

**Progetto pilota per la
modernizzazione e razionalizzazione
della pesca nel Lago Trasimeno.**

*Ricerca per la messa a punto di un
protocollo per l'uso della pesca
elettrica.*

**Università di Perugia
Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia**

Mearelli Mario
Lorenzoni Massimo
Carosi Antonella
Corboli Massimiliano
Döerr A.J.Martin
Giovinazzo Giancarlo
La Porta Gianandrea
Marini Michele
Pedicillo Giovanni

Provincia di Perugia

Natali Mauro
Bonavia Marco
Dolciami Romano
Mezzetti Andrea
Biscaro Parrini Antonio

Introduzione

La pesca elettrica è una tecnica largamente utilizzata per il monitoraggio delle comunità ittiche ai fini gestionali e anche per la ricerca. In alcuni paesi viene impiegata anche nel settore della pesca professionale. Rispetto ai sistemi di cattura tradizionali (reti, tramagli, ecc.) la pesca elettrica ha l'indubbio vantaggio di permettere la cattura di esemplari vivi che possono essere rilasciati nell'ambiente acquatico dopo i controlli. Per ciò che concerne le applicazioni commerciali la pesca elettrica permette di sopperire alla riduzione dei pescatori di professione e di far fronte alla crescente domanda di pesce vivo da ripopolamento, che proviene dai laghetti di pesca sportiva.

Tuttavia, anche se la pesca elettrica rappresenta un metodo di prelievo ormai comune, per un suo corretto uso si ravvisano ancora molte incertezze o addirittura una non adeguata conoscenza delle basi teoriche della tecnica, delle apparecchiature e della loro configurazione, dei sistemi di campionamento e dell'interpretazione dei dati. Questi limiti comportano conseguenze da non sottovalutare. In molti casi, ad esempio, non è possibile confrontare dati e risultati conseguiti da operatori diversi o magari utilizzando apparecchiature diverse. Inoltre, la mancanza di protocolli operativi e guide esplicative comporta un forte dispendio di risorse e mezzi e induce elementi d'incertezza sui risultati conseguiti.

Le considerazioni sopra esposte acquisiscono particolare rilevanza per il L. Trasimeno, ecosistema in cui le popolazioni ittiche costituiscono

un'importante risorsa naturale ed economica. In tale ambiente opera un consistente numero di pescatori di professione, anche se da numerosi anni si sta assistendo ad un lento declino della pesca (diminuisce il numero dei pescatori ed aumenta la loro età media). In questo caso l'utilizzazione della pesca elettrica può fornire un utile strumento d'indagine per il monitoraggio delle risorse ittiche. Ciò consentirebbe di intervenire in modo tempestivo nella protezione delle specie che assumono rilevanza dal punto di vista naturalistico e consentirebbe di pianificare gli interventi di sostegno e di regolamentazione della pesca professionale. Per questi motivi la Provincia di Perugia ha promosso una ricerca volta ad ottimizzare le pratiche di pesca elettrica e a redigere un protocollo operativo per la standardizzazione della tecnica e dei dispositivi di pesca.

1 La pesca elettrica*

1.1 La teoria

Gli elementi fondamentali da considerare per chi, per la prima volta, si appresta ad utilizzare un elettrostorditore sono la sicurezza di chi opera e la conservazione della fauna ittica. Entrambi comportano la conoscenza di alcuni principi elettrici fondamentali e delle caratteristiche dell'acqua. Per quanto riguarda il primo aspetto è indispensabile la conoscenza dei circuiti elettrici quali ad esempio la potenza e le caratteristiche del generatore elettrico, il tipo di corrente, la forma e l'utilizzo degli elettrodi (anodo e catodo). Normalmente questi sono gli elementi su cui si concentra l'attenzione degli operatori, mentre minore attenzione viene, invece, destinata alla teoria dei campi elettrici che si occupa della distribuzione dell'energia elettrica nell'acqua. Questo punto è di importanza fondamentale e la sua sottovalutazione, di fatto, compromette o ridimensiona l'efficacia della pesca elettrica. Nella tabella 1.1.1 sono riportati i termini di base, le definizioni e le unità di misura delle grandezze utilizzate nella la teoria dei circuiti e dei campi elettrici.

| <i>Termine</i> | <i>Definizione</i> | <i>Simbolo</i> | <i>Unità di misura</i> |
|------------------------|---|-----------------|------------------------|
| Carica elettrica | Quantità di corrente elettrica | Q | coulomb |
| Voltaggio | Energia/Carico | V | volt |
| Corrente | Carica/tempo | I | ampere |
| Resistenza | Attrito elettrico | R o Ω | ohm |
| Potenza | Energia/Tempo | P | watts |
| Energia | Potenza x Tempo | W | watt-ora |
| Resistività | Attrito x distanza | ρ o ρ | ohm-cm |
| Conducibilità | 1/P | σ | mho/cm o $\mu S/cm$ |
| Gradiente di voltaggio | Variazione del voltaggio per la distanza | e | volts/cm |
| Densità di corrente | Flusso di corrente attraverso un piano | J | amp/cm ² |
| Densità di potenza | Potenza dissipata in un mezzo tridimensionale | D | watt/cm ³ |

I contenuti di questo capitolo fanno riferimento ad uno dei più recenti e completi documenti sulla pesca elettrica sponsorizzato negli USA dall'EPA: Jim Reynolds – Electrofishing theory. In “New perspectives in electrofishing”. Edited by S.M. Allen-Gil. May 2000

Tab. 1.1.1*

1.1.1 La teoria dei circuiti

La materia è costituita di particelle caratterizzate da carica elettrica positiva (protoni) e negativa (elettroni), altre possiedono carica neutra (neutroni). All'interno dei corpi, in maniera particolare nei metalli, le cariche elettriche hanno la capacità di muoversi. In realtà non avviene un vero e proprio spostamento degli elettroni, ma un trasferimento di energia che viene scambiata attraverso gli urti fra gli elettroni. Lo spostamento di cariche, che avviene in un determinato tempo, viene definito circolazione di corrente elettrica (I) e si misura in Ampere (A). La relazione che lega le citate variabili è la seguente:

$$I = \frac{Q}{t}$$

dove Q = quantità di carica in coulomb

I = corrente elettrica in ampere

t = tempo in secondi

La corrente elettrica è costituita quindi dal flusso di cariche che tendono a ristabilire una condizione di neutralità tra due corpi elettricamente carichi. Se i due corpi, con la circolazione della corrente, diventano neutri, immediatamente la corrente cessa (in quanto non c'è più una forza di attrazione tra i due). Diversamente, ossia se essi continuano a mantenere una differenza di carica elettrica, la circolazione di corrente perdurerà. La circolazione della corrente è intensa nei materiali che hanno una buona quantità di elettroni liberi, caratteristica questa che è propria dei conduttori. Da ciò si deduce che la corrente elettrica circola dalla zona in cui gli elettroni sono in eccesso verso

quella in cui prevalgono le cariche positive (protoni), quindi la corrente elettrica si sposta dal polo negativo verso quello positivo.

1.1.2 I circuiti elettrici

I componenti essenziali per il funzionamento di un circuito elettrico sono:

- *I generatori*. Producono l'energia elettrica e sono classificati in generatori di tensione e generatori di corrente. Nei circuiti elettrici di normale impiego si utilizzano generatori di tensione.

- *I conduttori*. Servono a trasportare la corrente elettrica collegando i generatori agli utilizzatori.

- *Gli utilizzatori (o carico)*. Consentono di trasformare l'energia elettrica in un altro tipo di energia (meccanica, termica, ecc.).

In base alla loro organizzazione i circuiti possono essere suddivisi in serie o in parallelo. Nei circuiti in serie i componenti e cioè il generatore, l'interruttore e gli utilizzatori (ad esempio lampade) formano un percorso unico; se si verifica un'interruzione le lampade si spengono. I circuiti in parallelo, invece, sono divisi in rami; supponendo che in questo caso gli utilizzatori siano costituiti sempre da lampade, se avviene un'interruzione in un ramo del circuito la lampada di quel ramo si spegnerà ma la corrente continuerà a fluire nei rami restanti mantenendo accese tutte le lampadine presenti.

1.1.3 La resistenza elettrica

Quando all'interno di un conduttore elettrico circola corrente, gli elettroni sono ostacolati e deviati dal loro percorso originario, perché circolando urtano altri elettroni. Questo fenomeno è definito *resistenza elettrica* e questa varia

a secondo del conduttore. Nei conduttori che hanno una maggiore resistenza elettrica gli elettroni sono molto ostacolati nel loro percorso, al contrario nei conduttori a minore resistenza elettrica gli elettroni scorrono con maggiore facilità. La resistenza elettrica nei conduttori produce una riduzione della corrente che circola e una perdita di energia. La resistenza elettrica, oltre che dipendere dal tipo di conduttore, aumenta con l'aumentare della sua lunghezza ma diminuisce con l'aumentare della sua sezione.

Se R è la resistenza complessiva di un conduttore, la formula per determinarne il valore sarà:

$$R = r \frac{l}{s}$$

dove:

R = resistenza elettrica in ohm

l = lunghezza del conduttore in m

s = sezione del conduttore in mm²

r = coefficiente di resistività del conduttore

1.1.4 - Legge di Ohm

Il rapporto tensione/corrente dei valori misurati in un circuito di prova dà un valore costante, infatti se si aumenta o diminuisce la tensione, a parità di resistenza, la variazione di corrente è direttamente proporzionale. Questa relazione è spiegata dalla seconda legge di Ohm

$$R = \frac{V}{I}$$

dove

R = resistenza elettrica in ohm

V = tensione in volt

I = Corrente elettrica in ampere

Una volta conosciuti gli elementi essenziali riguardanti la corrente elettrica ed i circuiti è possibile la costruzione di un sistema per la pesca elettrica. Questo, di norma, è costituito da un generatore elettrico a cui sono collegati un catodo ed un anodo, talvolta si possono avere più anodi e più catodi.

Quando si pesca nei laghi, la barca (metallica) serve spesso da catodo mentre l'anodo, costituito da un tondino metallico a forma di cerchio, è fissato ad un'asta realizzata con materiale isolante. Nella maggior parte dei casi, l'anodo è provvisto di una rete che serve per catturare i pesci attratti o storditi dal campo elettrico. Nei sistemi di pesca con un solo anodo e un catodo il sollevamento dall'acqua di uno dei due apre il circuito, facendo cessare l'attività di pesca. La stessa cosa non accade con i sistemi con anodi e catodi multipli. Essendo disposti in parallelo, il loro sollevamento dall'acqua non interrompe il circuito e quindi non fa cessare l'azione di pesca, almeno fino a quando nell'acqua rimangono applicati un catodo ed un anodo. Comunque, anche nel caso in cui siano applicati più anodi, il circuito viene aperto dal sollevamento dall'acqua del catodo.

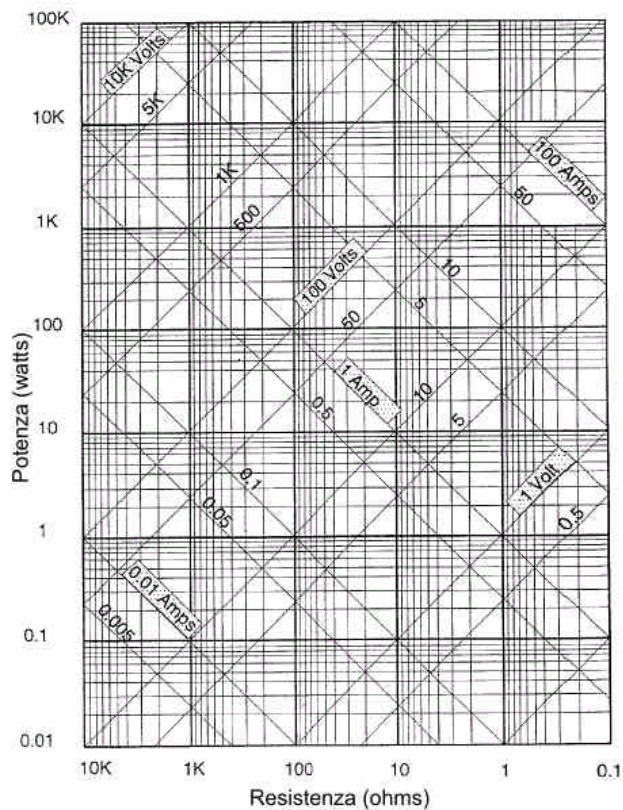
Nei sistemi per la pesca elettrica l'acqua costituisce una componente del circuito ed il carico è rappresentato dai pesci. Il requisito fondamentale delle apparecchiature di pesca elettrica è quello di trasferire l'energia proveniente da un carico (l'acqua) ad un altro (i pesci). La resistenza dei pesci è generalmente differente da quella dell'acqua. La differenza fra la resistenza dell'acqua e la resistenza dei pesci può limitare l'energia trasmessa e quindi l'efficacia di cattura dell'apparecchiatura. Pertanto le difficoltà che si incontrano nell'uso della pesca elettrica sono costituite dal trasferimento di

un'adeguata quantità di energia dal generatore all'acqua e da questa ai pesci. I fattori che lo regolano non sono facilmente controllabili, tuttavia è importante conoscerli per cercare di limitarli o annullarli.

Un altro parametro importante nella pesca elettrica è la potenza (P) che è data dalla tensione per la corrente, dove la tensione è l'energia della carica per l'unità di tempo e la corrente è la carica per l'unità di tempo. Un trasferimento di carico verso l'esterno comporta un rilascio di energia per unità di tempo regolato dalla legge di Joule:

$$P = IxR \quad \text{o} \quad P = \frac{V^2}{R}$$

Nella figura 1.1.4.1 sono schematizzate le interazioni che si instaurano tra voltaggio, resistenza, corrente e potenza.



