani di gestione e gli scopi sono differenti per ogni corpo idrico a causa della peculiarità di ognuno.

Gli scopi primari per la gestione della peste acquatica potrebbero includere inibizione degli usi ricreativi, la migliorata apparenza e il ripristino di un habitat.

Bisogna quindi prima di tutto conoscere:

- ✓ se un organismo è una turbativa,
- ✓ la probabile causa della comparsa di questo fenomeno di disturbo,
- ✓ il ciclo vitale della peste,
- ✓ a quale stadio di vita la peste è suscettibile alle strategie di gestione.
- ✓ le varie tecniche di gestione, inclusi i pesticidi, adatte agli usi acquatici,
- ✓ le reazioni delle specie che non sono bersaglio,
- ✓ le condizioni di cambiamento dell'ambiente acquatico nel quale si sta lavorando.

Condizioni per la crescita delle piante acquatiche

La vegetazione acquatica è la turbativa più comunemente trattata nei programmi di gestione. I due più importanti fattori che promuovono la crescita della vegetazione acquatica sono la luce solare e i nutrienti; in subordine intervengono la temperatura ed il substrato stabile del fondale. Pertanto il potenziale di un corpo idrico di sviluppare un problema con le piante acquatiche può essere stimato valutando la disponibilità di ognuno dei fattori che regolano la crescita.

Negli habitat acquatici la profondità di penetrazione della luce generalmente determina la massima profondità alla quale le piante sommerse possono crescere. Le macrofite non crescono in acque troppo torbide o con profondità tali da non potervi penetrare la luce. Tuttavia riescono a crescere a intensità luminose anche molto basse.

Nel lago di Misurina, salvo rare eccezioni, la visibilità è fino al fondo, pertanto ben poche porzioni di lago sono inibite alla crescita delle macrofite.

La zona fotica è la porzione di corpo idrico nella quale abbastanza luce può penetrare e supportare la crescita delle piante. In stagni salati la zona fotica può essere solo di pochi centimetri, in corpi idrici molto trasparenti può estendersi fino a 10 metri o più.

Ricordiamo che la trasparenza è influenzata dalla durezza dell'acqua. La durezza è una misura di ioni calcio, magnesio, ferro e stronzio dissolti. Questi ioni possono legarsi con le particelle sospese come argilla o materiale organico e causarne la precipitazione. La precipitazione rimuove le particelle che normalmente riducono la penetrazione della luce

Acque poco dure, acide, con basse concentrazioni di calcio e magnesio sono spesso caratterizzate da sostanze organiche sospese che impediscono la penetrazione della luce.

La durezza si esprime in ppm di CaCO_3 . Acque dure (60 - 75 ppm) tendono ad essere più limpide e quindi più ricche di piante di acque morbide.

I nutrienti

L'introduzione di una grande quantità, di origine non naturale, di nutrienti e sedimenti nelle acque è il primo fattore che accelera il deterioramento di un lago.

I maggiori quantitativi di nutrienti derivano dall'attività umana; tra questi il fosforo, derivato dai fertilizzanti, e le acque di scarico.

Piante come il fitoplancton, le alghe filamentose, e le piante galleggianti ottengono il nutriente direttamente dall'acqua. Le piante radicate direttamente dai sedimenti.

E' infatti possibile avere densa crescita di piante sommerse in acque trasparenti e pulite che non hanno alte concentrazioni di nutrienti ma che le hanno nei sedimenti.

I nutrienti possono entrare nei sistemi acquatici attraverso le piogge, i corsi d'acqua, le sorgenti, da acque dei suoli e scarichi da aree urbane e rurali. L'area da cui derivano queste fonti è detta bacino imbrifero. Più grande è il bacino maggiore è la quantità di nutrienti che si deposita nei corpi idrici e quindi maggiore il potenziale di produrre piante acquatiche.

Gli scarichi sono il maggior contribuente del carico organico delle acque superficiali. Non è difficile vedere la prolifica crescita di piante ed alghe in sponde poco profonde dove il carico nei sedimenti è grande. I nutrienti derivati da acque reflue, attività agricole ecc. vengono utilizzati dalle alghe e dalle piante acquatiche e favoriscono un'eccessiva crescita. Quando le piante muoiono si decompongono sul fondo e ciò

contribuisce ad arricchire i sedimenti del fondo (idrosuolo) e a formare concime organico. La decomposizione abbassa l'ossigeno disciolto e ciò può comportare anossia e morte di pesci.

