



Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

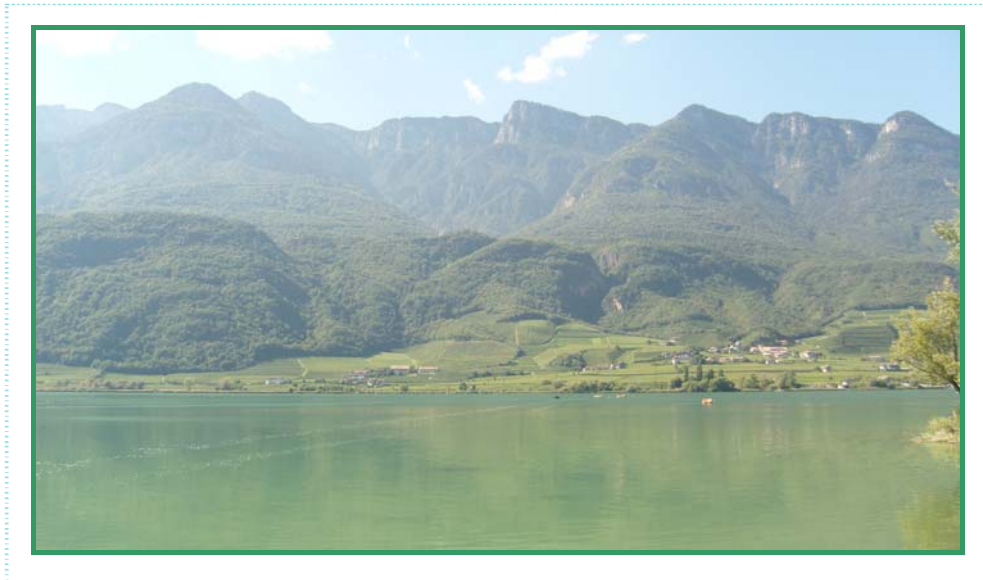
Verbania Pallanza

---

# R E P O R T

CNR-ISE, 06.10

## **LO STATO DELLA FAUNA ITTICA DEL LAGO DI CALDARO (BZ)**



Pietro Volta

2010

Convenzione tra CNR ISE e Provincia Autonoma di Bolzano - Dipartimento Foreste

*In copertina: immagine del Lago di Caldaro*

# INDICE

<b>1. NOTE INTRODUTTIVE</b> .....	Pag.	5
<b>2. MATERIALI E METODI</b>		
2.1. Metodologia di campionamento .....	Pag.	5
2.2. Rilievo dei parametri morfometrici ed analisi dei dati .....	Pag.	7
2.3. Analisi dello stato di qualità della fauna ittica mediante il <i>Lake Fish Index (LFI)</i> .....	Pag.	8
<b>3. RISULTATI</b>		
3.1. Metodologia di campionamento .....	Pag.	9
3.2. Composizione e struttura della comunità ittica .....	Pag.	11
3.3. Struttura di taglia ed accrescimento delle specie principali.....	Pag.	11
3.4. Parametri biologici utili alla definizione di misure gestionali delle popolazioni delle specie principali .....	Pag.	14
3.5. Analisi dello stato di qualità della fauna ittica mediante il <i>Lake Fish Index (LFI)</i> .....	Pag.	15
<b>4. DISCUSSIONE</b>		
4.1. Il quadro limnologico complessivo del Lago di Caldaro e il ruolo della fauna ittica nei processi ecologici degli ecosistemi acquatici .....	Pag.	16
4.2. Indicazioni gestionali .....	Pag.	21
<b>5. CONCLUSIONI</b> .....	Pag.	24





La casa di pesca dell'Associazione *Pescatori del Lago di Caldaro*

---

Hanno collaborato alla fase di campo e/o di laboratorio: Dott. Giorgio Carmignola, Sig. Hannes Grund, Sig.na Eisenstecken Katrin, Sig. Clementi Thomas, Sig. Stadler Martin, Sig. Springeth Andreas, Sig. Trafoier Martin, Dott. Paolo Sala, Sig. Igorio Cerutti, Sig.ra Claudia Parravicini, Sig. Matteo Vignati.

### ***Ringraziamenti***

*La presente relazione si basa su dati di campo acquisiti grazie al lavoro di un team esperto formato dal personale del CNR-ISE e del servizio Caccia e Pesca della Provincia di Bolzano.*

*Il lavoro tuttavia sarebbe stato molto più difficile senza la collaborazione dell'Associazione Pescatori Lago di Caldaro che ha messo a disposizione le strutture per il ricovero della strumentazione (casa di pesca – in foto) e le imbarcazioni per il lavoro di campo. Al Sig. Presidente e tutti gli associati va un sentito ringraziamento.*

*Si ringrazia anche il Laboratorio Biologico di APPA Bolzano, in particolare la Dott.ssa Bertha Thaler e il dott. Danilo Tait, per aver messo a disposizione i dati relativi alle indagini limnologiche relative al Lago di Caldaro.*

## 1. NOTE INTRODUTTIVE

La presente relazione si propone di analizzare lo stato della fauna ittica del Lago di Caldaro (BZ), attraverso le informazioni acquisite con un campionamento intensivo effettuato nel corso del mese di settembre 2010 e attraverso le informazioni fornite dall'Ufficio Pesca della Ripartizione Foreste della Provincia autonoma di Bolzano.

I risultati sono commentati anche alla luce del quadro limnologico generale del corpo idrico quale risulta dalle indagini del Laboratorio Biologico di APPA Bolzano e nonché delle recenti normative relative alla qualità ed allo stato ecologico dei corpi idrici superficiali (EU 2000, D.M. 56/2009).

Nel corso della trattazione saranno affrontati brevemente i seguenti argomenti:

- La metodologia di campionamento
- La composizione e la struttura della comunità ittica del Lago di Caldaro
- La struttura di popolazione delle principali specie ittiche
- Struttura di taglia ed età delle principali specie ittiche
- Definizione dei parametri biologici delle specie catturate utili allo sfruttamento sostenibile degli *stock*
- Analisi dello stato di qualità della fauna ittica mediante l'indice sintetico *Lake Fish Index (LFI)* ai fini della classificazione dello stato ecologico del Lago di Caldaro
- Discussione dei risultati e considerazioni di carattere gestionale alla luce del quadro limnologico complessivo.

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1. Metodologia di campionamento

Il campionamento della fauna ittica è stato effettuato utilizzando due sistemi di cattura: reti multimaglia ed elettropesca.

La scelta di utilizzare due metodi di campionamento risiede nel fatto che non esiste un metodo esaustivo e capace di fornire tutte le informazioni necessarie ad una analisi dello stato delle comunità ittiche in un bacino lacustre. Ogni metodo si focalizza su alcuni aspetti e solo un'integrazione tra metodi complementari può permettere di fornire un quadro sufficientemente dettagliato dello stato di una comunità ittica in un lago.

Le reti utilizzate (Pokorny-Site, Repubblica Ceca) sono di tipologia multimaglia (Fig. 1), costituite da 12 pannelli di maglie differenti (da 5,5 a 55 mm), lunghe 30 metri ed alte 1,5 metri, in

accordo con quanto specificato nel Protocollo per il Campionamento dei Laghi Italiani (APAT-ISPRA 2007) e con il protocollo internazionale redatto dal CEN.



**Fig. 1** – Operazioni di salpaggio delle reti e reti multimaglia numerate per il riconoscimento.

La posa delle reti è stata effettuata seguendo lo schema previsto dal metodo APAT-ISPRA.