1.1.5 – Onde elettriche

Nella corrente continua (CC) gli elettroni si muovono con la velocità della luce (330.000 km/sec) dal catodo all'anodo. La chiusura del circuito determina un loro istantaneo aumento, mentre l'apertura li fa diminuire altrettanto rapidamente. La CC si è dimostrata un'ottima soluzione nella pesca elettrica

Fig. 1.1.4.1

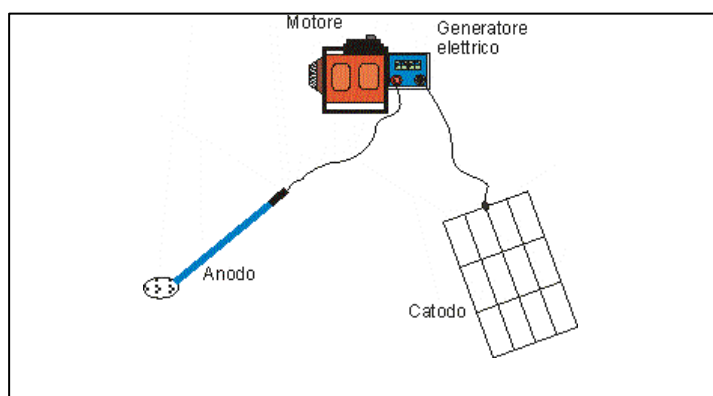
perché è meno pericolosa per i pesci della CA, ma richiede l'impiego di generatori elettrici molto potenti. Questo inconveniente è stato superato con l'utilizzazione della CC pulsata, che è altrettanto efficace nella cattura dei pesci, ma richiede apparecchiature meno potenti.

Le grandezze che regolano la CC pulsata sono la durata dell'impulso o ampiezza (normalmente 5 msec) ed il numero di impulsi per unità di tempo (impulsi al secondo o Hertz). Ad esempio la frequenza prevalentemente utilizzata è di 50/60 Hertz. Data la variabilità degli impulsi, questo tipo di corrente è caratterizzato da una tensione massima e da una media. Entrambe le variabili si rivelano importanti per la cattura dei pesci, anche se i picchi probabilmente assumono importanza primaria.

I pesci vengono attratti dall'anodo (galvanotassia positiva) probabilmente perché la parte anteriore del cervello sembra trasportare cariche negative. Anche se hanno lo stesso sistema nervoso, non tutte le specie rispondono allo stesso modo alla pesca elettrica; inoltre in una stessa specie la risposta cambia in funzione delle dimensioni. I pesci più grandi tendono ad essere più vulnerabili perché gli impulsi della corrente, che viaggiano ad onde, intersecano più volte il loro corpo, sia lungo l'asse cefalo-caudale, sia lungo quello dorso-ventrale. Da questo punto di vista è importante la durata delle applicazioni: trattamenti brevi limitano fortemente la mortalità o danni al sistema scheletrico. Invece, per quanto riguarda i pesci più piccoli, ed in generale per tutti pesci, eventuali danni possono essere indotti dalla durata e dalla frequenza degli impulsi. Questi fenomeni possono essere esaltati dalla struttura scheletrica e muscolare. Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto è importante la percentuale di massa muscolare rispetto alla massa corporea totale. Percentuali alte, come si riscontra ad esempio nei salmonidi, determinano un'ottima risposta.

Un ulteriore elemento che regola la risposta dei pesci alle applicazioni elettriche è la grandezza e la natura delle scaglie. Scaglie grosse e spesse, come ad esempio si riscontra nella carpa, riducono la catturabilità, al contrario, scaglie piccole (salmonidi) la fanno aumentare.

Infine vanno considerate le caratteristiche dell'acqua. Tra queste la conducibilità può rivelarsi come un parametro molto limitante. E' noto, infatti, che l'efficacia della pesca elettrica diminuisce in acque a elevata conducibilità. Poco si sa sulla conducibilità dei pesci, in ogni caso è stato dimostrato che buoni livelli di cattura si raggiungono quando l'acqua ed i pesci hanno la stessa conducibilità.



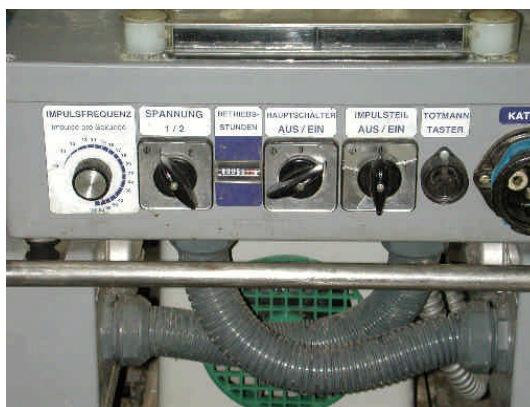
1.2 I sistemi di pesca elettrica

I componenti fondamentali di un apparecchio per la pesca elettrica sono il motore (generalmente a scoppio) a cui è collegato un generatore elettrico con i dispositivi per la regolazione della corrente e degli impulsi, il catodo e l'anodo (Fig. 1.2.1)

Fig. 1.2.1

Fig.1.2.2

La maggior parte degli elettrostorditori sono provvisti di dispositivi per la produzione sia di corrente elettrica continua che continua pulsata (Fig.1.2.2). Nella modalità CC è possibile applicare corrente di potenza diversa (normalmente sono disponibili due soluzioni)



Gli elettrostorditori sono inoltre in genere provvisti di strumenti per la misura del voltaggio (V) e della corrente (A) (Fig. 1.2.3).



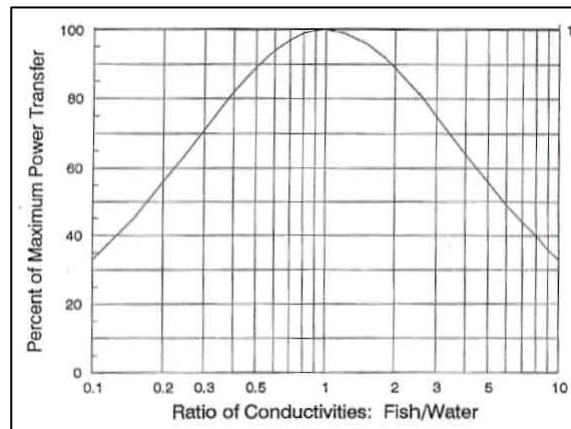
Fig. 1.2.3

Alcune ditte, soprattutto americane, producono apparecchiature che hanno uscite sia in corrente continua che alternata. Inoltre è possibile intervenire sulle caratteristiche della corrente applicata ed in modo particolare, per quanto riguarda la CC pulsata, oltre che sul numero degli impulsi anche sulla larghezza degli impulsi.

1.2.1 Trasferimento massimo di potenza

Nei circuiti ci sono due tipi di carichi o resistenze: la resistenza interna del sistema e la resistenza del carico. L'efficienza massima del sistema viene raggiunta quando la resistenza interna è uguale a quella del carico. Un aumento della resistenza provoca una diminuzione della corrente ed un aumento della tensione. Il trasferimento massimo di potenza si ha quando il carico (R_v) è uguale a 10 , e ciò accade, come detto in precedenza, quando la resistenza del carico è uguale alla resistenza interna. La resistenza interna è costituita dal catodo (la barca se il catodo è applicato ad essa), mentre quella variabile, in parte è composta dai pesci, in parte dall'acqua. Quando la conducibilità dell'acqua e dei pesci coincidono, tutta la potenza applicata sarà trasferita ai pesci. Questa condizione non sempre viene raggiunta, ad esempio un cambiamento della conducibilità dell'acqua può compromettere la cattura dei pesci alterando il trasferimento della potenza applicata. La standardizzazione di un modello guida per l'uso della pesca elettrica dovrebbe consistere nel definire la potenza che va applicata una volta che si conoscono la conducibilità e la temperatura dell'acqua; per i pesci si assume che questa sia costante.

Fig. 1.2.1.1



Nella figura 1.2.1.1* l'asse orizzontale indica il rapporto della conducibilità dell'acqua rispetto a quella dei pesci, quello verticale la percentuale del trasferimento massimo di

potenza. Il valore massimo (100%) si ottiene quando il rapporto delle conducibilità è uguale a 1. Mentre la conducibilità dell'acqua è facilmente determinabile, altrettanto non si verifica per i pesci e pertanto, ai fini pratici, si assume che quest'ultima sia pari a 150 mohms/cm. La scelta di tale valore, anche se non esatto per tutte le specie, è fondamentale ai fini della standardizzazione della pesca elettrica. Nella pratica corrente, in acque a bassa conducibilità, si assiste ad una diminuzione della corrente (volts), mentre in quelle ad alta conducibilità diminuisce la densità di corrente (ampere). Non sempre gli apparecchi a disposizione consentono la regolazione delle due grandezze ai fini della standardizzazione. In ogni caso, poiché la standardizzazione è volta a definire protocolli guida per l'uso della pesca elettrica, è fondamentale che, prima di passare alle applicazioni, siano effettuate misure del campo elettrico. Queste possono essere fatte utilizzando oscilloscopi,

*Jim Reynolds – Electrofishing theory. In “New perspectives in electrofishing”. Edited by S.M. Allen-Gil. May 2000

tester o misuratori di campi veri e propri. In mancanza di tali strumenti il biologo dovrebbe annotare il comportamento dei pesci, per poi individuare la regolazione più opportuna della potenza e degli impulsi.

Le caratteristiche del campo elettrico cambiano non solo in funzione della corrente, ma anche in base alla forma, dimensione, posizione, distanza e orientamento degli elettrodi. In tutti gli ambienti e le condizioni l'obiettivo è sempre lo stesso: portare i pesci in superficie, in vicinanza degli operatori, in modo che possano essere catturati. Grosse difficoltà, da questo punto di vista, si riscontrano nelle acque profonde. In questi casi (profondità di 3-4 m) una buona regola è di preparare un catodo con un cavo di rame multipolare lungo 3-4 m, di cui viene scoperta soltanto l'ultima porzione finale di 30-40 cm, da far arrivare sul fondo.

In generale il catodo deve avere una superficie uguale o maggiore a quella dell'anodo; ciò evita la dissipazione di potenza al catodo. Una buona soluzione, pratica ed economica, per aumentare la superficie del catodo è di unire due stampi di alluminio, per uso alimentare, interponendo fra i due uno strato di polistirolo.

Un altro elemento che riveste una grande importanza, ma spesso trascurato, è la forma degli elettrodi. In particolare molta attenzione va prestata alle dimensioni dell'anodo che dovrebbe essere di diametro il più grande possibile per non provocare danni ai pesci. L'aumento del diametro determina un aumento della dimensione del campo elettrico che fa diminuire l'intensità della corrente nelle vicinanze dell'anodo stesso. Con la riduzione del diametro dell'anodo accade il contrario e quindi aumentano i rischi per i pesci. Ciò appare molto evidente quando all'anodo vengono applicati sottili cavi

supplementari, che rappresentano un rischio per i pesci se questi, durante l'azione di pesca, vengono a contatto con tali dispositivi. Pertanto le soluzioni descritte sono consigliabili soprattutto in acque a forte conducibilità, dove è richiesta l'utilizzazione di anodi di piccola superficie per evitare il sovraccarico dei generatori elettrici.

Gli anodi possono essere di formato diverso e generalmente la forma ideale è una sfera che assicura una dispersione uniforme dell'energia. Tuttavia tale soluzione sarebbe poco pratica per peso, ingombro e resistenza. Per questo l'accorgimento più pratico è costituito da un anello a forma di cerchio, a cui possono essere applicati unità supplementari, costituiti da cavi o strisce metalliche. E' stato dimostrato che una soluzione di questo tipo crea un campo elettrico simile a quello di una sfera.

La distanza fra l'anodo ed il catodo non è importante in quanto, normalmente, quest'ultimo si comporta come circuito di ritorno per il sistema. La riduzione della distanza può essere importante ai fini dell'aumento della resistenza del campo, soluzione che deve essere presa in considerazione nei casi di inefficacia dell'anodo. In questi casi occorre evitare che i due elettrodi vengano a contatto fra loro per non danneggiare il generatore elettrico.

1.2.2 Sicurezza

Così come non esistono protocolli ben definiti per l'uso delle attrezzature di pesca elettrica, altrettanto accade per la sicurezza. Da qualche anno è obbligatoria, per legge, la revisione annuale delle apparecchiature, tuttavia, i rischi derivano da una loro non corretta utilizzazione. La pesca elettrica può essere effettivamente pericolosa e il margine di rischio aumenta se non sono

adottate le adeguate precauzioni e peggio ancora se l'attrezzatura non è a norma.

Situazioni di rischio si hanno quando vengono utilizzati anodi multipli e questi, per esigenze operative, vengono affidati a operatori non esperti. In questi casi, ma anche quando è utilizzato un solo anodo, nella foga di catturare i pesci, può venir meno l'attenzione nell'uso dell'attrezzatura. Gli operatori non adeguatamente isolati, toccati inavvertitamente dall'anodo, possono essere colpiti da una scarica elettrica. Con i moderni elettrostorditori, provvisti del cosiddetto "uomo presente", in grado di riaprire il circuito mediante un interruttore, questo rischio non esiste o è minimo. Normalmente questo operatore non partecipa alla cattura dei pesci ed è quindi in grado di controllare eventuali omissioni o errori degli altri operatori.

Presupponendo una corretta utilizzazione dell'apparecchiatura le precauzioni da adottare sono le seguenti:

- gli addetti all'anodo, che operano in acqua, devono utilizzare guanti di gomma forniti dalle ditte che commercializzano apparecchiature per la pesca elettrica;
- devono essere utilizzati stivali di altezza adeguata in modo da essere isolati dall'acqua;
- qualunque incidente, quale caduta in acqua, foratura degli stivali che comporta la perdita dell'isolamento, causa l'immediata interruzione dell'attività di pesca per l'operatore coinvolto;
- se si opera con una barca elettrificata (catodo applicato alla scafo) è necessario verificare che tutta la barca presenti lo stesso potenziale
- tutti i pesci che entrano nel raggio d'azione dell'anodo devono essere

immediatamente pescati da altri operatori muniti di appositi retini non elettrificati. La loro rimozione evita che i pesci siano sottoposti a lungo all'azione del campo elettrico.