Nel lago in questione sembra proprio essere questo il problema, considerando che da anni i reflui non finiscono più nel lago, ad esclusione di un unico scarico in destra idrografica posto in corrispondenza di Col S. Angelo, che andrebbe bonificato al più presto.

Come si è visto nelle conclusioni relative al censimento e monitoraggio delle macrofite, la specie preponderante è rappresentata dall'*Elodea canadensis* che occupa il 70% dello specchio lacustre.

Essa è una macrofita appartenente alla famiglia delle Hydrocharitaceae. E' una specie dioica, con fiori femminili e maschili portati in piante diverse. In Europa le piante maschili sono molto rare.

Le piante vivono sommerse, hanno uno stelo sottile e ramificato lungo anche fino a 2-3 metri, con foglie in gruppi attorno allo stelo; le foglie sono piccole, glabre e traslucide, di color verde scuro e dai margini con microscopiche dentellature; sono raggruppate in verticilli di tre verso la fine dello stelo, dove avviene la crescita. Le foglie più vecchie muoiono e si staccano dagli steli più bassi.

I fiori hanno i petali e la superficie interna dei sepali di color bianco traslucido. Il calice è formato da tre sepali, la corolla da tre petali. I fiori femminili sono solitari in vicinanza dell'apice del germoglio, vengono portati su peduncoli fluttuanti lunghi da 2 a 15 cm e restano natanti sulla superficie dell'acqua. I sepali sono verdi, con macchie cremisi sulla faccia esterna; nei giovani fiori gli stammi, di colore rosso, sono arrotolati.

Elodea canadensis, come suggerisce il nome, proviene dal Canada, ed è stata introdotta in Europa, e precisamente in Irlanda, nel 1834 e solo con esemplari femminili. Questi per frammentazione si sono propagati in acque a decorso lento in tale abbondanza da divenire invasive e ostacolare il flusso dei fiumi e le attività di pesca. Già nel 1842 tale specie si dimostrò altamente invasiva, tuttavia i botanici inglesi agevolarono il progresso di questa pianta immettendola in un acquario del Giardino Botanico di Oxford, ma purtroppo una diffusione accidentale in fossi e stagni portò alla proliferazione anche nel Tamigi, con gravi problemi di deflusso delle acque, di circolazione e di danni alle attività.

Tuttavia nel 1870 l'espansione di questa pianta terminò senza alcun motivo apparente. Oggi *Elodea c.* è presente ovunque, in stagni, torrenti, fiumi, laghi, soprattutto nelle regioni settentrionali ed ha raggiunto un tale livello di proliferazione ed invasione da essere definita volgarmente "peste d'acqua". La specie rinvenuta nel lago di Misurina si è rivelata notevolmente invasiva, avendo occupato circa il 70% dello specchio lacustre.

Elodea c. è stata rinvenuta associata a specie algali come *Spirogyra sp.* e *Cladophora sp.* (Chlorophyceae), a Cyanophyceae, Diatomeae e batteri. La sua distribuzione all'interno del lago è pressoché ubiquitaria. La sua presenza in condizioni normali fornisce riparo alle specie ittiche e fornisce un sostegno per gli insetti utilizzati dai pesci come cibo. Tuttavia quando la sua presenza diventa massiva, come nel lago di Misurina, essa diventa un vero fattore limitante. *Elodea* cresce meglio in sedimenti soffici e acque fredde. In condizioni di crescita eccezionale la sua proliferazione può essere controllata con erbicidi acquatici o con lo sfalcio. Per effettuare il trattamento con sostanze chimiche bisogna attendere la maturità delle piante che avviene in primavera o mezza estate.

Trattamenti fisici come lo strappo manuale, il rastrellamento, il dragaggio, la setacciatura del fondo sono metodi efficaci se i residui vegetali vengono rimossi dall'acqua per prevenire la rigenerazione di nuove piante dai frammenti. Per tale motivo si è optato per l'acquisto di un idoneo mezzo per lo sfalcio delle macrofite che ne permettesse anche lo stivaggio e quindi la completa asportazione dallo specchio lacustre.

Controllo preventivo

Questa operazione ha tre maggiori obiettivi:

- ✓ prevenire la diffusione delle piante,
- ✓ eliminare la fonte di nutrienti che sostengono la crescita,
- ✓ approfondire o aumentare la pendenza delle aree poco profonde dove crescono le piante.