Le reti sono state posate alle 19:00 e salpate alle ore 7:30 del giorno successivo. Ogni rete è stata fissata al fondo con un peso di circa 1 kg e segnalata sulla superficie del lago con un galleggiante opportunamente collegato alla stessa da una cima di ritenuta. Di ogni punto di posa sono state rilevate le coordinate GPS.

L'elettropesca è stata effettuata dalla barca utilizzando un'imbarcazione di legno munita di motore 5 CV. L'imbarcazione è stata fornita dalla locale Associazione di Pescatori.

Si è scelto di operare come segue. A bordo dell'imbarcazione erano presenti 3 persone: la prima addetta alla manovra del mezzo, all'accensione e spegnimento dell'elettrostorditore, alla compilazione dei protocolli di campagna ed ai rilievi GPS, una seconda addetta all'uso dell'anodo ed una terza dedicata all'uso del guadino per la raccolta dei pesci ed alla rilevazione dei parametri morfometrici. Tutti gli operatori erano muniti di opportune dotazioni di sicurezza (guanti, stivali, giubbino salvagente) ed occhiali con lenti polarizzate.

Il metodo adottato per l'elettropesca è stato quello del *Point Abundance Sampling Electrofishing* (PASE) che prevede un campionamento per punti lungo il litorale. I campionamenti sono stati effettuati nelle ore diurne. Per ogni punto di campionamento sono state rilevate le coordinate GPS.

L'elettrostorditore (Scubla EL64GII, 7000 W, 600 V, corrente continua) portava come catodo una treccia di rame (larghezza 2,5 cm e lunghezza 3 m) e come anodo un anello di acciaio senza rete di spessore 0,8 cm e diametro pari a 50 cm montato in cima ad un apposito bastone di materiale non conduttore. La scelta di utilizzare un anodo non munito di rete è stata dettata dal fatto che, secondo la metodologia PASE, l'anodo deve sempre rimanere immerso nell'acqua (15-20 s) e non può essere contemporaneamente utilizzato per la cattura dei pesci. Tale accorgimento permette di

evitare che l'anodo entri in contatto con il pesce causando inevitabilmente una lesione, danneggiandolo. È stato necessario quindi utilizzare un guadino accessorio. I pesci catturati venivano stoccati temporaneamente in una vasca di plastica riempita di acqua (80×80×80 cm), misurati, pesati e reimmessi a lago prima di passare al punto successivo.

Contemporaneamente ai campionamenti standard sono state posate reti di magliatura più grande per un programma di recupero di esemplari di carpa e tinca. I soggetti catturati erano destinati al servizio veterinario della Provincia di Bolzano.

Le reti, di lunghezza approssimativa pari a 300 m e altezza 3 m, sono state posizionate nell'area centro-meridionale del lago.

## 2.2. Rilievo dei parametri morfometrici ed analisi dei dati

Per un numero sufficientemente significativo di esemplari di ogni specie sono stati rilevati i seguenti parametri: la lunghezza totale  $L_{tot}$  (dalla punta del muso all'estremità della coda a lobi riuniti), il peso totale  $P_{tot}$  e il sesso mediante ispezione della cavità addominale. Sono state inoltre prelevate una decina di scaglie da ogni individuo per la determinazione dell'età (Fig. 2). Di tutti gli altri esemplari è stata misurata solo la  $L_{tot}$ .

I dati relativi a lunghezza e peso sono stati utilizzati per calcolare la relazione lunghezza-peso secondo la formula  $P_{tot}=a \times L_{tot}^b$  e risalire, a posteriori, al peso degli individui di cui è stata registrata la sola lunghezza.



**Fig. 2** – Alcune fasi del campionamento: le reti vengono salpate (sx), vengono prelevate le scaglie per la determinazione dell'età (dx) da un esemplare di pesce persico (*Perca fluviatilis*)

Il coefficiente "b" della relazione lunghezza-peso assume, normalmente, valori prossimi a 3. Può essere utilizzato come indicatore sintetico della corpulenza degli individui di una popolazione ed indirettamente dello "stato di salute". Più il valore del coefficiente è <3, meno sono corpulenti e "magri" i pesci; al contrario più è >3, più sono corpulenti.



I dati ricavati sono stati elaborati per calcolare il contributo percentuale delle singole specie al catturato delle reti e a quello dell'elettropesca, la struttura di taglia ed età del catturato e l'accrescimento specifico.

Mediante opportuni modelli empirici presenti in letteratura (Froese & Binholan 2000) sono stati calcolati due parametri fondamentali utili alla gestione sostenibile delle risorse ittiche: la lunghezza media alla maturità  $L_m$  e la lunghezza ottimale di sfruttamento dello *stock*  $L_{opt}$ . Questi due parametri sono dipendenti dalla lunghezza massima raggiunta dagli individui della popolazione in un determinato ambiente e sono dunque altamente sito-specifici.

### 2.3. Analisi dello stato di qualità della fauna ittica mediante il *Lake Fish Index (LFI)*

La Direttiva sulle Acque 2000/60/CE (Water Framework Directive 2000/60/CE–WFD) stabilisce che per la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici debbano essere utilizzati indicatori biologici (fitoplancton, invertebrati bentonici, piante acquatiche, pesci) supportati da informazioni chimiche, fisiche e idromorfologiche.

Attualmente in Italia, l'indice da utilizzare al fine della classificazione dello stato di qualità della fauna ittica nei laghi ai sensi della classificazione dei corpi idrici secondo le indicazioni della WFD, è il *Lake Fish Index (LFI)* (Volta 2009; Volta & Oggioni 2010).

Il *LFI* è un indice multimetrico (5 metriche) il cui valore finale si ricava dal confronto tra quanto riscontrato e misurato nell'ambiente e le relative condizioni di riferimento.

Per ogni tipologia lacustre sono indicate delle specie chiave e tipo-specifiche di riferimento delle quali valutare la presenza e la struttura di popolazione, il successo riproduttivo e la diminuzione rispetto al quadro di riferimento. Per il Lago di Caldaro, lago piccolo e poco profondo, le specie chiave sono il luccio (*Esox lucius*), la tinca (*Tinca tinca*) e la scardola (*Scardinius erythrophthalmus*), mentre le specie tipo-specifiche sono l'alborella (*Alburnus alburnus alborella*), la carpa (*Cyprinus carpio*), il pesce persico (*Perca fluviatilis*).

In sintesi, le cinque metriche del *LFI* considerano:

1. l'abbondanza relativa (Numero per Unità di Sforzo) delle specie chiave, ovvero il numero totale di ognuna di queste specie catturate durante il campionamento standard.
2. La struttura di popolazione delle specie chiave: viene utilizzato un indice che valuta la struttura di popolazione in base alla distribuzione delle lunghezze degli individui della specie considerata e alla lunghezza massima raggiunta dalla specie in quel determinato ambiente (Anderson & Neuman 1996; Volta 2010).
3. Il successo riproduttivo delle specie chiave e tipo-specifiche: verificato per le specie di cui si catturano individui di età  $0^+$  e  $1^+$ .

4. la diminuzione del numero di specie chiave e tipo-specifiche: si valuta la perdita (%) di specie chiave e tipo specifiche rispetto alle condizioni di riferimento.

5. la presenza di specie ittiche aliene: si valuta il contributo % delle specie aliene al numero totale di specie della comunità.

Ciascuna di queste metriche assume un valore che concorre al valore finale dell'indice.

Per un approfondimento sul *LFI* e sulla definizione dei limiti di classe si consulti il sito internet [www.iii.to.cnr.it](http://www.iii.to.cnr.it).

### 3. RISULTATI

#### 3.1. Metodologia di campionamento

Il campionamento della fauna ittica, comprensivo di fase preparatoria e di campo, ha richiesto due giorni e mezzo di lavoro coinvolgendo mediamente 6 persone.