Per questi ultimi operatori si applicano tutte le precauzioni già descritte per quelli che manovrano gli anodi.

1.2.3 Verifica sul campo dell'attrezzatura

La standardizzazione è importante per una corretta campionatura dei pesci e interpretazione dei dati. Ciò richiede la calibratura e la verifica delle prestazioni dell'apparecchiatura. La verifica comporta la misura del gradiente di tensione all'anodo, usando un oscilloscopio o un rivelatore di picco di tensione. Anche se il rivelatore non fornisce informazioni sulla forma dell'onda, tuttavia è più semplice da utilizzare. Uno degli strumenti più semplici in questo senso è un tester di pendenza di tensione. Questa misura consente di accertare le uscite massime di potenza. In pratica le misure di campo consistono nel verificare a quale distanza dall'anodo si verificano le pendenze di tensione di 1 V/cm e 0,1 V/cm che rappresentano, rispettivamente, le due condizioni estreme: campo elettrico ottimale e campo nullo o non efficace. Queste misure sono anche fondamentali per verificare la funzionalità delle apparecchiature e l'efficacia o adeguatezza degli elettrodi.

1.2.4 Caratteristiche delle attrezzature:

I sistemi più potenti o/e efficienti utilizzano la barca come catodo.

Le dimensioni standard dell'anodo in riferimento alla conducibilità sono pari a:

- circa 30 cm in acque di media conducibilità
- circa 15 cm in acque ad alta conducibilità
- circa 46 cm in acque a bassa conducibilità

In condizioni di alta conducibilità è consigliabile l'applicazione di anelli supplementari all'anodo che ne migliorano le prestazioni.

L'aumento delle dimensioni dell'anodo riduce la pendenza di tensione e parallelamente le possibilità di danneggiare i pesci diventano minime.

E' opportuno che la superficie dell'anodo e quella del catodo siano equivalenti. In questo senso è opportuno sostituire la treccia di rame, normalmente fornita con l'elettrostorditore, con altri catodi a maggiore superficie.

E' opportuno realizzare anodi interscambiabili prevedendo il fissaggio al supporto (manico) mediante un bullone.

Numero degli impulsi: si consiglia di iniziare a operare con 15-30 Hertz e poi aumentare progressivamente fino a trovare la frequenza più utile per le catture, tenendo presente che le frequenze più elevate comportano un aumento dei rischi per i pesci.

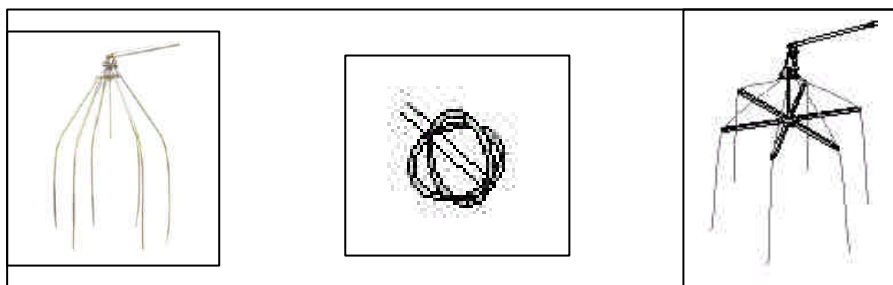
E' opportuno regolare la frequenza in funzione della sensibilità delle singole specie.

L'aumento di tensione estende il campo, ma parallelamente aumenta la potenza applicata all'acqua e la differenza di tensione fra gli elettrodi, caratteristiche che comportano rischi per i pesci.

L'efficienza degli elettrodi è ridotta dalla loro resistenza, determinata dall'interfaccia elettrodo-acqua. L'anodo che offre minore resistenza è la sfera, l'elettrodo meno efficiente (maggiore resistenza) è il singolo cavo. L'anello di

Wisconsin, che simula una sfera, crea un campo elettrico tridimensionale, che esercita i suoi effetti sia in superficie che in profondità. Un elettrodo di questo tipo può essere realizzato costruendo dispositivi come quelli riportati nella figura 1.2.4.1.

Fig. 1.2.4.1



Indipendentemente dalla forma degli elettrodi una tecnica per attirare i pesci, dalla profondità verso l'anodo, è quella di usare basse tensioni. L'attrazione dei pesci bentonici non è facile da ottenere anche perché, in qualche caso, la componente argillosa dei fondali, che ha una forte conducibilità, disperde il campo elettrico.

La pesca elettrica può dare risultati diversi in termini di catturabilità rispetto alle singole specie ittiche. Ad esempio alcune specie senza vescica natatoria, come il pesce gatto, sono poco sensibili. In questi casi frequenze di impulsi di 60-70 Hertz, che normalmente vengono applicate con successo ad altre specie, comportano il raggiungimento di una condizione di tetano che blocca i pesci sul fondo; quindi frequenze più basse (15 Hertz) possono essere più vantaggiose. Sempre in questi casi può essere utile alternare fasi di chiusura ed apertura dei circuiti. Ciò dà la possibilità ai pesci di risalire in superficie dopo essere stati stimolati dalla corrente elettrica.

1.2.5 Interpretazione dei dati

La fase più delicata dell'interpretazione dei dati è lo sforzo pesca. Inoltre la loro valutazione può essere resa più problematica dal tipo di attrezzatura utilizzata, dalle diverse caratteristiche delle specie, dell'habitat e delle condizioni ambientali.

Le catture di fauna ittica vengono riferite all'unità di sforzo pesca (CPUS o Catture Per Unità di Sforzo). Pertanto in una determinata unità di tempo, le CPUS sono proporzionali al numero di pesci per unità di area, ossia

$$\text{CPUS} = \frac{\text{Pesci totali catturati}}{\text{Unità di area}} \times C$$

C è una costante che esprime la probabilità di cattura di una determinata specie. In questo caso si assume che la probabilità di cattura non è influenzata dall'habitat e dalle condizioni ambientali.

L'approccio metodologico per l'interpretazione dei dati deve essere preceduto da una definizione degli obiettivi. Questi possono essere costituiti dalla determinazione della struttura della comunità ittica (numero delle specie) o dalla dimensione e dalla biomassa di una singola popolazione (specie). Se ad esempio l'obiettivo è quello di determinare la mortalità o il grado di vulnerabilità di una specie, allora è richiesta un'accurata determinazione del numero delle classi di età e della loro abbondanza. In questo caso le CPUS non sono indispensabili. Se invece è richiesto di determinare il grado di presenza/assenza delle specie allora le CPUS sono importanti ed è fondamentale calcolare lo sforzo pesca in funzione della probabilità di cattura delle singole specie. Le CPUS possono essere ritenute significative se le caratteristiche

dell'habitat nel quale si effettua il campionamento sono omogenee.

1.2.6 Strategie di campionamento

Le strategie possono essere di due tipi:

- 1 - Adozione di una strategia di campionamento costante che è volta a determinare la catturabilità prevedibile in funzione dell'attrezzatura scelta e delle condizioni definite (habitat, specie).
- 2 - Prevedere una variabilità di catture non gestibili mediante la strategia del campionamento.

Nel primo caso è importante la standardizzazione dell'attrezzatura e dello sforzo-pesca (unità operativa), nel secondo occorre una accurata valutazione dei dati. E' possibile determinare la catturabilità nelle situazioni non omogenee effettuando una serie di interventi volti a standardizzare tecniche e dati. Naturalmente la standardizzazione è possibile solo se viene determinata l'area campionata e questa deve essere effettuata anche in funzione del tempo. La standardizzazione solo in funzione del tempo può essere deviante, perché non si tiene conto della complessità e della variabilità dell'ambiente. Occorre evitare di concentrare lo sforzo pesca dove si pensa di trovare i pesci, trascurando magari altre situazioni in cui, al contrario, si pensa che i pesci non ci siano.

Una volta che lo sforzo è stato definito, possono essere utilizzate tecniche statistiche per correggere i dati derivanti da sforzo pesca variabile. Per esempio, se il protocollo operativo prevede una stratificazione dei campioni per habitat, allora è indispensabile che i settori non siano tutti della stessa lunghezza.

Anche quando i protocolli sono standardizzati sul campo, possono verificarsi fenomeni di variabilità che riguardano la profondità dell'acqua e la sua torbidità, la specie, la grandezza e la forma dei singoli individui.

In conclusione se non è impiegato un protocollo standardizzato allora la catturabilità non è determinabile. Se invece si adotta un protocollo, la variabilità delle condizioni sopra descritte può essere corretta.

2 Premessa

La ricerca promossa dalla Provincia di Perugia ha come obiettivo la messa a punto di un protocollo tecnico per l'utilizzazione della pesca elettrica nel lago Trasimeno come sistema di prelievo ai fini economici e di monitoraggio delle popolazioni ittiche. Tale obiettivo è stato individuato sulla base delle seguenti considerazioni:

- l'attività di pesca professionale sul Lago Trasimeno attraversa un periodo di estrema difficoltà di tipo economico;
- è interesse della Provincia di Perugia individuare tecniche di pesca in grado di determinare processi di modernizzazione e razionalizzazione;
- la pesca elettrica può costituire, oltre ad un valido strumento per il monitoraggio delle popolazioni ittiche, anche una tecnica di prelievo più efficace e selettiva di quelle tradizionali, come già attuato in altri paesi;
- a tal fine necessita verificare sul Lago Trasimeno, in maniera precisa e scientifica, l'efficacia di tale metodica;
- la Provincia di Perugia, in collaborazione con il G.A.L. TRASIMENO - ORVIETANO, ha redatto il "Progetto pilota per la modernizzazione e razionalizzazione della pesca sul Lago Trasimeno", approvato in forma esecutiva con Delibera di Giunta n.947 del 27/12/1999, stabilendo di affidare all'Università degli Studi di Perugia – Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia - l'attività di ricerca prevista.

3 Materiale e metodi

In questo capitolo vengono illustrate le principali metodologie adottate in riferimento agli obiettivi della ricerca.

La stesura del piano sperimentale è stata preceduta da un'accurata ricerca bibliografica, che ha permesso di evidenziare quanto segue. La pesca elettrica si è ormai affermata come sistema di controllo scientifico delle popolazioni ittiche ed è sempre più utilizzata dagli operatori delle pubbliche amministrazioni (soprattutto amministrazioni provinciali) per interventi di carattere gestionale. Molto più limitati sono invece i casi di utilizzazione nel settore della pesca professionale. A seguito della diffusione del suo uso cresce tra le associazioni ambientaliste la preoccupazione per i possibili danni che possono essere arrecati ai pesci da tale trattamento. Proprio per questo, in numerosi paesi (soprattutto USA) si stanno sviluppando ricerche e iniziative per verificare se si tratta di problemi reali o di enfattizzazioni. Dalla rassegna bibliografica il vero problema che emerge è tuttavia un altro ed è costituito dalla assoluta mancanza di protocolli operativi di riferimento per gli utenti delle apparecchiature per la pesca elettrica. Ad esempio, quasi mai, prima degli interventi di campionamento, si procede ad una serie di misure di campo che consentono di calibrare attrezzature e metodi in funzione degli obiettivi. Si pensi ad esempio alle caratteristiche degli apparecchi che vengono forniti dalle ditte del settore con accessori standard. In particolare anodo e catodo sono di un solo tipo e sono utilizzati in tutti gli ambienti acquatici (torrenti, fiumi e laghi) indipendentemente dalle loro caratteristiche (conducibilità, profondità, ecc.). E' stato dimostrato che la catturabilità dei pesci è fortemente

influenzata dalle caratteristiche dei circuiti e dalle modalità di applicazione (tempi di trattamento, lunghezza dei tratti, numero di impulsi, ecc.). Pertanto la mancanza di protocolli operativi standardizzati non rende possibile il confronto fra serie di dati diverse, annullando o riducendo tutti i possibili vantaggi che possono derivare da tale tecnica di monitoraggio ai fini della gestione. Per tutti questi motivi parte dell'attività di ricerca è applicata all'analisi dei circuiti ed in modo particolare all'analisi dell'efficacia di anodi e catodi diversi. Quest'attività è stata condotta grazie al contributo dei tecnici dell'impianto ittiogenico della Provincia di Perugia, che hanno costruito i dispositivi selezionati.

3.1 Approccio metodologico

Sulla base dell'attività preliminare, attraverso un confronto tra il gruppo di ricerca e la Provincia di Perugia (Ufficio Gestione Fauna Ittica) sono stati individuati gli elementi essenziali su cui impostare il piano sperimentale. Sulla base di queste verifiche l'attività è stata suddivisa in tre fasi:

Fase 1: La prima richiesta dell'AP di Perugia è stata quella di conoscere le catture per unità di sforzo (CPUS) in alcune tipologie lacustri omogenee: fascia del canneto, fascia delle macrofite sommerse e, ancora più verso il centro del lago, zona delle acque aperte.

Fase 2: Si è sperimentata l'applicazione di anodi e catodi di varia misura e forma per individuare l'attrezzatura ottimale ai fini della standardizzazione delle attività di pesca. In questa fase sarebbe stato opportuno effettuare misure di campo elettrico, ma non è stato possibile reperire in commercio uno strumento di questo tipo. Quasi sicuramente lo strumento in questione verrà

Fig. 3.2.1.1

allestito dal gruppo di ricerca e quindi le misure di campo verranno eseguite successivamente alla redazione della relazione. In questa fase è stato convenuto di valutare le prestazioni dei circuiti allestiti sulla base dell'esito dei campionamenti e delle catture. Successivamente le stesse apparecchiature verranno testate mediante misura del campo elettrico (ampiezza e intensità del campo elettrico).