Le piante acquatiche compaiono velocemente in nuovi laghi o stagni anche se questi sono isolati da altri corpi idrici. Le spore algali possono essere portate dal vento. Le piante si propagano con spore, semi, tuberi e frammenti di piante che possono essere trasportati sulle zampe o le penne degli uccelli acquatici o sulla pelliccia di animali. Anche le persone possono essere responsabili del movimento delle piante acquatiche, propagandole con barche o rimorchi per barche, usando piante per impacchettare i pesciolini usati come esca o per i vermi. E' impossibile prevenire il movimento degli animali o del vento, ma quello delle persone si. Nel lago di Misurina il fenomeno dell'esplosione delle macrofite è avvenuto all'inizio degli anni '90. La causa, anche se non del tutto certa, nella constatazione oggettiva che anche nel lago di Antorno si è verificato questo fenomeno e da ricercarsi nell'immissione in quest'ultimo lago di specie ittiche che hanno veicolato spore o semi.

Controllo dei nutrienti

L'accumulo di nutrienti causa produzione di alghe e piante e quindi porta all'invecchiamento e deterioramento dell'ecosistema lacustre, questo processo è detto eutrofizzazione. P e N sono i maggiori responsabili e derivano da molte fonti, ma la più comune sono gli scarichi puntiformi.

Per attuare questo controllo si dovrà eseguire la parte del progetto che riguarda appunto lo studio sui carichi dei nutrienti che afferiscono al lago.

Controllo meccanico

Includono: strappo manuale, rastrellamento, uso di attrezzature meccaniche

Lo strappo può essere efficace ma è molto laborioso e dispendioso in termini di tempo. L'attrezzatura meccanica include una varietà di draghe e taglia erbe.

Il dragaggio è un efficace metodo di controllo ma è costoso e spesso necessita di essere ripetuto ogni 3 - 4 anni, inoltre può provocare ingenti danni alle biocenosi acquatiche

I taglia erbe tagliano la vegetazione sotto la superficie acquatica, essi rimuovono spesso anche il materiale tagliato dal corpo idrico. Il taglio ha dei vantaggi, tutti i tipi di vegetazione, anche le alghe filamentose, vengono tagliate e rimosse. Le macchine che non raccolgono le piante non sono raccomandate perché le parti tagliate possono vivere per lunghi periodi e svilupparsi nuovamente invadendo l'area. I frammenti inoltre possono ammassarsi sulle rive e creare altri problemi.

La raccolta delle piante invece previene la loro decomposizione nell'acqua. Si riduce così il rischio di morie ittiche in seguito al soffocamento causato dalla mancanza di ossigeno.

Il taglio meccanico deve essere fatto più volte nella stagione perché le parti tagliate continuano a crescere.

Il collocamento delle piante tagliate

Deve essere disponibile un luogo di scarico dal quale la vegetazione non possa dilavare nel lago. La vegetazione raccolta può essere usata come fertilizzante per giardini o campi, come nutrimento per bestiame o fonte di metano.

Lo svantaggio del taglio è la non selettività, tutte le piante vengono tagliate e spesso quelle meno desiderabili, dopo alcuni tagli, sono quelle che rimangono e predominano. Inoltre anche i piccoli organismi e i pesci che vivono tra le piante sono vittime dello sfalcio.

Infine quello che rimane dopo lo sfalcio può rilasciare nutrienti nell'acqua, non è inconsueto infatti che la trasparenza delle acque diminuisca subito dopo lo sfalcio a causa della sospensione dei sedimenti o per i bloom algali. Tuttavia sono fenomeni temporanei che si risolvono in pochi giorni.

L'abbassamento invernale è efficace per molte piante sommerse e radicate fluttuanti. Questa tecnica prevede l'esposizione delle aree poco profonde all'essiccamento e al ghiaccio. L'abbassamento può essere effettuato con strutture costruite per controllare il flusso dell'acqua, l'installazione di sistemi sifonanti per abbassare il livello o naturalmente come risultato del recedere della linea di costa durante i periodi di basse precipitazioni. Uno dei benefici dell'abbassamento parziale è di concentrare i pesci in un'area piccola e profonda lontana dalla zona poco profonda delle piante.