La fase preparatoria ha interessato il personale CNR-ISE, il personale del Servizio Pesca, Dipartimento Foreste della Provincia e del Laboratorio Biologico dell'APPA di Bolzano, il personale dello IASMA di San Michele all'Adige (TN). Tale fase è stata focalizzata alla spiegazione delle metodologie di campionamento, all'organizzazione del personale coinvolto nelle operazioni di campo e ad una discussione generale relativa alla situazione limnologica del Lago di Caldaro.

Durante il lavoro sul campo sono state posate le reti, è stata effettuata l'elettropesca e sono state effettuate le analisi morfometriche del campione.

Un riassunto dello sforzo di campionamento e delle tempistiche è presentato nella tabella seguente (Tab. 1).

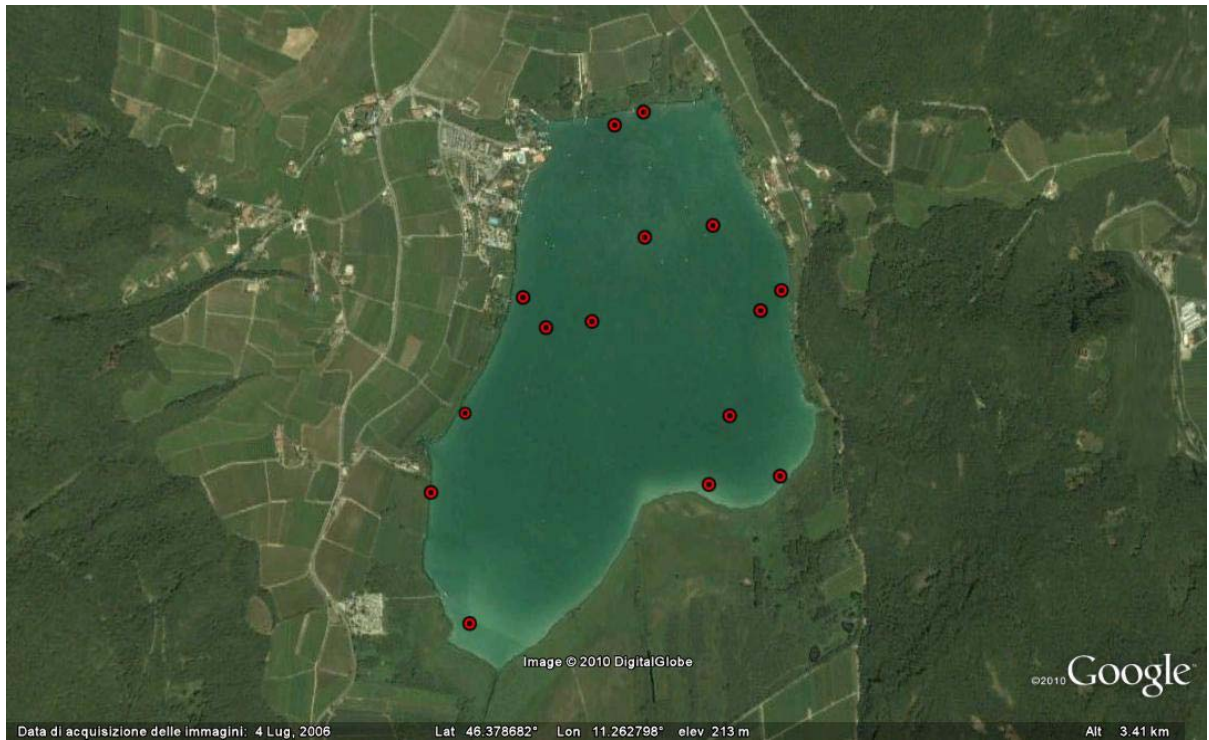
**Tabella 1** – Organizzazione e tempistica del campionamento della fauna ittica

	Mattino (7:30 -12:30)	Pomeriggio (14:00-19:00)
Giorno 1	-	Riunione preparatoria con personale Posa 8 reti
Giorno 2	Salpaggio 8 reti Rilevazione parametri morfometrici	Elettropesca e rilevazione parametri morfometrici Lavaggio e sistemazione reti Posa 8 reti
Giorno 3	Salpaggio 8 reti Rilevazione parametri morfometrici Elettropesca	Lavaggio e sistemazione reti Elettropesca

Le reti multimaglia sono state posizionate in modo randomizzato, rispettando il numero e le profondità richieste dal protocollo. Delle 16 reti posate, una è stata persa e dunque non conteggiata.

L'elettropesca è stata effettuata in circa 90 punti lungo il litorale, ad una profondità compresa tra 20 e 150 cm.

La distribuzione delle reti e dei punti di campionamento sono presentati nella figura seguente figura 3.



(A)



(B)

**Fig. 3** – Campionamento della fauna ittica nel Lago di Caldaro: distribuzione delle reti multimaglia (A) e dei punti di elettropesca (B) visualizzata su Google Earth.

### 3.2. Composizione e struttura della comunità ittica

I pesci catturati con il campionamento standard sono stati in totale 2158, appartenenti a 11 specie ittiche (Tab. 2). 1333 individui sono stati catturati con le reti multimaglia e 825 sono stati catturati mediante elettropesca. Il peso totale degli individui catturati è stato di 69,2 kg.

**Tab. 2** - Specie ittiche e numero di individui catturati con reti multi maglia ed elettropesca

Nome comune	Nome scientifico	Famiglia	N. ind.
Anguilla	<i>Anguilla anguilla</i>	Anguillidae	13
Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	Cyprinidae	1
Carassio	<i>Carassius carassius</i>	Cyprinidae	4
Ghiozzo padano	<i>Padogobius martensi</i>	Gobidae	2
Luccio	<i>Esox lucius</i>	Esocidae	2
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	Percidae	18
Pesce persico	<i>Perca fluviatilis</i>	Percidae	482
Persico sole	<i>Lepomis gibbosus</i>	Centrarchidae	176
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	Cyprinidae	1180
Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Cyprinidae	268
Tinca	<i>Tinca tinca</i>	Cyprinidae	9

Il rutilo e il pesce persico costituiscono, insieme, la frazione più consistente del catturato delle reti (Fig. 4). Seguono il carassio, catturato con pochi esemplari ma di grosse dimensioni, e la scardola.

Lucioperca, luccio, persico sole e carpa risultano presenti nel catturato delle reti, ma il contributo ponderale è relativamente ridotto. Numericamente prevalgono, in ordine di importanza, il rutilo, il pesce persico, la scardola e il persico sole. Seguono gli altri.