3.2 Campionamenti

3.2.1 Fase 1.

Apparecchiatura elettrica utilizzata

Le attività di campionamento sono volte a verificare la catturabilità conseguente alla utilizzazione dell'apparecchiature del centro ittologico di S.Arcangelo. Tra i vari elettrostorditori a disposizione è stato scelto quello di potenza di 4,5 kW (Fig. 3.2.1.1).



E' stato utilizzato l'anodo standard da 46 cm fornito con l'elettrostorditore, mentre il catodo era costituito da un cavo multipolare in acciaio da 0,6 cm di



catodo
a coda di topo



anodo
(46 cm)

diametro.

L'attività di campionamento è stata condotta all'isola Polvese, a Panicarola e a S.Feliciano. In ognuno di queste tre aree sono state analizzate tre diverse fasce:

- a) fascia del canneto (4 tratti di 100 m circa)
- b) fascia delle macrofite sommerse (4 tratti di 100 m circa)
- c) fascia delle acque aperte (4 tratti di 100 m circa)

In queste tre fasce, in ognuno dei quattro settori omogenei, è stato testato un trattamento elettrico diverso.

Ai fini della valutazione della catturabilità si è tenuto conto dei seguenti parametri:

- *tempo* – è stato registrato il tempo complessivo effettivo del trattamento elettrico. In pratica si è tenuto conto di tutte le interruzioni di pesca determinate dal sollevamento dell'anodo dall'acqua.
- *spazio* – la lunghezza dei tratti esaminati è stata esaminata mediante GPS. L'utilizzazione del GPS ha permesso di memorizzare il punto di inizio e quello finale del percorso nonché tutti i trackpoints compresi fra i due. La memorizzazione di questi elementi è stata utile ai fini di una rappresentazione cartografica dei settori, per il riesame dei settori con strumenti o modalità di trattamento diversi in tempi successivi e infine per la determinazione della loro lunghezza. Ogni punto è stato codificato con una sigla a 6 caratteri. I primi due indicano la località di riferimento (PO –Polve; PA – Panicarola; SF – S.Feliciano), i due seguenti il tipo d'habitat (CA – Cannelto; MA – Macrofite; AP – Acque aperte), e

gli ultimi due la sequenza spaziale dei punti del transetto (1-5).

- *Numero di impulsi* – utilizzando l'attrezzatura standard dell'AP, in questa prima fase, l'obiettivo principale era quello di testare la risposta dei pesci al trattamento elettrico. L'impossibilità di utilizzare CC non pulsata è un dato già assodato per il Lago Trasimeno. Gli alti valori di conducibilità dell'acqua determinano infatti un sovraccarico dei generatori elettrici e pertanto è utilizzabile solo la CC pulsata. Sono state testate quattro tipi di frequenze:

- 20 Hertz
- 40 Hertz
- 60 Hertz
- 80 Hertz

Le misure ittiche effettuate direttamente all'atto del campionamento sono:

- Lunghezza totale per ciascun individuo, determinata dall'apice del muso fino al lobo superiore della pinna caudale, mediante l'utilizzo di una tavoletta ittiometrica graduata, caratterizzata da una precisione di +/- 0,1 cm.

- Peso totale di ogni esemplare tramite bilancia elettronica (+/- 1g)

- Prelievo di scaglie sopra la linea laterale, in posizione antero-dorsale, su un numero rappresentativo di individui, per la successiva determinazione dell'età in laboratorio. Il materiale raccolto è stato conservato in boccette contenenti alcool etilico a 30° C.

Secondo quanto previsto dalle metodologie adottate (Moran, 1951; Zippin, 1956, 1958) il numero e la biomassa probabili dei campionamenti del canale, sono stati stimati sulla base degli esemplari catturati in due passaggi consecutivi. Affinché il metodo possa essere applicato correttamente il numero

di pesci catturati nella prima passata (C_1) deve essere superiore al numero di pesci catturati nella seconda passata (C_2). Il numero probabile (N) di pesci presenti nel settore, quando si verifica tale condizione, sarà quindi:

$$N = \frac{C_1}{C_1 - C_2}$$

Se la condizione richiesta non si verifica, si può soltanto concludere che:

$$N > C_1 + C_2$$

La biomassa probabile è stata calcolata moltiplicando il numero probabile per il peso medio degli esemplari catturati (Marconato, 1991).

Accrescimento

L'accrescimento teorico in lunghezza viene calcolato con il modello di Von Bertalanffy (1938):

$$L_t = L_\infty \{1 - e^{-k(t-t_0)}\}$$

dove:

L_t = è la lunghezza totale teorica all'età t

L_∞ = è l'asintoto della curva o massima taglia teorica

K = ritmo al quale la curva si avvicina all'asintoto

t_0 = età teorica alla quale il pesce ha lunghezza uguale a zero

Le lunghezze utilizzate per determinare le incognite previste dal modello

di Von Bertalanffy sono le lunghezze medie delle singole classi di età.

L'accrescimento teorico in lunghezza è stato calcolato solo per le specie di cui si disponeva di un sufficiente numero di individui.

All'attività di campionamento ittico è stata associata la determinazione di alcuni parametri ambientali, ritenuti utili ai fini della caratterizzazione dei settori del lago prescelti. All'inizio ed alla fine di ogni settore sono stati considerati:

Temperatura dell'aria (°C)

Temperatura dell'acqua (°C) (superficie e fondo)

pH (unità di pH)

Conducibilità ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °C)

Ossigeno disciolto (mg/l e % V.S.) (superficie e fondo)

3.2.2 Fase 2

L'attività di ricerca è stata rivolta alla verifica della variabilità delle catture in funzione di elettrodi di forma e dimensione diverse.

Per evitare che eventuali differenziazioni di habitat nelle aree campionate interferissero sui risultati delle catture, è stato deciso di condurre tutta la campagna dei campionamenti su un canale poco a nord del molo di S.Arcangelo. Il canale ha una lunghezza di circa 70 m ed una larghezza di circa 20.

Ai fini della valutazione della catturabilità si è tenuto conto dei seguenti parametri:

- *tempo* – è stato registrato il tempo complessivo effettivo del trattamento elettrico. In pratica si è tenuto conto di tutte le interruzioni di pesca determinate dal sollevamento dell'anodo dall'acqua.

- *spazio* – in questo caso lo spazio percorso è sempre lo stesso
- *numero di impulsi* – è fisso ed è pari a 70 Hertz/sec

Fig. 3.2.2.1



- *anodi utilizzati* – sono stati utilizzati anodi tradizionali, a forma di cerchio di dimensioni diverse: 46, 30, 25, 20, 15 cm (Fig. 3.2.2.1). Questi dispositivi, unitamente a quelli descritti successivamente, sono stati realizzati presso l'officina del centro ittiogenico di S.Arcangelo dai tecnici del laboratorio stesso.

Al fine di sviluppare un campo elettrico tridimensionale è stato testato anche un anodo costituito da due cerchi saldati tra di loro in modo ortogonale (Fig. 3.2.2.2).



Fig. 3.2.2.2

Fig. 3.2.2.3

Per simulare invece un anello di Winsconsin è stato realizzato un dispositivo come quello rappresentato nella Fig. 3.2.2.3.



Catodi utilizzati – al posto della coda di topo sono state messe a punto due soluzioni. La prima è costituita da un cavo multipolare di rame di 2,5 cm di diametro lungo circa 3 m e di cui sono scoperti ed esposti in acqua solo gli ultimi 40 cm (Fig. 3.2.2.4). Questa soluzione ha il vantaggio di aumentare la superficie del catodo riducendo quindi la dispersione di energia.



La seconda soluzione è volta ad aumentare ulteriormente la superficie del catodo e questo risultato è stato ottenuto realizzandone uno costituito da una lastra di rame di 40x60 cm che è stata fatta aderire ad un foglio di polistirolo estruso per ottenerne il galleggiamento. (Fig. 3.2.2.5)

Fig. 3.2.2.4

4 Risultati

4.1 Risultati ambientali

I dati ambientali rilevati durante la campagna di pesca sono caratterizzati dai seguenti valori statistici:

| | N.valori | V.Min. | V.Max. | V.Medio | Dev.st. | Coeff.var. (%) |
|-----------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|----------------|
| Temp. acqua superficie (°C) | 42 | 24,55 | 28,65 | 26,28 | 0,99 | 3,77 |
| Temp. acqua fondo (°C) | 42 | 24,45 | 28,60 | 26,07 | 0,96 | 3,67 |
| pH (unità di pH) | 42 | 7,81 | 9,37 | 8,45 | 0,52 | 6,15 |
| DO superficie (mg/l) | 42 | 4,08 | 23,59 | 7,60 | 3,83 | 50,34 |
| DO superficie (V.S. %) | 42 | 41,68 | 185,40 | 88,90 | 36,61 | 41,18 |
| DO fondo(mg/l) | 42 | 0,00 | 13,62 | 4,17 | 3,59 | 86,12 |
| DO fondo (V.S. %) | 42 | 0,00 | 172,35 | 52,88 | 45,91 | 86,82 |
| Conducibilità (µS/cm) | 42 | 1345,50 | 1434,00 | 1401,67 | 25,57 | 1,82 |

Nell'ambito dei settori esaminati quasi tutti i parametri dimostrano una sostanziale omogeneità di valori. Questo giudizio è giustificato dai valori del coefficiente di variazione, molto contenuti per tutti ed in particolare per temperatura dell'acqua (superficie e fondo), pH e conducibilità.

La temperatura dell'acqua (superficie e fondo), essendo stata rilevata nei mesi di luglio, agosto e settembre, raggiunge valori molto elevati; quelli massimi sono superiori a 28 °C e le medie superano di poco i 26 °C. Le differenze fra superficie e fondo sono minime e quindi le acque non

risultano stratificate.

Il valore medio del pH è in serie debolmente alcalina (8,45), l'intervallo dei valori è compreso fra un minimo di 7,81 ed un massimo di 9,37 unità di pH.

L'ossigeno disciolto, in superficie, talvolta presenta condizioni di sovrasaturazione, mentre sul fondo si ha una condizione opposta e cioè di deossigenazione. Entrambe le situazioni sono da imputare agli effetti dell'eutrofizzazione. Tutto ciò è ben evidenziato dai valori medi che sono pari a 88,90 % per la superficie e 52,88 % per il fondo.

La conducibilità dell'acqua risulta molto elevata (il valore medio è di 1402 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e si mantiene molto stabile.

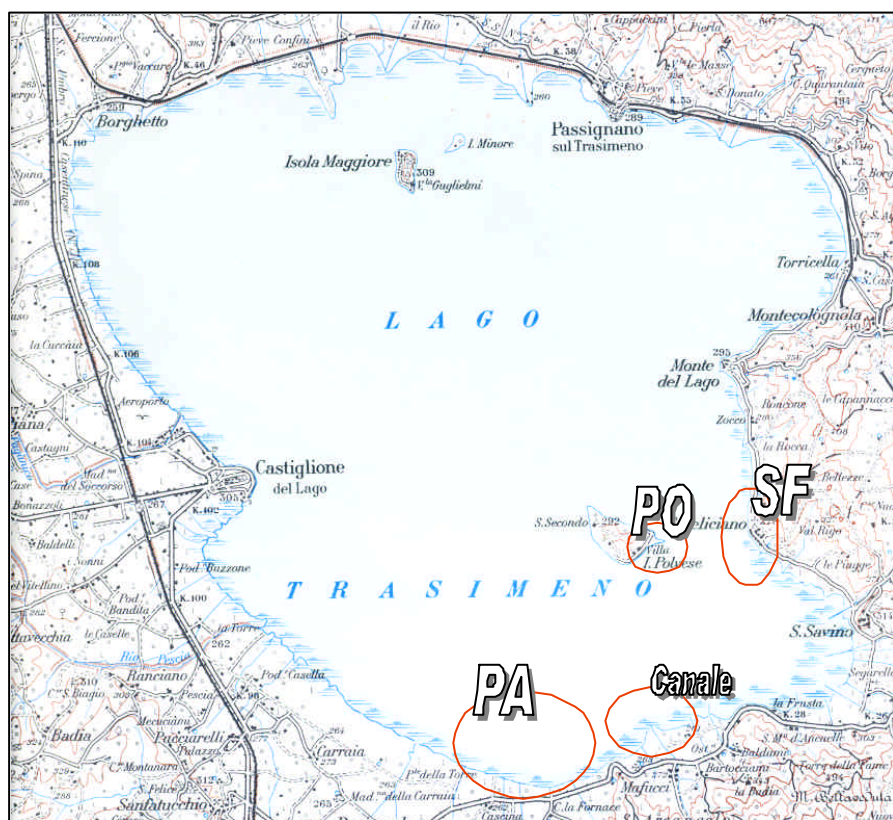
Da quanto analizzato si può supporre che il riscaldamento dell'acqua e il deficit di ossigeno possono costituire condizioni limitanti per la fauna ittica. Probabilmente queste condizioni sono mitigate dal fatto che le acque del L. Trasimeno, per la bassa profondità, non subiscono processi di stratificazione.

In ogni caso si ritiene doveroso precisare che l'obiettivo fondamentale di questo rilevamento non è quello di fare il punto sulla situazione ambientale del lago, anche perché questo avrebbe comportato una più articolata e nutrita serie di determinazioni. Le informazioni acquisite hanno permesso invece di escludere che all'interno dei settori considerati per il campionamento ittico si presentino condizioni ambientali non omogenee, rendendo quindi possibile e corretto il confronto dei dati delle catture di pesci.