La concentrazione consente una più efficace predazione da parte dei grandi pesci sui piccoli e questo potrebbe significare un miglioramento della qualità ittica. Un altro beneficio è dato dall'essiccamento e il consolidamento dei sedimenti e quindi il lieve approfondimento del corpo idrico.

L'abbassamento può ristrutturare la composizione della flora acquatica, potrebbero in seguito predominare piante native dell'area.

Tuttavia questa operazione può inibire la riproduzione delle specie ittiche, favorendo la moria delle uova deposte. Anche la copertura del fondo con plastica nera o altri materiali che non permettono la penetrazione della luce può essere un sistema di controllo su piccola scala, soprattutto per le aree utilizzate per le imbarcazioni. Questi sono chiamate barriere benthiche. La miglior barriera è permeabile ai gas e opaca e non può essere penetrata da radici di piante o vegetazione. Tuttavia possono provocare problemi legati alla fauna iporreica e ai flussi d'acqua sotterranei.

Coloranti non tossici che agiscano come schermi per la luce possono essere usati per inibire la crescita di piante sommerse. Il colorante blu assorbe la luce usata dalle piante per la fotosintesi. La concentrazione di colorante deve essere mantenuta durante tutta la stagione di crescita, quindi vengono utilizzati soprattutto in stagni senza emissari.

Devono inoltre essere applicati in primavera prima che le piante emergano, una volta che hanno raggiunto la superficie il colorante ha poca efficacia.

L'aerazione può controllare le alghe ma non le macrofite e se eseguita non correttamente può far aumentare le alghe. L'aerazione favorisce infatti la crescita algale in quanto porta i nutrienti intrappolati nelle acque più fredde e profonde in superficie, causando bloom algali.

I benefici di tale tecnica non sono ben dimostrati, di sicuro un beneficio deriva dal fatto che la mancanza di ossigeno durante l'estate o l'inverno viene prevenuta, e così anche le morie di pesci. In laghi profondi e termicamente stratificati tale metodo, unito alla destratificazione, ha ridotto la produzione di alghe fitoplanctoniche e portato alla diminuzione delle alghe blu verdi e all'aumento di specie più desiderabili. La destratificazione può alterare infatti la concentrazione di gas e nutrienti nella colonna d'acqua.

Bio-manipolazione

Il controllo biologico comprende strategie che introducono o favoriscono la produzione di organismi tendenti a limitare la specie considerata una turbativa.

Consiste nell'introdurre, incoraggiare o aumentare artificialmente piante e animali che siano parassiti o predatori della peste.

Il controllo biologico è usato soprattutto per gli insetti, gli acari e alcune piante in ambiente terrestre. La gestione della peste acquatica in Florida si è rivelata, a detta loro, un successo che si è ottenuto introducendo

insetti, lumache, anatre e carpe che fornivano vari livelli di controllo delle erbe acquatiche. I pesci erbivori come la tilapia (*Sarotherodon*) e la carpa erbivora o l'amur bianco sono stati utilizzati ma il loro uso non è permesso in tutti gli stati per alcuni svantaggi che ne derivano.

La carpa erbivora è strettamente vegetariana e si nutre di alghe filamentose, *Chara*, erbe sommerse, mentre non mangia generalmente le erbe emergenti e flottanti. Non è selettiva nel tipo di piante mangiate e non ha limiti nella quantità di consumo non appena la popolazione cresce. A causa di ciò è difficile stabilire la quantità da seminare. Un numero limitato di carpe può devastare un ambiente acquatico mangiando troppa vegetazione. Alcuni stati americani introducono carpe triploidi e quindi sterili. Tuttavia la troppa vegetazione consumata può essere rimpiazzata da alghe planctoniche che questi pesci però non mangiano.

La biomanipolazione di un sito acquatico è l'alterazione della catena trofica per favorire le attività biologiche. Ad esempio se l'efficacia o il numero di organismi che si nutrono di alghe planctoniche fastidiose viene aumentato, i livelli di alghe diminuiranno. Si può manipolare la catena trofica aumentando lo zooplancton che si nutre del fitoplancton. Questa operazione può richiedere la rimozione del pesce dal lago e poi la reintroduzione con specie appropriate.

I luoghi adatti per queste applicazioni sono i piccoli laghi e gli stagni, per cui potrebbe essere usata anche nel lago di Misurina.