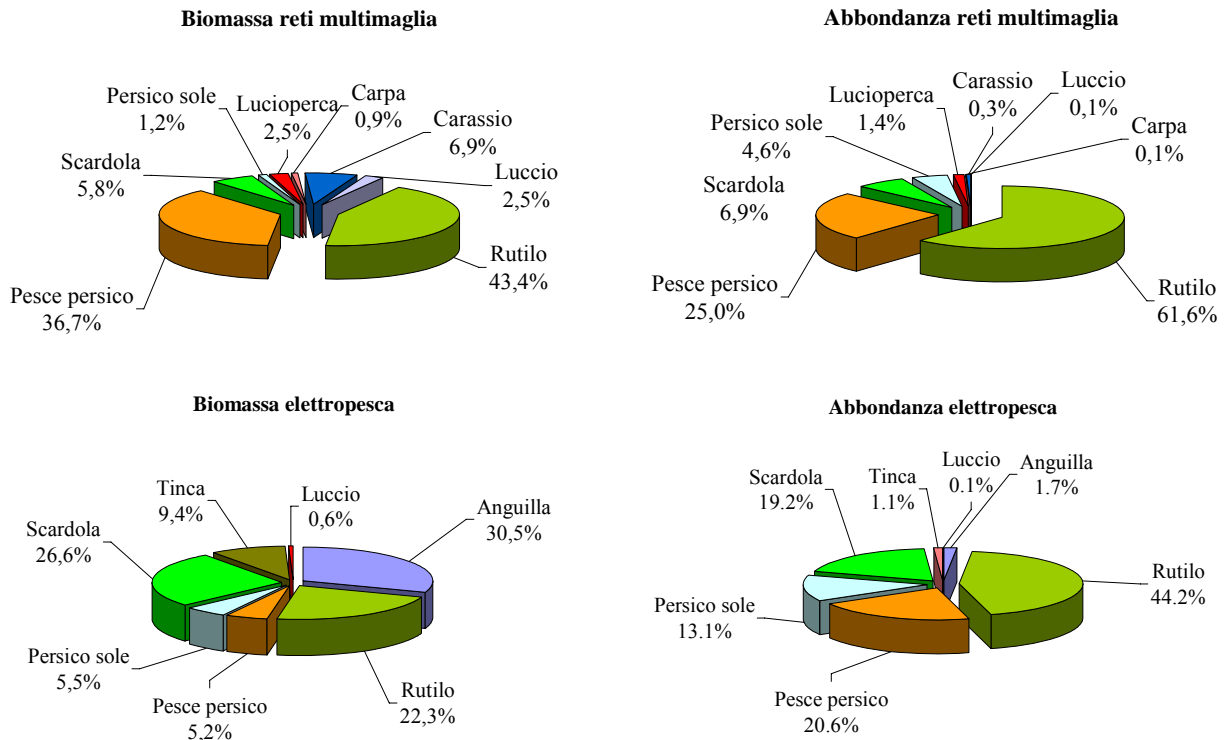
Il catturato dell'elettropesca è, dal punto di vista ponderale, dominato dall'anguilla, dalla scardola e dal rutilo. Seguono pesce persico, persico sole e tinca e infine il luccio. Numericamente dominano le stesse specie, ad eccezione dell'anguilla che è stata catturata in pochi esemplari così come la tinca.

Il campionamento con reti di maglia da 80 e 100 mm ha permesso di catturare 14 carpe per un peso totale di 42,2 kg e 11 carassi con un peso totale di 17,7 kg. Una carpa argentata (stimata in 15 kg) è sfuggita alla cattura, rompendo la rete in prossimità della barca.

### 3.3. Struttura di taglia ed età delle specie principali

Le specie dominanti e cioè il rutilo, il pesce persico, il persico sole e la scardola hanno una popolazione ben strutturata, caratterizzata dalla presenza di esemplari di numerose classi di età (Tab. 3) e da una distribuzione di taglia ben equilibrata (Fig. 5). Sono presenti giovani dell'anno, sub-adulti ed adulti.

La tinca compare con pochi esemplari di classi di età diverse (da 2<sup>+</sup> a 4<sup>+</sup>) e di lunghezza compresa tra 13 e 32 cm; non sono stati catturati esemplari giovani.



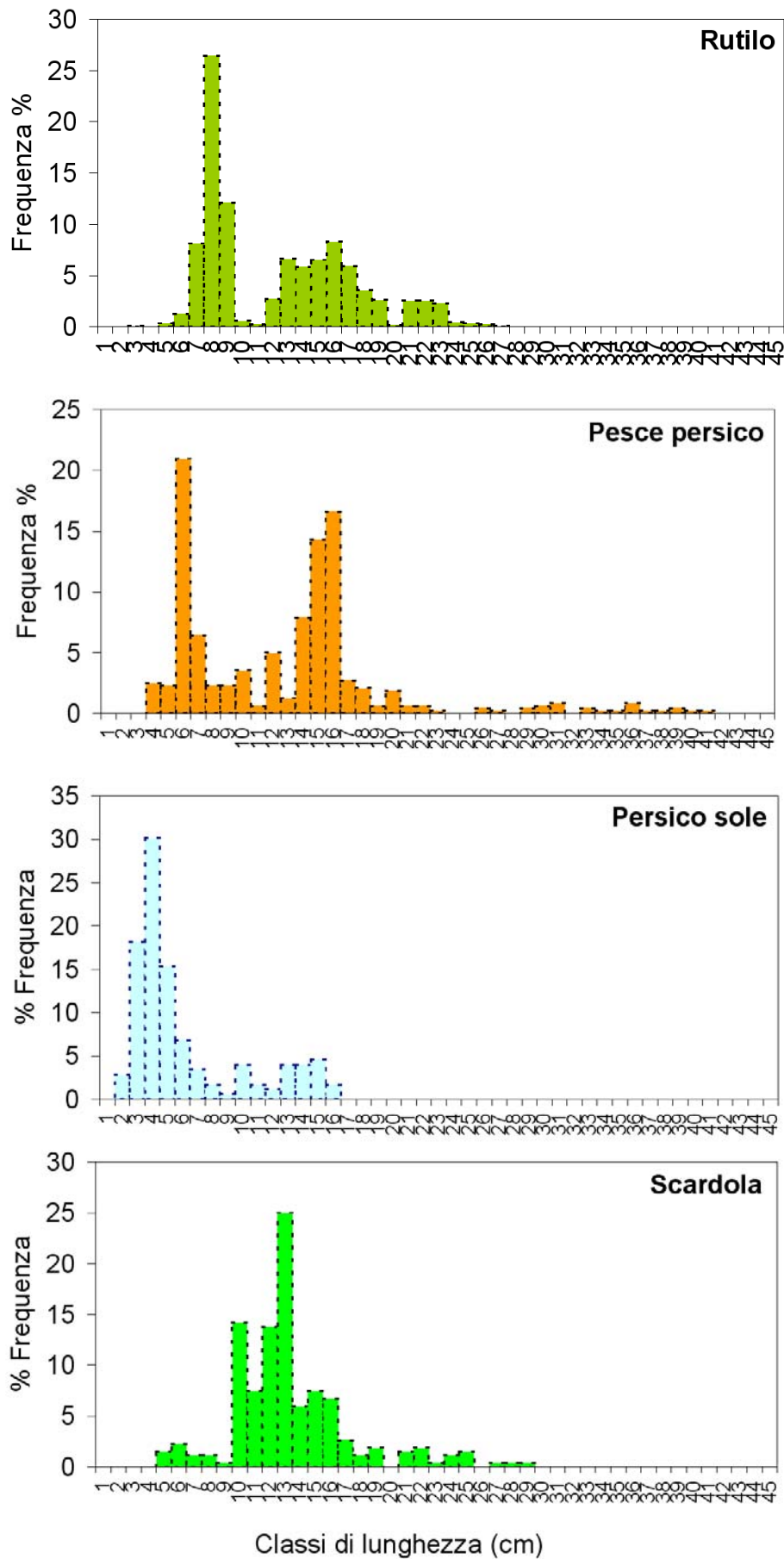
**Fig. 4** - Contributo % delle singole specie al catturato totale delle reti multimaglia e dell'elettropesca

Carpa e carassio hanno popolazioni costituite solo da individui di dimensioni elevate (da 28 cm a 45 cm per il carassio e da 33 a 72 cm per la carpa), entrambi con età comprese tra 3 e 8 anni, e dunque non strutturate in modo corretto. Al momento, queste due specie insieme alla tinca sembrano incontrare delle difficoltà nel completare il ciclo vitale in modo autonomo o, comunque, in alcune classi di nascita sono state oggetto di una mortalità così elevata da rendere nulla la cattura di giovani dell'anno o 1<sup>+</sup>.