4.2 Risultati ittici

In totale sono stati esaminati 29 punti stazione, ciascuno contrassegnato da un codice di 6 lettere. In tabella è riportato l'elenco delle date di campionamento e relativi tratti esaminati

| Data | Stazioni campionate | | | | | | | |
|------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 30/07/2001 | POCA01 | POCA02 | POCA03 | POCA04 | | | | |
| 03/08/2001 | POMA01 | POMA02 | POMA03 | POMA04 | | | | |
| 06/08/2001 | POAP01 | POAP02 | POAP03 | POAP04 | | | | |
| 22/08/2001 | PAAP01 | PAAP02 | PAAP03 | PAAP04 | PAMA01 | PAMA02 | PAMA03 | PAMA04 |
| 24/08/2001 | SFCA01 | SFCA02 | SFCA03 | SFCA04 | SFMA01 | SFMA02 | SFMA03 | SFMA04 |
| 27/08/2001 | POCA01 | POCA02 | POCA03 | POCA04 | POMA01 | POMA02 | POMA03 | POMA04 |
| 29/08/2001 | POAP01 | POAP02 | POAP03 | POAP04 | | | | |



L. Trasimeno e aree campionate

4.2.1 Dati di base

Nelle schede che seguono sono riportati i risultati di tutti i campionamenti ittici effettuati. Le schede sono strutturate per settore lacustre; per ogni campione sono indicati le caratteristiche del circuito utilizzato, frequenza degli impulsi e tempi di trattamento.

Canale Poggio di Braccio

| | | | | |
|------------------|-------------------|---------|----------------|-----|
| Codice Stazione | | Potenza | 4 | kW |
| Data | 20/09/2001 | Impulsi | 70 | MHz |
| Tempo di pescata | 5,3 minuti | Anodo | 40 | cm |
| | | Catodo | treccia | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Alburnus alburnus alborella</i> | 1 | 0,19 |
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 40 | 3,75 |
| ▶ <i>Cyprinus carpio</i> | 2 | 0,19 |
| ▶ <i>Lepomis gibbosus</i> | 8 | 0,75 |
| ▶ <i>Micropterus salmoides</i> | 15 | 2,81 |
| ▶ <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | 9 | 0,84 |

| | | | | |
|------------------|-------------------|---------|----------------|-----|
| Codice Stazione | camp2 | Potenza | 4 | kW |
| Data | 21/09/2001 | Impulsi | 70 | MHz |
| Tempo di pescata | 7,0 minuti | Anodo | 30 | cm |
| | | Catodo | treccia | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Alburnus alburnus alborella</i> | 1 | 0,14 |
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 15 | 1,18 |
| ▶ <i>Micropterus salmoides</i> | 65 | 5,21 |
| ▶ <i>Perca fluviatilis</i> | 1 | 0,17 |
| ▶ <i>Pseudorasbora parva</i> | 1 | 0,17 |

Canale Poggio di Braccio

Codice Stazione **camp3** Potenza **4** kW
Data 27/09/2001 Impulsi **70** MHz
Tempo di pescata **15,7** minuti Anodo **25** cm
Catodo **treccia**

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 12 | 0,77 |
| ▶ <i>Lepomis gibbosus</i> | 4 | 0,50 |
| ▶ <i>Micropterus salmoides</i> | 80 | 5,10 |
| ▶ <i>Perca fluviatilis</i> | 3 | 0,38 |
| ▶ <i>Pseudorasbora parva</i> | 1 | 0,13 |

Codice Stazione **camp4** Potenza **4** kW
Data 29/09/2001 Impulsi **70** MHz
Tempo di pescata **6,5** minuti Anodo **30** cm
Catodo **lastra di rame**

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Alburnus alburnus alborella</i> | 3 | 0,46 |
| ▶ <i>Atherina boyeri</i> | 2 | 0,16 |
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 15 | 1,19 |
| ▶ <i>Esox lucius</i> | 1 | 0,17 |
| ▶ <i>Ictalurus melas</i> | 1 | 0,15 |
| ▶ <i>Lepomis gibbosus</i> | 10 | 0,79 |
| ▶ <i>Micropterus salmoides</i> | 59 | 4,62 |
| ▶ <i>Perca fluviatilis</i> | 5 | 0,77 |
| ▶ <i>Pseudorasbora parva</i> | 1 | 0,15 |

Canale Poggio di Braccio

| | | | | |
|------------------|--------------------|---------|----------------|-----|
| Codice Stazione | camp5 | Potenza | 4 | kW |
| Data | 05/10/2001 | Impulsi | 70 | MHz |
| Tempo di pescata | 10,8 minuti | Anodo | palla | cm |
| | | Catodo | treccia | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Alburnus alburnus alborella</i> | 2 | 0,18 |
| ▶ <i>Atherina boyeri</i> | 1 | 0,19 |
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 45 | 4,17 |
| ▶ <i>Lepomis gibbosus</i> | 8 | 0,74 |
| ▶ <i>Micropterus salmoides</i> | 58 | 5,37 |
| ▶ <i>Perca fluviatilis</i> | 1 | 0,18 |
| ▶ <i>Pseudorasbora parva</i> | 2 | 0,36 |

| | | | | |
|------------------|--------------------|---------|-----------------|-----|
| Codice Stazione | camp6 | Potenza | 4 | kW |
| Data | 09/10/2001 | Impulsi | 70 | MHz |
| Tempo di pescata | 15,3 minuti | Anodo | Ombrello | cm |
| | | Catodo | treccia | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Alburnus alburnus alborella</i> | 11 | 0,72 |
| ▶ <i>Atherina boyeri</i> | 1 | 0,13 |
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 38 | 2,47 |
| ▶ <i>Lepomis gibbosus</i> | 13 | 0,85 |
| ▶ <i>Micropterus salmoides</i> | 41 | 2,67 |
| ▶ <i>Perca fluviatilis</i> | 2 | 0,26 |
| ▶ <i>Pseudorasbora parva</i> | 2 | 0,26 |

Panigarola – acque aperte

Codice Stazione **PAAP02** Potenza **2,5** kW
Data 22/08/2001 Impulsi **40** MHz
Tempo di pescata **5,0** minuti Anodo **30** cm
Catodo **standard**

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|----------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 1 | 0,20 |

Codice Stazione **PAAP03** Potenza **2,5** kW
Data 22/08/2001 Impulsi **80** MHz
Tempo di pescata **4,0** minuti Anodo **30** cm
Catodo **standard**

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Ictalurus melas</i> | 1 | 0,25 |
| ▶ <i>Lepomis gibbosus</i> | 1 | 0,25 |
| ▶ <i>Micropterus salmoides</i> | 1 | 0,25 |

Codice Stazione **PAAP04** Potenza **2,5** kW
Data 22/08/2001 Impulsi **60** MHz
Tempo di pescata **7,0** minuti Anodo **30** cm
Catodo **standard**

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|----------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 1 | 0,14 |

Panigarola – macrofite sommerse

| | | | | |
|------------------|-------------------|---------|-----------------|-----|
| Codice Stazione | PAMA02 | Potenza | 2,5 | kW |
| Data | 22/08/2001 | Impulsi | 40 | MHz |
| Tempo di pescata | 6,0 minuti | Anodo | 30 | cm |
| | | Catodo | standard | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|----------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 3 | 0,50 |

| | | | | |
|------------------|-------------------|---------|-----------------|-----|
| Codice Stazione | PAMA03 | Potenza | 2,5 | kW |
| Data | 22/08/2001 | Impulsi | 80 | MHz |
| Tempo di pescata | 6,0 minuti | Anodo | 30 | cm |
| | | Catodo | standard | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Lepomis gibbosus</i> | 5 | 0,83 |
| ▶ <i>Micropterus salmoides</i> | 1 | 0,17 |

Isola Polvese – acque aperte

Codice Stazione **POAP02** Potenza **2,5** kW
Data 29/08/2001 Impulsi **40** MHz
Tempo di pesca **4,0** minuti Anodo **30** cm
Catodo **standard**

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Alburnus alburnus alborella</i> | 1 | 0,25 |

Codice Stazione **POAP04** Potenza **2,5** kW
Data 06/08/2001 Impulsi **60** MHz
Tempo di pesca **8,0** minuti Anodo **30** cm
Catodo **standard**

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Atherina boyeri</i> | 2 | 0,25 |
| ▶ <i>Tinca tinca</i> | 1 | 0,12 |

Isola Polvese - canneto

| | | | | |
|------------------|--------------------|---------|-----------------|-----|
| Codice Stazione | POCA01 | Potenza | 2,5 | kW |
| Data | 30/07/2001 | Impulsi | 20 | MHz |
| Tempo di pescata | 15,0 minuti | Anodo | 30 | cm |
| | | Catodo | standard | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 2 | 0,13 |
| ▶ <i>Tinca tinca</i> | 3 | 0,20 |
| ▶ <i>Micropterus salmoides</i> | 1 | 0,07 |

| | | | | |
|------------------|--------------------|---------|-----------------|-----|
| Codice Stazione | POCA02 | Potenza | 2,5 | kW |
| Data | 30/07/2001 | Impulsi | 40 | MHz |
| Tempo di pescata | 10,0 minuti | Anodo | 30 | cm |
| | | Catodo | standard | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|---------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Lepomis gibbosus</i> | 33 | 3,30 |
| ▶ <i>Tinca tinca</i> | 2 | 0,14 |

| | | | | |
|------------------|--------------------|---------|-----------------|-----|
| Codice Stazione | POCA03 | Potenza | 2,5 | kW |
| Data | 30/07/2001 | Impulsi | 80 | MHz |
| Tempo di pescata | 20,0 minuti | Anodo | 30 | cm |
| | | Catodo | standard | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 3 | 0,15 |
| ▶ <i>Ictalurus melas</i> | 1 | 0,05 |
| ▶ <i>Lepomis gibbosus</i> | 47 | 1,88 |
| ▶ <i>Micropterus salmoides</i> | 8 | 0,32 |
| ▶ <i>Perca fluviatilis</i> | 6 | 0,30 |
| ▶ <i>Tinca tinca</i> | 1 | 0,05 |

Isola Polvese - canneto

| | | | | |
|------------------|--------------------|---------|-----------------|-----|
| Codice Stazione | POCA04 | Potenza | 2,5 | kW |
| Data | 30/07/2001 | Impulsi | 20 | MHz |
| Tempo di pescata | 15,0 minuti | Anodo | 30 | cm |
| | | Catodo | standard | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 3 | 0,13 |
| ▶ <i>Lepomis gibbosus</i> | 3 | 0,20 |
| ▶ <i>Pseudorasbora parva</i> | 1 | 0,07 |
| ▶ <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | 1 | 0,07 |
| ▶ <i>Micropterus salmoides</i> | 4 | 0,80 |

Isola Polvese – macrofite sommerse

| | | | | |
|------------------|--------------------|---------|-----------------|-----|
| Codice Stazione | POMA01 | Potenza | 2,5 | kW |
| Data | 03/08/2001 | Impulsi | 20 | MHz |
| Tempo di pescata | 15,0 minuti | Anodo | 30 | cm |
| | | Catodo | standard | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|----------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 1 | 0,07 |

| | | | | |
|------------------|--------------------|---------|-----------------|-----|
| Codice Stazione | POMA02 | Potenza | 2,5 | kW |
| Data | 03/08/2001 | Impulsi | 40 | MHz |
| Tempo di pescata | 10,0 minuti | Anodo | 30 | cm |
| | | Catodo | standard | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 20 | 1,40 |
| ▶ <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | 1 | 0,17 |

| | | | | |
|------------------|--------------------|---------|-----------------|-----|
| Codice Stazione | POMA03 | Potenza | 2,5 | kW |
| Data | 03/08/2001 | Impulsi | 80 | MHz |
| Tempo di pescata | 13,0 minuti | Anodo | 30 | cm |
| | | Catodo | standard | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 16 | 1,05 |
| ▶ <i>Lepomis gibbosus</i> | 9 | 0,61 |
| ▶ <i>Micropterus salmoides</i> | 10 | 0,82 |
| ▶ <i>Tinca tinca</i> | 2 | 0,50 |

Isola Polvese – macrofite sommerse

| | | | | |
|------------------|--------------------|---------|-----------------|-----|
| Codice Stazione | POMA04 | Potenza | 2,5 | kW |
| Data | 03/08/2001 | Impulsi | 60 | MHz |
| Tempo di pescata | 10,0 minuti | Anodo | 30 | cm |
| | | Catodo | standard | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 2 | 0,20 |
| ▶ <i>Lepomis gibbosus</i> | 14 | 0,85 |
| ▶ <i>Micropterus salmoides</i> | 2 | 0,18 |
| ▶ <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | 1 | 0,10 |

S.Feliciano - canneto

| | | | | |
|------------------|-------------------|---------|-----------------|-----|
| Codice Stazione | SFCA03 | Potenza | 2,5 | kW |
| Data | 24/08/2001 | Impulsi | 80 | MHz |
| Tempo di pescata | 7,0 minuti | Anodo | 30 | cm |
| | | Catodo | standard | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Anguilla anguilla</i> | 1 | 0,14 |
| ▶ <i>Carassius auratus</i> | 1 | 0,14 |
| ▶ <i>Lepomis gibbosus</i> | 4 | 0,57 |
| ▶ <i>Micropterus salmoides</i> | 4 | 0,57 |

| | | | | |
|------------------|-------------------|---------|-----------------|-----|
| Codice Stazione | SFCA04 | Potenza | 2,5 | kW |
| Data | 24/08/2001 | Impulsi | 60 | MHz |
| Tempo di pescata | 8,0 minuti | Anodo | 30 | cm |
| | | Catodo | standard | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|---------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Atherina boyeri</i> | 1 | 0,13 |
| ▶ <i>Lepomis gibbosus</i> | 2 | 0,25 |

| | | | | |
|------------------|-------------------|---------|-------------------------|-----|
| Codice Stazione | SFCAX1 | Potenza | 2,5 | kW |
| Data | 24/08/2001 | Impulsi | ? | MHz |
| Tempo di pescata | 5,0 minuti | Anodo | 30 | cm |
| | | Catodo | annodato a palla | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Ictalurus melas</i> | 1 | 0,20 |