Utilizzo di erbicidi

La formula di un erbicida consiste di una componente attiva organica (contenente carbonio) o inorganica, un supporto inerte ed additivi.

Gli erbicidi usati negli USA sono più di 200, ma solo 10 vengono utilizzati in ambiente acquatico, questo sia a causa della particolarità di questi ambienti sia per i rischi tossicologici.

Devono infatti essere assorbiti velocemente dalle piante e in quantità sufficiente da essere tossici per le piante ma avere bassa tossicità per l'uomo e altri organismi acquatici.

Selezione degli erbicidi

- ✓ identificazione delle piante
- ✓ uso delle acque da trattare
- ✓ scopi delineati nella gestione del lago
- ✓ tempo di trattamento
- ✓ caratteristiche dell'acqua: temperatura, CaCO_3 . Alcalinità, OD, flusso
- ✓ metodi di applicazione
- ✓ probabilità di ritrattamento entro lo stesso anno
- ✓ impatto su animali e piante non bersaglio
- ✓ condizioni meteorologiche
- ✓ costi
- ✓ permessi dagli appositi enti

Rappresentazione diagrammatica di come può essere applicata una strategia di intervento per contenere o sradicare alcune specie di piante e ripristinarne altre.

- ✓ Dragare le aree poco profonde
- ✓ sfalcio e raccolta meccanica
- ✓ effetti dell'abbassamento invernale
- ✓ carpa erbivora
- ✓ tecniche di aerazione per ridurre le alghe
- ✓ barriere bentoniche
- ✓ coloranti non tossici
- ✓ erbicidi

Alla luce di tutto questo, si propone di attuare un piano di taglio per le macrofite acquatiche ed eventualmente provare una delle tecniche sopra menzionate.

I problemi più pressanti per il lago sono a questo punto:

- ✓ il controllo della trofia delle proprie acque;
- ✓ il contenimento della biomassa macrofita;
- ✓ una corretta gestione della fauna ittica;
- ✓ un più opportuno sfruttamento dal punto di vista eco-turistico.

Andrà perciò continuato lo studio sulla falsariga del progetto di massima, auspicando che anche da parte della Regione Veneto e del Ministero dell'Ambiente vi sia un sostanziale contributo per la salvaguardia di questo biotopo unico.