Lo stesso giudizio si può sperimere per il luccio, catturato con due soli individui, se pur di dimensioni (27 cm e 65 cm) ed età (2<sup>+</sup> e 5<sup>+</sup>) diverse.

Il lucioperca invece compare solo con esemplari di una classe di età (1<sup>+</sup>) mostrando al momento una popolazione poco consistente. Per le altre specie (ghiozzo ed anguilla) non è possibile esprimere una valutazione sulla struttura di popolazione, poiché è stato catturato un numero di individui insufficiente o non ne è stata determinata l'età.

L'analisi della relazione lunghezza-peso per le specie più significative (Tab. 4) indica che le popolazioni sono costituite da individui tendenzialmente poco corpulenti. Il coefficiente allometrico della relazione lunghezza peso assume infatti valori minori di 3. Migliore invece è l'accrescimento del pesce persico che risulta in buono stato fisiologico con valori del coefficiente allometrico di circa 3,3.



**Fig. 5** - Struttura di taglia del rutilo, del pesce persico, del persico sole e della scardola (somma del catturato con reti multi maglia e elettropesca).

**Tab. 3** - Classi di età rilevate (in grigio) nelle diverse specie ittiche del Lago di Caldaro. Anguilla e ghiozzo padano sono state escluse. Per carpa e carassio sono state inclusi anche alcuni esemplari catturati con reti addizionali.

Specie	Età 0	Età 1	Età 2	Età 3	Età 4	Età 5	Età 6	Età 7	Età 8
Carassio									
Carpa									
Luccio									
Lucioperca									
Pesce persico									
Persico sole									
Rutilo									
Scardola									
Tinca									

**Tab. 4** – Coefficienti della relazione lunghezza-peso per alcune specie ittiche nel Lago di Caldaro

Specie	a	b
Pesce persico	0,0042	3,33
Persico sole	0,0303	2,84
Rutilo	0,0141	2,89
Scardola	0,0112	2,93
Tinca	0,0159	2,94

### 3.4. Parametri biologici utili alla definizione di misure gestionali specie-specifiche

Sulla base dei dati di lunghezza totale ed utilizzando modelli empirici presenti in letteratura (Froese & Binholan 2000) sono stati definiti la lunghezza massima teorica, la lunghezza media alla maturità e la lunghezza ottimale di cattura per le specie più rappresentative. Il modello utilizzato non considera le possibili differenze di accrescimento tra i sessi.

Non è stato possibile calcolare i parametri per il luccio direttamente dal *pool* di dati a causa del numero troppo ridotto di esemplari catturati. Se ne fornisce tuttavia una stima utilizzando una misura di lunghezza massima teorica di 95 cm, misura assolutamente ragionevole per un lago di questa tipologia. I parametri principali dell'analisi sono presentati nella tabella 5.

**Tab. 5** – Valori di lunghezza massima teorica ( $L_{inf}$ ), lunghezza media alla maturità ( $L_m$ ) e lunghezza ottimale di cattura ( $L_{opt}$ ) per alcune specie ittiche nel Lago di Caldaro.

Specie ittica	$L_{inf}$	$L_m$	$L_{opt}$
Pesce persico	42,3	24,1	26,3
Luccio	95	49,8	61,2
Tinca	35,5	20,6	21,9
Rutilo	25,8	16,6	15,7
Scardola	28,4	16,9	17,2

### 3.5. Analisi dello stato di qualità della fauna ittica mediante il *Lake Fish Index (LFI)*

#### Metrica 1 – Abbondanza delle specie chiave

Specie	Luccio	Tinca	Scardola
Abbondanza relativa (NPUS)	2	9	268
Punteggio parziale metrica	6	8	10
Punteggio metrica	8		

#### Metrica 2 – Struttura di popolazione delle specie chiave

Specie	Luccio	Tinca	Scardola
PSD*	-	-	50
Punteggio parziale metrica	0	0	10
Punteggio metrica	3,3		

\*Alla luce della revisione (in corso) del *Lake Fish Index* il numero di esemplari minimo per l'applicazione dell'Indice PSD è: 30 per il luccio, 20 per la Tinca e 100 per la scardola. Nel caso in cui non venga catturato un numero di esemplari sufficiente la metrica ha punteggio pari a 0.

#### Metrica 3 – Successo riproduttivo specie chiave e tipo-specifiche

Specie	Luccio	Tinca	Scardola	Alborella	Carpa	Pesce persico
Successo riproduttivo	NO	NO	SI'	NO	NO	SI'
%				33%		
Punteggio metrica				4		

#### Metrica 4 – Diminuzione di specie chiave e tipo-specifiche

Specie	Luccio	Tinca	Scardola	Alborella	Carpa	Pesce persico
Diminuzione	NO	NO	NO	SI'	NO	NO
Diminuzione %				17%		
Punteggio metrica				10		

#### Metrica 5 – Presenza di specie ittiche aliene

Specie aliene	
Presenza (n)	1 (Rutilo)
%	9%
Punteggio metrica	10

#### *Lake Fish Index* – Stato di qualità della fauna ittica

	Metrica 1	Metrica 2	Metrica 3	Metrica 4	Metrica 5
Valore	8	3,3	4	10	10
RQE	0,8	0,33	0,4	1	1
RQEtot	0,71				
Stato di qualità	<b>BUONO</b>				



## 4. DISCUSSIONE

### 4.1. Il quadro limnologico complessivo del Lago di Caldaro e il ruolo della fauna ittica nei processi ecologici degli ecosistemi acquatici

Il Lago di Caldaro è un piccolo lago pedemontano collocato ad una altitudine di 216 metri s.l.m. con una superficie di 1,51 km<sup>2</sup> e una profondità massima di poco inferiore a 6 metri.

È un lago naturalmente oligo-mesotrofo. Attualmente la concentrazione dei nutrienti (fosforo totale) si attesta intorno a 13 µg/L; la Clorofilla-*a* (Chl-*a*) ha concentrazioni di 5.2 µg/L).

Proprio per queste caratteristiche, la produttività ittica (e cioè la quantità di pesce che può essere presente nel sistema ovvero che il sistema può sostenere in condizioni di equilibrio) è modesta e può essere indicativamente stimata tra 30 e 70 kg per ettaro. Quindi la quantità totale di pesce che può essere presente nel lago è compresa tra 4000 e 11.000 kg.

La comunità ittica è caratterizzata naturalmente da una bassa diversità specifica.

I pesci giocano un ruolo chiave nelle dinamiche trofiche dei laghi, in particolare in quelli poco profondi. I pesci planctivori (ciprinidi e stadi giovanili di tutte le altre specie), attraverso la predazione selettiva sullo zooplankton, promuovono un effetto a cascata che controlla la concentrazione del fitoplancton (alghe vegetali) e la trasparenza delle acque. In altre parole, se diminuisce il numero di organismi filtratori (zooplankton) aumentano le alghe vegetali microscopiche (fitoplancton) e diminuisce la trasparenza delle acque (e viceversa).

Inoltre i pesci, attraverso il consumo dei macroinvertebrati erbivori, come i piccoli molluschi, incrementano indirettamente la crescita del perifiton (alghe microscopiche che “incrostano” le piante acquatiche) e del fitoplancton anche attraverso l’escrezione dei nutrienti e la traslocazione degli stessi tra *habitat* diversi (dal litorale al pelago). Questo processo può concorrere ad incrementare la torbidità delle acque e alla progressiva scomparsa delle piante acquatiche (macrofite) sommerse.