S.Feliciano – macrofite sommerse

| | | | | |
|------------------|-------------------|---------|-----------------|-----|
| Codice Stazione | SFMA03 | Potenza | 2,5 | kW |
| Data | 24/08/2001 | Impulsi | 80 | MHz |
| Tempo di pescata | 4,0 minuti | Anodo | 30 | cm |
| | | Catodo | standard | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Micropterus salmoides</i> | 1 | 0,25 |

| | | | | |
|------------------|-------------------|---------|-------------------------|-----|
| Codice Stazione | SFMAX1 | Potenza | 2,5 | kW |
| Data | 24/08/2001 | Impulsi | | MHz |
| Tempo di pescata | 5,0 minuti | Anodo | 30 | cm |
| | | Catodo | annodato a palla | |

| Specie | N° esemplari | CPUS (ind/min) |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| ▶ <i>Ictalurus melas</i> | 1 | 0,20 |
| ▶ <i>Micropterus salmoides</i> | 1 | 0,20 |

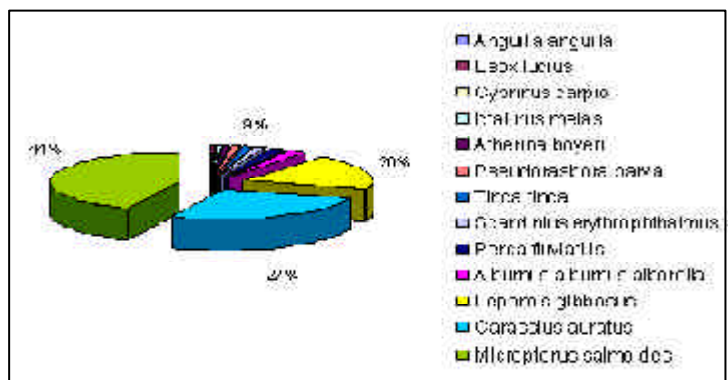
4.2.2 Analisi dei dati

I dati riassuntivi dell'attività svolta sono i seguenti:

- N° stazioni: **29**
- N° giornate di campionamento: **13**
- N° totale specie: **13**
- N° tot esemplari catturati: **812**

Fig. 4.2.2.1

Come raffigurato nelle figura sottostante, la composizione del campione ittico evidenzia una dominanza di 3 delle 13 specie rinvenute, che complessivamente rappresentano il 91% del totale. Il 44% è costituito da *Micropterus salmoides*, il 27% da *Carassius auratus*, il 20% da *Lepomis gibbosus* ed il restante 9% (da tutte le altre specie) (Fig. 4.2.2.1).



In tabella 4.2.2.1 è riportata l'analisi sintetica del campione, attraverso la statistica descrittiva delle variabili lunghezza e peso.

| Specie | N° | Lunghezza (cm) | | | Peso (gr) | | |
|------------------------------------|-----|----------------|----------|------|-----------|----------|------|
| | | min | media | max | min | media | max |
| <i>Alburnus alburnus alborella</i> | 19 | 6,4 | 8,942105 | 12 | 2 | 5,789474 | 16 |
| <i>Anguilla anguilla</i> | 1 | 55 | 55 | 55 | 345 | 345 | 345 |
| <i>Atherina boyeri</i> | 7 | 6,2 | 7,228571 | 9,2 | 2 | 4,142857 | 8 |
| <i>Carassius auratus</i> | 218 | 6,8 | 18,27431 | 38,2 | 6 | 192,6376 | 913 |
| <i>Cyprinus carpio</i> | 2 | 28 | 54 | 80 | 376 | 3238 | 6100 |
| <i>Esox lucius</i> | 1 | 29 | 29 | 29 | 156 | 156 | 156 |
| <i>Ictalurus melas</i> | 5 | 11,5 | 17,22 | 22 | 21 | 90,6 | 166 |
| <i>Lepomis gibbosus</i> | 161 | 5,2 | 8,673292 | 13,9 | 2 | 12,52174 | 78 |
| <i>Micropterus salmoides</i> | 351 | 5,3 | 15,37407 | 125 | 2 | 71,59544 | 1860 |
| <i>Perca fluviatilis</i> | 18 | 11 | 14,46111 | 18 | 15 | 35,33333 | 68 |
| <i>Pseudorasbora parva</i> | 8 | 6,2 | 8,4875 | 10 | 2 | 5 | 9 |
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | 12 | 6,2 | 11,95833 | 14 | 2 | 32,41667 | 46 |
| <i>Tinca tinca</i> | 9 | 29,1 | 33,44444 | 40,2 | 409 | 575,6667 | 840 |

Tab. 4.2.2.1

4.2.2.1 – Fase 1

Durante l'attività di campionamento nella zona dell'Isola Polvese, Panicarola e S.Feliciano, sono state rinvenute 11 delle 13 specie complessivamente catturate. L'elenco suddiviso per stazione e tipologia ambientale è riportato in tabella 4.2.2.1.1. Non tutte le specie sono state catturate con uguale efficacia. Le specie maggiormente presenti, come già evidenziato in figura, sono: *Carassius auratus*, *Lepomis gibbosus* e *Micropterus salmoides*.

| Specie | Tratto | | | | | | | Totale |
|------------------------------------|----------|----------|----------|------------|-----------|-----------|----------|------------|
| | PAAP | PAMA | POAP | POCA | POMA | SFCA | SFMA | |
| <i>Alburnus alburnus alborella</i> | | | 1 | | | | | 1 |
| <i>Anguilla anguilla</i> | | | | | | 1 | | 1 |
| <i>Atherina boyeri</i> | | | 2 | | | 1 | | 3 |
| <i>Carassius auratus</i> | 2 | 3 | | 8 | 39 | 1 | | 53 |
| <i>Ictalurus melas</i> | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | 4 |
| <i>Lepomis gibbosus</i> | 1 | 5 | | 83 | 23 | 6 | | 118 |
| <i>Micropterus salmoides</i> | 1 | 1 | | 13 | 12 | 4 | 2 | 33 |
| <i>Perca fluviatilis</i> | | | | 6 | | | | 6 |
| <i>Pseudorasbora parva</i> | | | | 1 | | | | 1 |
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | | | | 1 | 2 | | | 3 |
| <i>Tinca tinca</i> | | | 1 | 6 | 2 | | | 9 |
| Totale | 5 | 9 | 4 | 119 | 78 | 14 | 3 | 232 |

In tabella 4.2.2.1.2 è riportata l'analisi sintetica del campione, attraverso la statistica descrittiva delle variabili lunghezza e peso.

| Specie | Lunghezza (cm) | | | Peso (gr) | |
|------------------------------------|----------------|-------|------|-----------|-------|
| | min | media | max | min | media |
| <i>Alburnus alburnus alborella</i> | 10 | 10 | 10 | 4 | |
| <i>Anguilla anguilla</i> | 55 | 55 | 55 | 345 | |
| <i>Atherina boyeri</i> | 6,2 | 6,35 | 6,5 | 2 | |
| <i>Carassius auratus</i> | 7,1 | 29,99 | 38,2 | 6 | 569 |
| <i>Ictalurus melas</i> | 11,5 | 18,28 | 22 | 21 | 106 |
| <i>Lepomis gibbosus</i> | 5,2 | 8,84 | 13,9 | 2 | 13 |
| <i>Micropterus salmoides</i> | 5,3 | 20,52 | 39,1 | 2 | 243 |
| <i>Perca fluviatilis</i> | 13,5 | 14,43 | 15,3 | 27 | 33 |
| <i>Pseudorasbora parva</i> | 6,2 | 6,20 | 6,2 | 2 | 2 |
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | 6,2 | 10,57 | 12,8 | 2 | 21 |
| <i>Tinca tinca</i> | 29,1 | 33,44 | 40,2 | 409 | 574 |

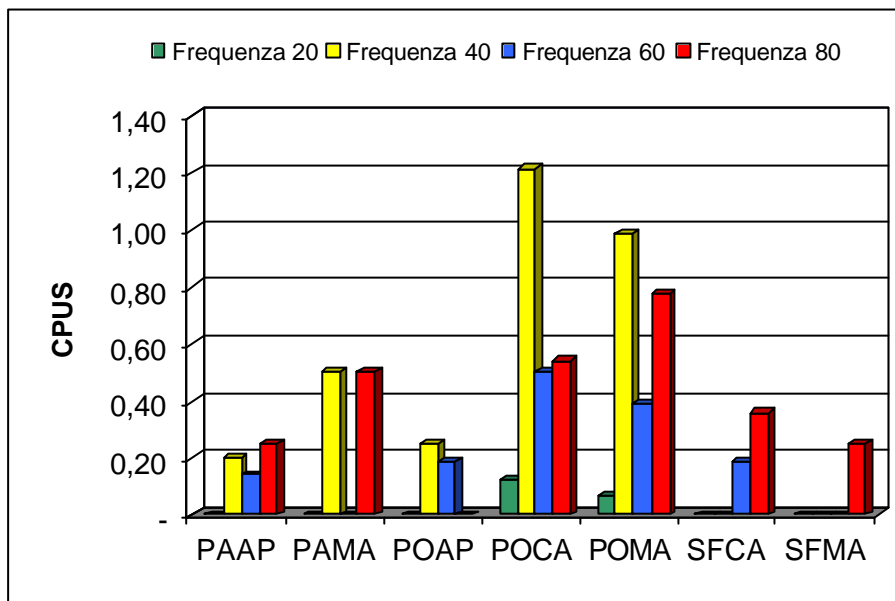
La ripartizione delle catture totalizzate nell'unità di tempo per le tre aree sono riportate in tabella 4.2.2.1.2. Ogni area, come descritto in materiali e metodi, è stata esaminata in tre fasce: canneto (CA), macrofite (MA) e acque aperte (AP). Nella zona di Panicarola sono state esaminate soltanto le fasce delle macrofite e delle acque aperte, poiché durante il periodo di studio non è stato possibile campionare la fascia del canneto. Dall'analisi dei dati, rappresentativi di una situazione ambientale e biologica legata alla stagione estiva, si osserva un CPUS medio differente per le tre aree. Il valore maggiore è stato riscontrato nell'isola Polvese con un CPUS medio pari a 0,42 ind/min. Successivamente si colloca l'area di Panicarola con un CPUS uguale a 0,13 (dove non è inclusa la fascia del canneto) ed infine la zona di S.Feliciano con un CPUS di 0,07 ind/min.

Esaminando ciascuna tipologia ambientale risulta che, per l'isola Polvese, la fascia del canneto e quella delle macrofite mostrano un CPUS medio decisamente superiore alla zona aperta. (canneto 0,60, macrofite 0,56, acque aperte 0,11). Per le altre due zone i valori si attestano intorno a valori di 0,15 ind/min.

| Tratto | Frequenza | | | |
|--------|-----------|------|------|------|
| | 20 | 40 | 60 | 80 |
| PAAP | | 0.20 | 0.14 | 0.25 |
| PAMA | | 0.50 | | 0.50 |
| POAP | | 0.25 | 0.19 | |
| POCA | 0.12 | 1.22 | 0.50 | 0.54 |
| POMA | 0.07 | 0.99 | 0.39 | 0.78 |
| SFAP | | | | |
| SFCA | | | 0.19 | 0.36 |
| SFMA | | | | 0.25 |

Tab. 4.2.2.1.2

Le frequenze testate hanno mostrato una diversa efficienza in termini di catture. In particolare le frequenze di 40Hz e 80Hz risultano le più efficaci (Tab. 4.2.2.1.2, Fig. 4.2.2.1.1). Bisogna comunque tener presente che il ridotto numero di repliche delle prove non permette di ottenere una significatività statistica del dato, che va quindi legato alle condizioni ambientali del mese di agosto.



Rappresentando invece il campione biologico catturato alle 4 frequenze, si ottengono 2 gruppi di specie: quelle occasionali con un CPUS minore di 0,4 quali alborella, anguilla, latterino, pesce gatto, persico reale, pseudorasbora, scardola e tinca, ed il terzetto del carassio, persico sole e boccalone. La frequenza maggiore è quella del persico sole con un CPUS medio di 1,25 e con un massimo di 3,30 alla frequenza di 40 Hz. Per il carassio è stato registrato

Fig. 4.2.2.1.1

un CPUS medio uguale a 0,44 con un massimo di 0,88 alla frequenza di 40Hz. Al contrario il persico trota evidenzia un CPUS massimo ad 80Hz con una media di 0,23 ind/mi (Tab. 4.2.2.1.3, Fig. 4.2.2.1.2).