BIBLIOGRAFIA

- A.A.V.V. (1972-1982): "Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane." Collana del Progetto Finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente." Coord. Ruffo S. C.N.R. AQ/1/1-123.
- A.A.V.V. (1993): Aquatic pest management a training manual for commercial pesticide applicators (category 5). Extension Bulletin E-2437 (Replaces E- 2051).
- CAMPAIOLI S., GHETTI P.F., MINELLI A., RUFFO S. (1994): Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Vol. I - Provincia Autonoma di Trento.
- CARLSON R., (1977). - A Trophic State Index for Lakes. *Limnol. Oceanogr.*, 22: 361-369.
- CHIAUDANI G., VIGHI M. (1974)- The N:P ratio and tests with *Selenastrum* to predict eutrophication in lakes. *Water Res.* 8: 1063-1069.
- FASSET N.C. (1940). A manual of aquatic plants. McGraw - Hill Book Company, Inc. New York & London.
- GALANTI G. GUILIZZONI P., LIBERA V. (1990). Biomanipulation of lago di Candia (Northern Italy): a three - year experience of aquatic macrophyte management. *Hydrob.* 200/201: 409-417.
- GALANTI G., GUILIZZONI P. (1986). L'asportazione stagionale di biomassa vegetale come tecnica ambientale per il recupero della qualità dei laghi. Atti del VII Congr. AIOL Trieste 11 - 14 giugno 1986, pp 319 - 324.
- HYNES, H.B.N. (1970): " The ecology of running waters",. Liverpool University Press.
- IRSA (1982) - L'eutrofizzazione dei bacini lacustri italiani (a cura di G.Chiaudani e M.Vighi). *Acqua-Aria*, 4:361-378
- IRSA - CNR (1995): Indice Biotico Esteso (P.F. Ghetti) - Notiziario dei metodi analitici. ISSN:0392-1425.
- O.E.C.D.- O.C.S.E. (1982): Eutrophication of water, monitoring, assessment and control. Organization for Economic Cooperation and Development. Paris 150 pp.
- ORSOMANDO E., PEDROTTI F. (1986). Le praterie galleggianti a *Carex pseudocyperus* L. di alcuni laghi dell'Italia centrale. *Riv. Idrobiol.* 25:1-3 pp 87 - 103.
- PREMAZZI G., CHIAUDANI G., (1992) Current Approaches to Assess Water Quality in Lakes. Atti del convegno River Water Quality, Ecological assessment and Control. CEE Bruxelles.
- PRESCOTT G.W. (1969). The aquatic plants. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa.
- SCHUETT-HAMES D. e PLEUS A. (1996): Literature review & monitoring recommendations for salmonid spawning habitat availability. Northwest Indian Fisheries Commission. TFW-AM-9-96-002.
- SMITHS P (1996): Minerva lake . About Minerva lake. Recreational use. Loss of recreational potential. Development of integrated plant management plan. Assessment of Winter level drawdown al Minerva lake.
- VERNAUX J., TUFFERY G. (1982): "Una méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Indice biotique ". *Annales scientifique de l'Université de Besancon*, 3, pp. 79-89.
- WOODIWISS F. S. (1980): "Biological water assessment". Nottingham - Ambrigid Report of Working Group of Experts. Commission of European Communities, ENV/461/80.
- ZANETTI M. , TURIN P. (1989) : "Mappaggio biologico dei bacini" In: "Territorio ed Ambiente in Provincia di Belluno" . Ed. Amministrazione Provinciale di Belluno. pp. 61-81.
- ZANETTI M. , LORO R. , TURIN P., RUSSINO G. (1993): "Carta Ittica. Indagine idrologica, chimico-fisica e biologica delle acque fluenti bellunesi". Ed. Amministrazione Provinciale di belluno - Assessorato Caccia e Pesca.
- ZANETTI M. , LORO R. , TURIN P. , SILIGARDI M., MORONI F. (1990): "Il lago di Alleghe - studi limnologici". Relazione tecnica. Amministrazione Provinciale di Belluno-Assessorato Agricoltura, Caccia e Pesca.
- ZANETTI M. , LORO R. , TURIN P. , SILIGARDI M., MORONI F. (1990): "Il lago di Cadore - studi limnologici". Relazione tecnica. Amministrazione Provinciale di Belluno-Assessorato Agricoltura, Caccia e Pesca.
- ZANETTI M. , LORO R. , TURIN P. , SILIGARDI M., (1990): "Il lago di Corio - studi limnologici". Relazione tecnica. Amministrazione Provinciale di Belluno-Assessorato Caccia e Pesca.
- ZANETTI M. , LORO R. , TURIN P. , SILIGARDI M., (1993): "I laghi di Santa Croce e Santa Caterina - studi limnologici". Relazione tecnica. Amministrazione Provinciale di Belluno-Assessorato Caccia e Pesca
- ZANETTI M. , LORO R. , TURIN P. , SILIGARDI M., (1993): "Il lago di Santa Croce - studi limnologici". Ed. Amministrazione Provinciale di Belluno-Assessorato Caccia e Pesca, A.P.S. bacino di pesca n° 7 Alpago. 102 pp.
- ZANETTI M. , LORO R. , TURIN P., (1994): Monitoraggio delle acque della provincia di Belluno -1994. Relazione tecnica. Amministrazione Provinciale di Belluno-Assessorato caccia, pesca e tutela delle acque.
- ZANETTI M. , LORO R. , TURIN P., SILIGARDI M., (1995): La qualità biologica delle acque della provincia di Belluno. Amministrazione Provinciale di Belluno-Assessorato caccia, pesca e tutela delle acque. 16 pp.
- ZANETTI M. , TURIN P., LORO R. , SILIGARDI M. (1995): Monitoraggio delle acque della provincia di Belluno -1995. Amministrazione Provinciale di Belluno-Assessorato caccia, pesca e tutela delle acque.16 pp.
- ZANETTI M., LORO R. (1989). Il lago di Misurina: studio per la valutazione dello stato qualitativo.
- ZANETTI M., LORO R., SILIGARDI M. (1990). Indagine idrobiologica preliminare sul lago di Misurina (Belluno). *Riv. Idrobiol.* 29:3 pp 861 - 869.
- ZANETTI M. e ALTRI (1996): Il lago di Misurina - Censimento e mappaggio delle macrofite acquatiche. Bacino di pesca n°2 "Ansei". 28 pp.