I pesci bentivori-omnivori, quali la carpa o carassio, possono determinare una diminuzione della trasparenza delle acque attraverso la risospensione dei sedimenti di fondo. Inoltre nutrendosi direttamente di piante acquatiche rendono maggiormente disponibili i nutrienti (che non sono più utilizzati dalle piante) per l’altra componente vegetale presente nei laghi, le alghe microscopiche (il fitoplancton). Ciò determina ancora una volta effetti negativi sulla trasparenza delle acque. Infine, l’eventuale presenza di specie iper-specializzate quali la carpa erbivora non possono che incrementare questo fenomeno.

Recentemente è stato visto che i cambiamenti climatici possono determinare modificazioni complesse nelle comunità ittiche attraverso effetti sul metabolismo e sull’ecologia delle specie che a

loro volta possono condizionare a cascata tutti gli altri comparti biotici ed abiotici di un lago. Ad esempio, un aumento della temperatura delle acque determina un aumento % del consumo di piante da parte di molte specie ittiche onnivore-bentivore (carpa, carassio, rutilo).

La diminuzione delle piante acquatiche ed il passaggio ad uno stato di maggior torbidità favorisce l'instaurarsi di una comunità ittica caratterizzata da specie generaliste-onnivore a scapito di specie specializzate fitofile (nel primo livello trofico) ed anche di predatori adattati ad acque torbide a scapito di predatori favoriti da acque limpide (nel livello trofico superiore). Il classico esempio è il passaggio scardola/rutilo > rutilo/abramide (nel primo livello trofico) e luccio/pesce persico > pesce persico/lucioperca (a livello trofico superiore).

Il quadro limnologico del Lago di Caldaro evidenziato dai rapporti del Laboratorio Biologico di APPA Bolzano è il seguente. Negli ultimi 20 anni si è assistito ad una sostanziale stabilità delle concentrazioni dei nutrienti algali (principalmente il fosforo). La stessa tendenza si è notata per le concentrazioni di Chl-*a*, indicatore della produttività fitoplanctonica. La componente zooplanctonica mostra una crescente importanza di individui di dimensioni ridotte (rotiferi) e una diminuzione % dei cladoceri (zooplanctonti filtratori con dimensioni maggiori, preferiti dai pesci). La trasparenza delle acque ha mostrato un lieve tendenza negativa.

Per quanto riguarda la temperatura delle acque si può ragionevolmente presupporre però che, così come in quasi tutti gli ambienti acquatici europei, si sia verificato negli ultimi 25 anni un incremento progressivo della temperatura media a seguito del riscaldamento globale.

Dal punto di vista della evoluzione delle comunità biologiche il Laboratorio Biologico dell'APPA evidenzia, rispetto al passato e ad altri ambienti lacustri della Provincia, la diminuzione drammatica dei macroinvertebrati bentonici e delle piante acquatiche sommerse costituite in prevalenza dalla sola *Najas marina*, specie caratterizzata dalla presenza di foglie "spinose" e coriacee. Questa specie, oltre a rivestire un ruolo marginale nella dieta delle specie ittiche, appare in espansione in tutto il territorio europeo probabilmente anche in relazione ai cambiamenti climatici.

Negli ultimi 20 anni il Lago di Caldaro è stato interessato da due tipi di interventi di biomanipolazione: lo sfalcio delle piante acquatiche (macrofite) e del canneto nella parte sud del Lago e l'immissione di fauna ittica a scopo di ripopolamento e biomanipolazione.

Negli anni 1972 e 1974 sono stati immessi esemplari di carpa erbivora (*Ctenopharyngodon idella*) nonché di carpa argentata/temolo russo (*Hypophthalmichthys molitrix*) per un totale di 2700 kg: i primi con la finalità di ridurre la componente delle piante acquatiche e i secondi, grazie alla loro capacità di "filtrare" l'acqua, di controllare la produzione planctonica. A partire dagli anni '90, le immissioni a scopo di ripopolamento sono state effettuate prevalentemente con carpa, tinca e luccio. La quantità di pesce immesso è considerevole: da sole, tinca + carpa si aggirano intorno ad

una media di circa 1600 kg anno (pari a ca. 10 kg ha) corrispondente a una percentuale compresa tra il 10% e il 25% della produttività ittica TOTALE del sistema. Consistenti anche le immissioni di luccio, effettuate con un quantitativo medio di circa 500 kg e una taglia media di 10-40 cm (1000 esemplari/anno) e di anguilla.

Un monitoraggio della fauna ittica effettuato nel 2005 forniva il seguente quadro: buona consistenza della popolazione di scardola, persico sole e anguilla; discreta consistenza della popolazione di pesce persico, carpa e ghiozzo; scarsa consistenza della popolazione di luccio, tinca, persico trota e carassio. Presenti anche carpa erbivora e carpa argentata, se pur con pochi esemplari. Presente il triotto, assente completamente il rutilo.

Il quadro di allora non si discostava molto da quanto evidenziato nel presente campionamento, ad eccezione dell'assenza del rutilo, che oggi invece è la specie ittica più abbondante.

Limitandosi alla composizione in specie, il giudizio sulla qualità della comunità ittica del Lago di Caldaro è sostanzialmente positivo. Le specie chiave e indicatrici sono in gran parte presenti. Anche da un punto di vista funzionale il sistema sembra essere abbastanza in equilibrio: il numero di prede, pur essendo numeroso, appare ben bilanciato rispetto al numero del numero di predatori. Lo stato di qualità della fauna ittica del Lago di Caldaro, anche da quanto risulta dall'applicazione dell'indice sintetico *Lake Fish Index*, è, al momento, in condizioni di "Buono" (valore *LFI* = 0,71).

Ciò nonostante, alla luce dell'analisi dei dati e considerando i risultati delle singole metriche dell'indice *LFI* è necessario evidenziare alcuni aspetti critici che meritano di essere presi in considerazione al fine di prevenire il degrado della comunità ittica e migliorare lo stato ecologico complessivo del corpo idrico.

Gli aspetti più critici sono (a) la ridotta rata di accrescimento di alcune specie, (b) l'assenza di giovani dell'anno e 1<sup>+</sup> di luccio, tinca e carpa, (c) la scarsa consistenza della popolazione di luccio e tinca.

Le analisi degli accrescimenti specifici hanno messo in luce che alcune specie ittiche stentano a raggiungere taglie consistenti e sono in prevalenza costituite da individui poco corpulenti. Questo è particolarmente evidente per la tinca, il rutilo, la scardola ed anche il persico sole. Le ragioni sono da attribuire alle tensioni trofiche all'interno del sistema a causa della modesta produttività, da una parte, e dal probabile "sovaffollamento" innaturale, favorito e mantenuto dalle immissioni, dall'altra.

In questa situazione, la pressione su tutte le componenti alimentari presenti (plancton, invertebrati bentonici, piante acquatiche) non può che essere molto elevata e dunque spiegare quanto evidenziato dal monitoraggio del Laboratorio biologico di APPA Bolzano, relativo a plancton, piante acquatiche e macrobenthos. Inoltre non devono essere sottovalutati i possibili effetti di interazione tra i cambiamenti climatici e le variazioni della struttura e abbondanze della fauna ittica,

che potrebbero aver condotto gradualmente all'instaurarsi di una comunità macrofittica dominata da *Najas* a scapito di altre specie più sensibili alla predazione da parte dei pesci e ai cambiamenti climatici.