Tab. 4.2.2.1.3

| Specie | Frequenza | | | |
|------------------------------------|-----------|------|------|------|
| | 20 | 40 | 60 | 80 |
| <i>Alburnus alburnus alborella</i> | | 0,25 | | |
| <i>Anguilla anguilla</i> | | | | 0,14 |
| <i>Atherina boyeri</i> | | | 0,19 | |
| <i>Carassius auratus</i> | 0,11 | 0,88 | 0,18 | 0,60 |
| <i>Ictalurus melas</i> | | | | 0,15 |
| <i>Lepomis gibbosus</i> | 0,20 | 3,30 | 0,65 | 0,83 |
| <i>Micropterus salmoides</i> | 0,07 | | 0,38 | 0,47 |
| <i>Perca fluviatilis</i> | | | | 0,30 |
| <i>Pseudorasbora parva</i> | 0,07 | | | |
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | 0,07 | 0,17 | 0,10 | |
| <i>Tinca tinca</i> | 0,20 | 0,18 | 0,13 | 0,28 |

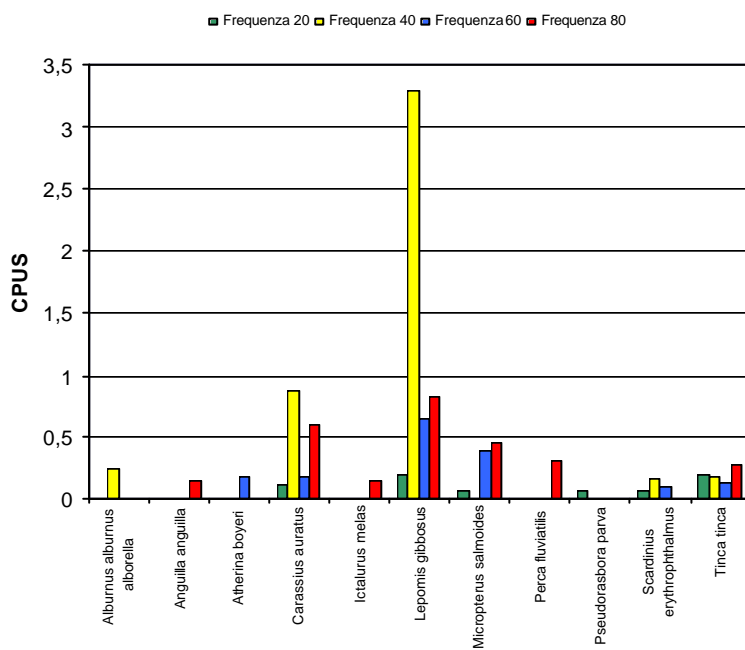


Fig. 4.2.2.1.2

L'analisi combinata fra tipologia ambientale e specie catturate, riportata

nella tabella 4.2.2.1.4, evidenzia un picco in termini di CPUS del persico sole nella fascia del canneto dell'isola Polvese e nella zona delle macrofite di Panicarola. Anche le specie "occasionali" sono concentrate nella zona del canneto dell'isola Polvese. Il boccalone è la specie più presente. In ogni stazione, eccetto le acque aperte della Polvese, sono stati catturati esemplari con valori di CPUS fra lo 0,17 e lo 0,57. Anche *Carassius auratus* è presente in tutte le stazioni, con l'esclusione delle acque aperte della Polvese e della fascia delle macrofite di S.Feliciano, ma i maggiori indici di cattura sono relativi alle fascia delle macrofite di Polvese e Panicarola (Tab. 4.2.2.1.4, Fig. 4.2.2.1.3)

| Specie | PAAP | PAMA | POAP | POCA | POMA | SFCA | SFMA |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Alburnus alburnus alborella</i> | | | 0,25 | | | | |
| <i>Anguilla anguilla</i> | | | | | | 0,14 | |
| <i>Atherina boyeri</i> | | | 0,25 | | | 0,13 | |
| <i>Carassius auratus</i> | 0,17 | 0,50 | | 0,15 | 0,86 | 0,14 | |
| <i>Ictalurus melas</i> | 0,25 | | | 0,05 | | 0,20 | 0,20 |
| <i>Lepomis gibbosus</i> | 0,25 | 0,83 | | 1,61 | 0,73 | 0,41 | |
| <i>Micropterus salmoides</i> | 0,25 | 0,17 | | 0,43 | 0,50 | 0,57 | 0,23 |
| <i>Perca fluviatilis</i> | | | | 0,30 | | | |
| <i>Pseudorasbora parva</i> | | | | 0,07 | | | |
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | | | | 0,07 | 0,13 | | |
| <i>Tinca tinca</i> | | | 0,13 | 0,15 | 0,50 | | |

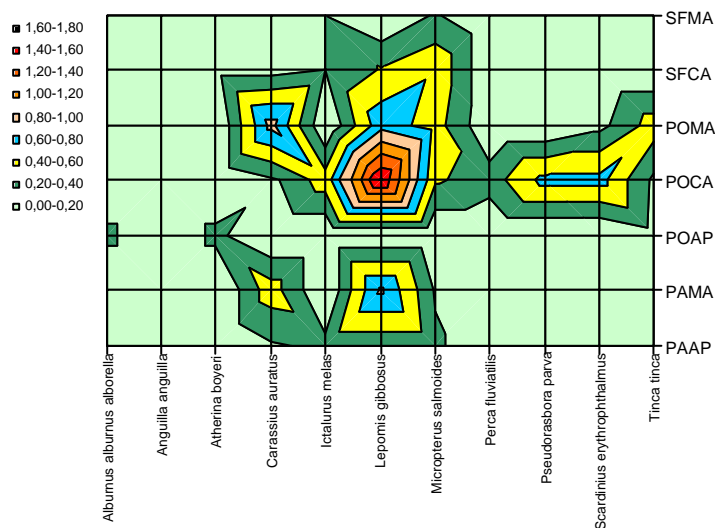


Fig. 4.2.2.1.3

4.2.2.2 Fase 2

La fase 2, come già detto nel capitolo materiale e metodi, corrisponde all'attività volta a verificare le caratteristiche del circuito che rendono ottimali le catture. Le attività di campionamento nel canale localizzato a Panicarola si sono sviluppate in 6 giornate. La scelta di un'unico settore per la conduzione dell'attività di campionamento ha, ovviamente, eliminato o ridotto al minimo la sorgente di variabilità che sarebbe invece stata introdotta considerando tratti diversi. Al fine di permettere una redistribuzione naturale dei pesci dopo ogni campionamento si è cercato di intercalare opportunamente le 6 giornate di pesca, evitando quindi, quanto più possibile di effettuare campionamenti ravvicinati (nella stessa giornata o in giorni successivi). Soltanto in un caso (20 e 21 settembre) due pescate sono cadute in giorni successivi, negli altri casi la differenza di giorni fra un intervento e l'altro è stata da 2 a 6 gg (Tab. 4.2.2.2.1)

| Lunedì | Martedì | Mercoledì | Giovedì | Venerdì | Sabato | Domenica | |
|--------|---------|-----------|---------|---------|--------|----------|-----------|
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | settembre |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | |
| 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ottobre |
| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | |

L'attività di ricerca, per ciò che concerne i circuiti, è consistita nell'individuare anodi e catodi che fornissero la migliore risposta in termini di cattura e di attrazione della fauna ittica. La scelta di testare anodi costituiti da anelli semplici, ma di dimensioni diverse (40, 30 e 25 cm) è dettata dall'esigenza di superare le limitazioni al campo elettrico che derivano dall'alta conducibilità delle acque del L. Trasimeno. Analogo scopo ha avuto la sperimentazione di anodi non convenzionali come ad esempio quello

Tab. 4.2.2.2.1

(denominato palla) costituito da due anelli da 30 cm saldati a croce e dell'altro (denominato ombrello) realizzato saldando tra loro sei spezzoni di tondino disposti a cerchio, a ognuno dei quali erano applicate delle appendici sempre in tondino (vedi materiale e metodi). Per ciò che concerne il catodo, la sperimentazione è stata circoscritta a due sole tipologie. La prima è costituita da un cavo multipolare da 2,5 cm ricoperto da una spessa guaina di cui vengono asportati gli ultimi 50 cm. Questo tratto viene esposto nello spessore dello strato lacustre e questa tipologia di anodo, di fatto, viene utilizzata per testare tutti gli anodi. Soltanto in un caso viene utilizzato la seconda tipologia di catodo costituito da una lastra di rame di 40x60 cm. Questa soluzione, che ha lo scopo di avere un catodo con una superficie largamente prevalente rispetto a quella dell'anodo (2400 cmq contro 78 circa), è stata impiegata solo con l'anodo da 30 cm. Quindi l'efficacia di questo anodo è stata verificata mettendo a confronto il campione prelevato con l'anodo da 30 cm rispetto all'analogo catturato però con il catodo costituito dal cavo multipolare.

Il primo risultato da analizzare è costituito dal numero delle specie catturate nel canale con questi dispositivi. Delle 13 specie complessivamente catturate in tutta la campagna sperimentale, quelle ascrivibili al canale sono 11, non essendo state catturate anguilla e tinca. Nella tabella Tab. 4.2.2.2.2 viene






riportato l'elenco delle specie rinvenute nel canale e la rispettiva statistica descrittiva.

| Specie | Lunghezza (cm) | | | Peso (gr) | | |
|------------------------------------|----------------|-------|------|-----------|-------|------|
| | min | media | max | min | media | max |
| <i>Alburnus alburnus alborella</i> | 6,4 | 8,88 | 12 | 2 | 5,89 | 16 |
| <i>Atherina boyeri</i> | 7 | 7,85 | 9,2 | 2 | 2,75 | 4 |
| <i>Carassius auratus</i> | 6,8 | 14,51 | 33 | 6 | 71,57 | 643 |
| <i>Cyprinus carpio</i> | 28 | 54 | 80 | 376 | 3238 | 6100 |
| <i>Esox lucius</i> | 29 | 29 | 29 | 156 | 156 | 156 |
| <i>Ictalurus melas</i> | 13 | 13 | 13 | 26 | 26 | 26 |
| <i>Lepomis gibbosus</i> | 5,6 | 8,40 | 11,5 | 3 | 11,42 | 29 |
| <i>Micropterus salmoides</i> | 9,3 | 14,90 | 125 | 7 | 55,13 | 1860 |
| <i>Perca fluviatilis</i> | 11 | 14,47 | 18 | 15 | 36,08 | 68 |
| <i>Pseudorasbora parva</i> | 7,5 | 8,81 | 10 | 3 | 5,43 | 9 |
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | 10,5 | 12,42 | 14 | 26 | 36,22 | 46 |

Tab. 4.2.2.2.2

Dal confronto fra le catture conseguite con i singoli anodi emerge quanto segue (Fig. 4.2.2.2.1):

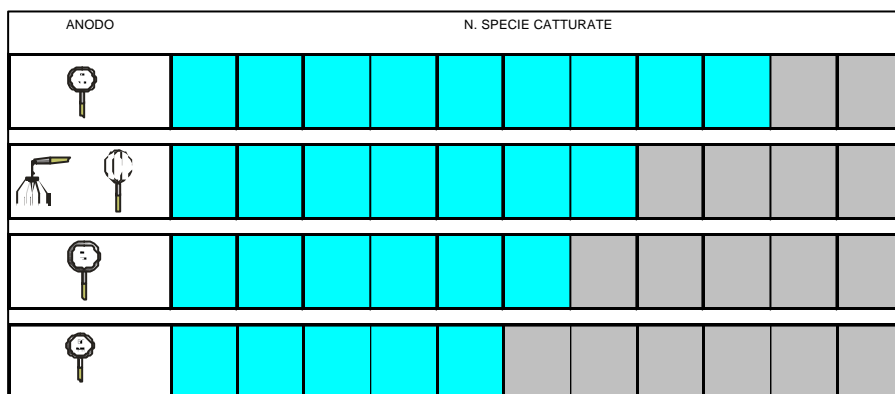
Fig. 4.2.2.2.1

| | ANODI | | | | |
|------------------------|--|--|--|---|---|
| |  25 cm |  30 cm |  40 cm |  |  |
| <i>Persico sole</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| <i>Persico trota</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| <i>Carassio dorato</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| <i>Persico reale</i> | ■ | ■ | □ | ■ | ■ |
| <i>Pseudorasbora</i> | ■ | ■ | □ | ■ | ■ |
| <i>Alborella</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| <i>Latterino</i> | □ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| <i>Luccio</i> | □ | ■ | □ | □ | □ |
| <i>Pesce gatto</i> | □ | ■ | □ | □ | □ |
| <i>Scardola</i> | □ | □ | ■ | □ | □ |
| <i>Carpa</i> | □ | □ | ■ | □ | □ |

Carassio dorato, persico sole e persico trota sono stati catturati con tutti gli elettrodi testati e quindi non sembrano richiedere attenzioni particolari per ciò che concerne i circuiti elettrici ed in particolare la forma dell'anodo. Persico reale e pseudorasbora non sono stati catturati con l'anodo da 40 cm e quindi con il più grande dei tre ad anello; l'alborella, al contrario, non è stata catturata con il più piccolo degli anodi ad anello e cioè con quello da 25 cm, mentre per il latterino a questo deve essere aggiunto l'anodo ad anello da 40 cm. Luccio e pesce gatto sono stati catturati con un solo tipo di anodo e cioè quello ad anello da 30 cm, scardola e carpa sempre con un solo anodo e cioè quello ad anello da 40 cm (Fig. 4.2.2.2.1).

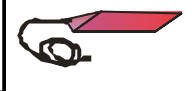

Nel complesso la più alta catturabilità è stata ottenuta con l'anodo da 30 cm (9 specie su 11), un buon risultato è stato ottenuto anche con gli anodi

“palla” e “ombrello” (7 specie su 11), con l’anodo ad anello da 40 cm si scende a 6 specie catturate e con quello da 25 cm a 5 (Fig. 4.2.2.2.2).