Attualmente, soltanto il pesce persico sembra beneficiare di questa situazione, potendo disporre di pesce foraggio di dimensioni ridotte per un intervallo di tempo relativamente lungo. In questo modo ha la possibilità di passare all'ittiofagia (intorno alla taglia di 15-18 cm), avere una rata di accrescimento elevata e attuare la competizione per le risorse alimentari con altre specie. Il pesce persico, al momento, è senza dubbio il predatore più numeroso nel lago e l'unico in grado di controllare la popolazione di rutilo.

La popolazione di luccio invece sembra particolarmente sofferente: sono stati catturati pochissimi esemplari benchè sia stato oggetto di numerose operazioni di ripopolamento effettuate negli ultimi 20 anni. Le ragioni di ciò non sono immediatamente identificabili né si possono ricavare con un semplice campionamento e andrebbero approfondite in misura adeguata in un prossimo futuro. Tuttavia è possibile fare alcune considerazioni generali da cui trarre spunto per una riflessione ragionata.

Le popolazioni di luccio, nella gran parte dei bacini lacustri italiani, sono oramai fortemente a rischio. Le cause principali sono essenzialmente due: il degrado degli *habitat* e l'eccessivo prelievo di pesca rispetto alla consistenza delle popolazioni stesse ed alle potenzialità biogeniche degli ambienti acquatici.

La prima si manifesta nella riduzione degli areali preferenziali (aree umide, canneti, aree a vegetazione sommersa) ed in generale delle condizioni abiotiche e biotiche ottimali.

La seconda invece influisce sugli *stock* riproduttivi e sulla struttura di popolazione riducendo il numero di soggetti maturi o, addirittura, non permettendo alla maggior parte degli individui di arrivare alla maturità sessuale. Molto spesso il prelievo di pesca non è commisurato alle reali caratteristiche biologiche (lunghezza alla maturità, mortalità naturale) e al numero totale massimo di individui che un ambiente può sostenere. I due aspetti fondamentali della gestione del luccio in acque dolci, ed in particolare modo nei laghi, sono dunque essenzialmente due: la gestione corretta degli *stock* e il mantenimento di *habitat* adeguati a questa specie.

Spesso si ritiene, con meritevoli intenzioni, di "aiutare" una specie, mediante immissioni di larve o stadi giovanili. Questo vale particolarmente per tutte le specie di valore aleutico. Si sottovalutano però alcuni fattori che, qualora esistano le condizioni per una riproduzione naturale, rendono praticamente inutile, nonché economicamente svantaggioso, l'utilizzo di questa pratica. Uno di essi è l'importanza di una adeguata disponibilità di risorse alimentari, fattore determinante per la sopravvivenza e l'accrescimento degli stadi giovanili; il secondo aspetto sottovalutato è la mortalità

da predazione sui giovani. In ambienti che risultano fortemente in tensione dal punto di vista trofico, le operazioni di ripopolamento hanno un ritorno molto poco favorevole perché la mortalità è elevatissima a causa della carenza di cibo e della elevata competizione per le risorse. Inoltre, le larve o gli stadi giovanili possono essere soggetti anche ad una grande mortalità per la predazione diretta da parte di esemplari della stessa specie naturalmente presenti nel lago e naturalmente più efficienti. Anche le immissioni con esemplari adulti sono da evitare, se esistono le condizioni ambientali adatte alla riproduzione naturale. Innanzitutto c'è sempre il rischio di immettere materiale non autoctono, con grave danno dal punto di vista naturalistico. In secondo luogo, si sottovaluta spesso lo stress generato dal trasporto, che causa di mortalità nei giorni o settimane seguenti l'immissione a causa della presenza di prodotti metabolici quali acido lattico, tossici per i pesci. Infine, la "performance" di lucci provenienti da allevamento è naturalmente minore di quella di lucci "naturali", il che determina irrimediabilmente una scarsa sopravvivenza nel nuovo ambiente e maggior suscettibilità alla predazione. Alla luce delle considerazioni fin qui fatte e del quadro limnologico del Lago di Caldaro sopra evidenziato appare più che ragionevole indirizzare la gestione della specie al mantenimento degli *habitat* e all'incremento dello *stock* riproduttivo, piuttosto che all'incremento artificiale della popolazione con immissioni il cui risultato non è stato quantificato. Anche per un solo calcolo numerico risulta più favorevole aumentare la presenza di riproduttori: pochi lucci di dimensioni adeguate sono in grado di fornire al lago lo stesso numero di esemplari introdotto con molte azioni di ripopolamento.

Ultimo aspetto di rilievo è quello relativo a carpa e tinca. Al momento non è possibile valutare le ragioni della così vistosa assenza di esemplari giovani. Senza dubbio una forte competizione per le risorse alimentari unita alla predazione da parte di specie ittiche piscivore (pesce persico, luccio e se presente persico trota) potrebbe incidere su queste specie. Un'altra ragione potrebbe risiedere nella progressiva sostituzione delle popolazioni autoctone con esemplari di allevamento, immessi in quantità eccessiva, geneticamente inadatti alla riproduzione in un lago come quello di Caldaro (individui triploidi ad esempio). Uno studio più approfondito permetterebbe forse di chiarire questo aspetto.

Alla luce di quanto detto fino ad ora, è possibile tracciare qualche considerazione riassuntiva.

1. Il Lago di Caldaro è un ecosistema acquatico con produttività relativamente modesta e con tensioni trofiche che si manifestano a carico di tutti gli anelli della catena alimentare e delle componenti biologiche: plancton, macrobenthos, piante acquatiche, pesci.
2. Alcune specie ittiche presentano rate di accrescimento relativamente ridotte.

3. La quantità di pesci bentivori-onnivori (carpa + tinca, carassio, carpa erbivora) immessi nel Lago di Caldaro è stata probabilmente eccessiva rispetto alla produttività modesta del sistema, determinando una condizione di forte stress trofico.
4. Quale effetto dei cambiamenti climatici, la comunità vegetale sommersa può subire significativi cambiamenti e le specie ittiche bentivore-onnivore possono consumare molte più piante, determinando una forte pressione sulla comunità macrofita stessa e indirettamente su specie ittiche fitofile.
5. La presenza di una popolazione di rutilo ben strutturata e consistente - non presente in passato - può aver accentuato la competizione per le risorse e la pressione diretta sulla comunità macrofita e macrobentonica.
6. La popolazione di luccio (specie tipicamente fitofila) è sostanzialmente fragile e deve essere tutelata.
7. A carico di alcune specie quali carpa, tinca e luccio stesso, si evidenzia una apparente incapacità di portare a termine con esito favorevole i processi riproduttivi o, quantomeno, una elevata mortalità giovanile (assenza di individui giovani).



**Fig. 7** – Luccio (*Esox lucius*) e pesce persico (*Perca fluviatilis*) catturati con le reti multi maglia e tinca (*Tinca tinca*) catturata con l'elettropesca.

## 4.2. Indicazioni gestionali

Una gestione corretta della fauna ittica negli ambienti acquatici non può prescindere dalla conoscenza dei meccanismi biologici ed ecologici che regolano le relazioni tra le specie che compongono la comunità e il funzionamento dell'ecosistema stesso. Le conoscenze relative alla fauna ittica del Lago di Caldaro, al momento, sono piuttosto limitate e meriterebbero di essere approfondite attraverso opportuni studi specifici. La finalità deve essere quella di acquisire le informazioni ecologiche necessarie (regime alimentare, biologia riproduttiva e mortalità) per impostare e calibrare misure gestionali realmente sito-specifiche.

Ciò nonostante, è possibile prevedere e realizzare alcune misure gestionali precauzionali a cui però dovranno seguire, per la corretta valutazione e impostazione di un piano di gestione, opportuni approfondimenti.

a) Alla luce delle considerazioni relative all'evoluzione limnologica ed ecologica del bacino lacustre si ritiene che sia prioritario il controllo delle specie bentivore-onnivore (carpa erbivora, carassio, carpa, rutilo) al fine di ridurre gli impatti diretti sulle comunità di fondo (macrofite e macrobenthos) e sulla trasparenza delle acque.

Ogni ripopolamento/immissione con queste specie deve essere, al momento, interrotto. Potrebbe essere opportuno programmare specifiche campagne di eradicazione del carassio e naturalmente della carpa erbivora, se ancora presente (anche con il contributo dei pescatori).

b) La apparente incapacità della carpa e della tinca di condurre con successo il ciclo riproduttivo necessita di una indagine approfondita in sito (monitoraggio molto dettagliato della zona litorale e delle aree di frega) ed, eventualmente, opportuna sperimentazione in ambienti controllato (in lago ed artificiale) per valutare la mortalità post-schiusa nonché una valutazione di aspetti genetici (individui triploidi sterili frutto delle immissioni?).

c) E' necessario sostenere la popolazione di luccio incrementando la consistenza dello *stock* riproduttivo mediante la modulazione del prelievo, unica misura gestionale ecologicamente e biologicamente rilevante e sensata. Sarebbe utile definire misure gestionali (misura minima, periodo di divieto, aree di tutela integrale) sulla base delle caratteristiche biologiche ed ecologiche sito-specifiche della specie. Un intervento precauzionale, ragionevole e sensato, in vista di un doveroso approfondimento futuro, consisterebbe nell'aumentare la taglia minima di cattura di questa specie a 60 cm. Questo garantirebbe una maggior protezione, in particolare degli individui di sesso femminile, che si riproducono a taglie più elevate rispetto ai maschi.

Senza la rimozione delle cause di depauperamento dello *stock* è impensabile pensare di ricostituire popolazioni equilibrate di questa specie nelle acque del Lago di Caldaro anche in presenza di operazioni di ripopolamento.

d) E' necessario aumentare la misura minima del pesce persico a 24 cm. Ciò garantirebbe non solo una miglior resa di pesca in termini ponderali ma anche una maggior tutela per gli individui piscivori (il passaggio all'ittiofagia avviene stabilmente intorno a 15-18 cm) che possono controllare, attraverso la predazione, le popolazioni di ciprinidi ed in particolare di rutilo. Si ricorda infatti che il pesce persico è il predatore di gran lunga più abbondante nelle acque del lago.

- e) Gli effetti dei cambiamenti gestionali proposti devono essere monitorati nel corso nel corso del tempo al fine di valutarne l'evoluzione e provvedere, se necessario, ad una rimodulazione.

**Il modello gestionale basato sul modello empirico di Lunghezza ottimale di cattura  $L_{opt}$  appare al momento non solo di semplice ed immediata attuazione ma anche ragionevolmente efficace per tutte le specie di valore alieutico presenti nel Lago di Caldaro.**

In sintesi, quali **soluzioni possibili e immediate** si possono adottare :

1. Controllo specie bentivore-onnivore (carassio, rutilo e carpa erbivora), interruzione immissioni.
2. Istituzione di un libretto segna catture o, se già esistente, analisi del pescato per una valutazione della consistenza della pressione di pesca
3. Sostegno alla popolazione di luccio mediante gestione integrata e sito-specifica: utilizzo del modello  $L_{opt}$ , istituzione temporanea di una quota massima di prelievo annuale o istituzione del *no-kill*.
4. Gestione del popolamento delle specie ittiche di valore alieutico utilizzando il modello  $L_{opt}$  che permette una ottimizzazione del prelievo commisurato alle caratteristiche biologiche delle specie.

Quali **soluzioni gestionali di medio periodo (1-10 anni)** possono essere intraprese ?

1. monitoraggio integrato di tutti gli aspetti ecologici e limnologici.
2. approfondimento strategico sulla biologia ed ecologia di alcune specie ittiche (carpa, tinca, luccio e rutilo) finalizzato alla comprensione dei meccanismi di trasferimento energetico all'interno della catena trofica lacustre, alla dinamiche riproduttive e di popolazione.



## 5. CONCLUSIONI

La presente relazione ha permesso di chiarire alcuni aspetti relativi allo stato della fauna ittica nel Lago di Caldaro evidenziando situazioni critiche inserite tuttavia in un quadro ancora positivo.

Nel complesso infatti - anche secondo le normative vigenti - la fauna ittica si trova in "buono stato". Esiste tuttavia un rischio, nient'affatto remoto, di incorrere in breve tempo in un peggioramento sostanziale.

Al fine di stabilizzare o migliorare la situazione attuale possono essere intraprese alcune misure che appaiono realizzabili in tempi brevi, ma a cui necessariamente dovrà seguire un monitoraggio approfondito. Queste valgono in modo particolare per il luccio e per il controllo dell'evoluzione delle popolazioni di specie ittiche indesiderate o potenzialmente ad elevato impatto, quali la carpa erbivora, il carassio ed, in secondo luogo, il rutilo.

Opportuni studi che coinvolgano le realtà operanti sul territorio e realtà scientifiche esperte in materia, potranno permettere di chiarire alcuni dei punti più controversi e adattare le misure gestionali alla situazione del lago affinando le informazioni a disposizione.

Al contempo però, anche con il contributo essenziale e responsabile dei pescatori locali, è opportuno iniziare pensare ad un percorso indirizzato alla gestione del lago con misure sito-specifiche, uniche misure davvero favorevoli alle attività alieutiche e capaci di favorire catture di qualità, durevoli nel tempo.

Infine anche dal punto di vista economico - il quale riveste un aspetto non trascurabile - una gestione sito-specifica permette di ottimizzare le risorse e di indirizzarle verso iniziative efficaci mirate al mantenimento della buona qualità delle acque e della fauna ittica a favore dei pescatori e della qualità ambientale.

## BIBLIOGRAFIA

Anderson, R.O. & R.M. Neumann. 1996. In: Murphy & Willis (Eds), *Length, Weight, and Associated Structural indices*. Fisheries techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA. pp. 447-482.

APAT. 2007. Protocollo di campionamento della fauna ittica dei Laghi italiani. In. *Metodi Biologici per le acque*. Parte I. [www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/metodi\\_bio\\_acque.html](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/metodi_bio_acque.html).

- Decreto Ministeriale n. 56/2009. *Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- EU. 2000. *Directive 2000/60/EC* of the European Parliament and the Council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy. Brussels. The European Parliament and the Council of the European Union: 72 pp.
- Froese, R. & C. Binohlan. 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *J. Fish Biol.*, 56: 758-773.
- Volta, P. 2009. Indice per l'analisi dello stato di qualità della fauna ittica finalizzato alla valutazione dello stato ecologico dei laghi italiani: *Lake Fish Index (LFI)*. In: Marchetto, A., A. Boggero, M. Ciampittiello, G. Morabito, A. Oggioni & P. Volta (a cura di), *Indici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi*. Report CNR-ISE, 02-09: 91-111.
- Volta, P. 2010. Analisi della struttura di popolazione di coregone lavarello (*Coregonus* sp.) in tre laghi profondi italiani mediante indici stock density. *Studi Trent. Sci. Nat.*, 87: 257-260.
- Volta, P. & A. Oggioni. 2010. Specie chiave e tipo-specifiche nei laghi naturali dell'Ecoregione Alpina: approccio storico e proposta di metriche per l'analisi dello stato di qualità della fauna ittica ai sensi della Direttiva sulle Acque 2000/60/CE. *Studi Trent. Sci. Nat.*, 87: 97-103.