La statistica del successo di cattura tuttavia non tiene conto della diversa importanza economica delle singole specie. Se si tiene conto di questa allora appare chiaro che alcuni predatori quali persico reale e boccalone non sembrano particolarmente influenzati dalla tipologia dell’anodo. Ciò non accade per il luccio che è stato, invece, catturato solo con l’anodo ad anello da 30 cm. Questo risultato necessita di ulteriori verifiche; infatti, nell’ambito della ricerca, le catture di luccio sono state poco numerose. Fra le specie restanti, sempre d’interesse commerciale, va considerata infine la carpa che, come la scardola, è stata catturata solo con l’anodo ad anello da 40 cm. Tuttavia per questa specie valgono le stesse considerazioni già espresse per il luccio. Per ciò che concerne il confronto delle soluzioni adottate per il catodo si ricorda la scelta di assumere come riferimento l’anodo ad anello da 30 cm. Quindi, dal momento che i catodi testati sono due e cioè il cavo multipolare da 2,5 cm e la lastra di rame, i due campioni da confrontare sono stati prelevati utilizzando

lo stesso anodo. I risultati indicano chiaramente che la lastra di rame si è rivelata molto più efficace rispetto al cavo; infatti, nel primo caso, il numero di specie catturate è stato quasi doppio rispetto al secondo (Fig. 4.2.2.2.3).

| | CATODO | |
|------------------------|---|---|
| |  |  |
| <i>Alborella</i> | | |
| <i>Latterino</i> | | |
| <i>Carassio dorato</i> | | |
| <i>Luccio</i> | | |
| <i>Pesce gatto</i> | | |
| <i>Persico sole</i> | | |
| <i>Persico trota</i> | | |
| <i>Persico reale</i> | | |
| <i>Pseudorasbora</i> | | |

Le considerazioni espresse a proposito dell'abbondanza di pesci per alcune specie è un elemento a cui è stata destinata la dovuta attenzione. Infatti, fin dalla predisposizione del piano sperimentale, è stata prevista l'effettuazione di una doppia attività di pesca per ogni tipologia di elettrodo. Ciò ha consentito poi, in fase di elaborazione dei dati, di stimare il numero dei pesci probabile. Il quadro d'insieme del numero dei pesci probabile ottenuto per ogni tipologia di elettrodo è riportato nella tabella 4.2.2.2.3.

Fig. 4.2.2.2.2

| Setup | Specie | Numero probabile (NP) | Varianza di NP | Biomassa probabile (gr) |
|---|------------------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------|
| Data: 20/09/01 Anodo: 40 Catodo: cavo multipolare da 2,5 cm | <i>Alburnus alburnus alborella</i> | 1,0 | 0,0 | 16,0 |
| | <i>Carassius auratus</i> | 41,3 | 2,7 | 3525,8 |
| | <i>Cyprinus carpio</i> | 2,0 | 0,0 | 6476,0 |
| | <i>Lepomis gibbosus</i> | 8,2 | 0,3 | 77,6 |
| | <i>Micropterus salmoides</i> | 15,0 | 0,0 | 620,0 |
| | <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | 12,0 | 36,0 | 434,7 |
| Data: 21/09/01 Anodo: 30 Catodo: cavo multipolare da 2,5 cm | <i>Alburnus alburnus alborella</i> | 1,0 | 0,0 | 10,0 |
| | <i>Carassius auratus</i> | 27,0 | 540,0 | 2392,2 |
| | <i>Micropterus salmoides</i> | 74,3 | 46,9 | 4834,4 |
| | <i>Perca fluviatilis</i> | 1,0 | 0,0 | 52,0 |
| | <i>Pseudorasbora parva</i> | 1,0 | 0,0 | 6,0 |
| Data: 27/09/01 Anodo: 25 Catodo: cavo multipolare da 2,5 cm | <i>Carassius auratus</i> | 16,0 | 48,0 | 852,0 |
| | <i>Lepomis gibbosus</i> | 4,0 | 0,0 | 54,0 |
| | <i>Micropterus salmoides</i> | 202,5 | 19845,0 | 8201,3 |
| | <i>Perca fluviatilis</i> | 3,0 | 0,0 | 91,0 |
| | <i>Pseudorasbora parva</i> | 1,0 | 0,0 | 3,0 |
| | <i>Alburnus alburnus alborella</i> | 3,0 | 0,0 | 11,0 |
| | <i>Atherina boyeri</i> | 2,0 | 0,0 | 6,0 |
| Data: 29/09/01 Anodo: 30 Catodo: lastra di rame 60x40 cm | <i>Carassius auratus</i> | 27,0 | 540,0 | 2257,2 |
| | <i>Esox lucius</i> | 1,0 | 0,0 | 156,0 |
| | <i>Ictalurus melas</i> | 1,0 | 0,0 | 26,0 |
| | <i>Lepomis gibbosus</i> | 18,0 | 360,0 | 153,0 |
| | <i>Micropterus salmoides</i> | 64,1 | 17,8 | 5175,3 |
| | <i>Perca fluviatilis</i> | 5,0 | 0,0 | 165,0 |
| | <i>Pseudorasbora parva</i> | 1,0 | 0,0 | 4,0 |
| Data: 05/10/01 Anodo: palla Catodo: cavo multipolare da 2,5 cm | <i>Alburnus alburnus alborella</i> | 2,0 | 0,0 | 6,0 |
| | <i>Atherina boyeri</i> | 1,0 | 0,0 | 3,0 |
| | <i>Carassius auratus</i> | 71,3 | 696,4 | 5150,6 |
| | <i>Lepomis gibbosus</i> | 12,5 | 112,5 | 206,3 |
| | <i>Micropterus salmoides</i> | 136,1 | 9637,8 | 5703,4 |
| | <i>Perca fluviatilis</i> | 1,0 | 0,0 | 41,0 |
| | <i>Pseudorasbora parva</i> | 2,0 | 0,0 | 12,0 |
| Data: 09/10/01 Anodo: ombrello Catodo: cavo multipolare da 2,5 cm | <i>Alburnus alburnus alborella</i> | 16,3 | 106,5 | 93,5 |
| | <i>Atherina boyeri</i> | 1,0 | 0,0 | 2,0 |
| | <i>Carassius auratus</i> | 52,1 | 193,6 | 2630,2 |
| | <i>Lepomis gibbosus</i> | 49,0 | 22932,0 | 542,8 |
| | <i>Micropterus salmoides</i> | 82,3 | 2842,6 | 4547,8 |
| | <i>Perca fluviatilis</i> | 2,0 | 0,0 | 84,0 |
| | <i>Pseudorasbora parva</i> | 2,0 | 0,0 | 13,0 |

Tab. 4.2.2.2.3

4.2.2.2.1 Catture per unità di sforzo

Tab. 4.2.2.2.1.1 Le catture sono espresse in numero di pesci per minuto e si riferiscono ai campionamenti effettuati usando come catodo il cavo multipolare da 2,5 cm e a 70 Hertz (Tab. 4.2.2.2.1.1)

| Specie | ANODO | | | | | Valore medio |
|-----------------|-------|------|------|----------|-------|--------------|
| | d25 | d30 | d40 | ombrello | palla | |
| Alborella | | 0,3 | 0,19 | 0,72 | 0,18 | 0,35 |
| Carassio dorato | 0,77 | 1,19 | 3,75 | 2,47 | 4,17 | 2,47 |
| Carpa | | | 0,19 | | | 0,19 |
| Latterino | | 0,16 | | 0,13 | 0,19 | 0,16 |
| Luccio | | 0,17 | | | | 0,17 |
| Pesce gatto | | 0,15 | | | | 0,15 |
| Persico reale | 0,38 | 0,47 | | 0,26 | 0,18 | 0,32 |
| Pseudorasbora | 0,13 | 0,16 | | 0,26 | 0,36 | 0,23 |
| Persico sole | 0,5 | 0,79 | 0,75 | 0,85 | 0,74 | 0,73 |
| Persico trota | 5,1 | 4,92 | 2,81 | 2,67 | 5,37 | 4,17 |
| Scardola | | | 0,84 | | | 0,84 |
| Valore medio | 1,38 | 0,92 | 1,42 | 1,05 | 1,60 | 1,24 |

Il numero di CPUS medio più elevato si ha con l'anodo "palla" (1,60 ind/m), seguono, in ordine decrescente, l'anello da 40 cm (1,42), l'anello da 25 cm (1,38), "l'ombrello" (1,05) e l'anello da 30 cm (0,92) che, quindi, fornisce il risultato peggiore.

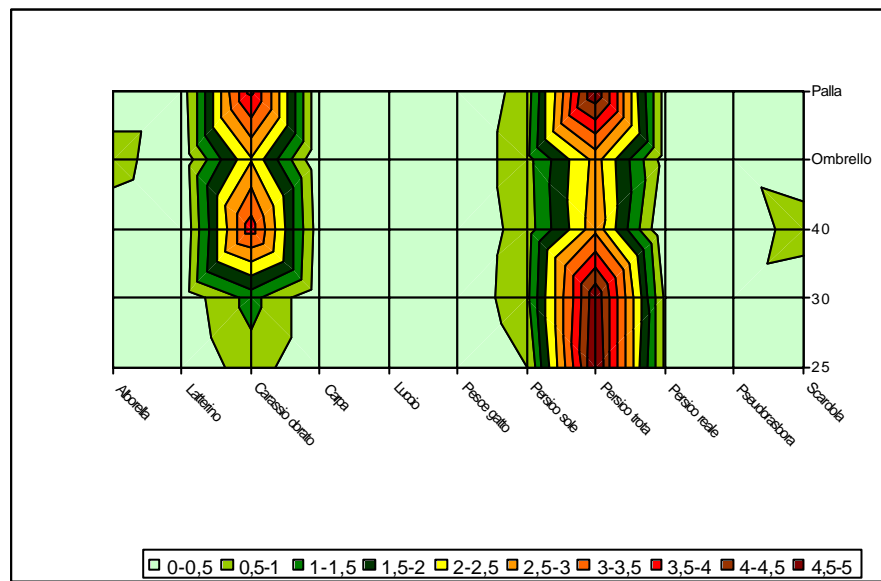
| Anodo | V.Minimo | V.Medio | V.Massimo |
|-----------------|----------|---------|-----------|
| Anello da 30 cm | 0,15 | 0,92 | 4,92 |
| Ombrello | 0,13 | 1,05 | 2,67 |
| Anello da 25 cm | 0,13 | 1,38 | 5,10 |
| Anello da 40 cm | 0,19 | 1,42 | 3,75 |
| Palla | 0,18 | 1,60 | 5,37 |

Per quanto riguarda le specie le CPUS medie, relative a tutti gli anodi sperimentati, i valori maggiori si riscontrano per persico trota (4,17) e carassio dorato (2,47). I valori delle altre specie sono nettamente inferiori e sono compresi fra il minimo del

| Specie | V.Minimo | V.Medio | V.Massimo |
|-----------------|----------|---------|-----------|
| Pesce gatto | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Latterino | 0,13 | 0,16 | 0,19 |
| Luccio | 0,17 | 0,17 | 0,17 |
| Carpa | 0,19 | 0,19 | 0,19 |
| Pseudorasbora | 0,13 | 0,23 | 0,36 |
| Persico reale | 0,18 | 0,32 | 0,47 |
| Alborella | 0,19 | 0,35 | 0,72 |
| Persico sole | 0,50 | 0,73 | 0,85 |
| Scardola | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| Carassio dorato | 0,77 | 2,47 | 4,17 |
| Persico trota | 2,67 | 4,17 | 5,37 |

pesce gatto (0,15) ed il massimo della scardola (0,84).

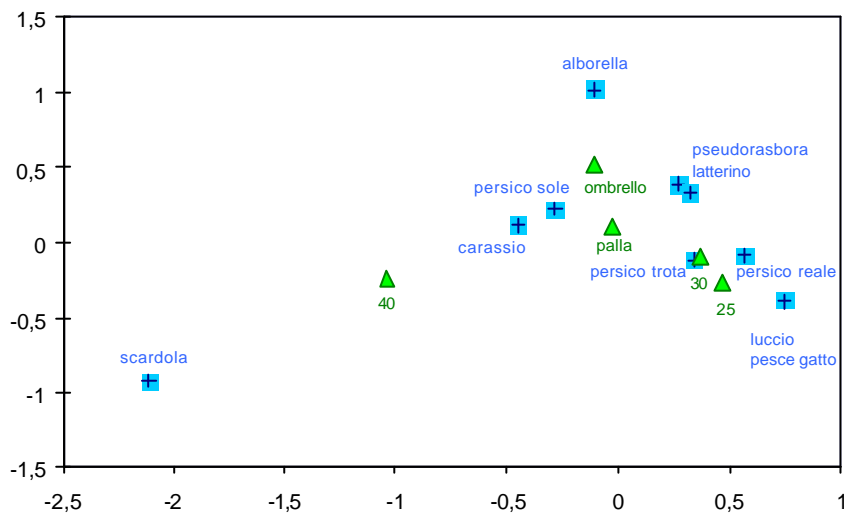
Il quadro sintetico dei valori di CPUS relazionato ai singoli anodi e alle singole specie è riportato nella figura 4.2.2.2.1.1.



Appare evidente che la scelta dell'intervallo dei valori di CPUS (05 ind/m) consente di evidenziare solo la situazione delle specie catturate con maggiore frequenza e a maggiore consistenza demografica, vale a dire persico trota, persico sole e carassio dorato. In particolare si conferma che persico sole e persico trota, anche se catturate con tutti gli anodi, raggiungono i maggiori valori di CPUS con gli anodi di 25 e 30 cm e con quello a "palla". Anche il carassio dorato si dimostra sensibile a buona parte degli anodi, ma i valori più elevati di CPUS vengono ottenuti con l'anello da 40 cm e con quello a "palla". L'alborella è catturata solo con l'ombrello e la scardola con l'anodo

ad anello da 40 cm.

Un modo più efficace per evidenziare le relazioni fra dati di CPUS, specie ittiche e tipo di anodo è quello di riordinare la variabilità complessiva mediante analisi multivariata. Per ottenere tale risultato è stata utilizzata l'analisi delle corrispondenze che permette di rappresentare l'associazione fra le due variabili categoriche (CPUS per specie e tipo di anodo) per mezzo di grafici di posizionamento delle rispettive modalità. I risultati di tale elaborazione vengono discussi limitatamente alle prime due dimensioni che rappresentano il 92,43 % di inerzia, di cui il 72,46% relativa alla prima dimensione ed il 19,97% relativa alla seconda (Fig. 4.2.2.2.1.2).



La prima dimensione evidenzia una sostanziale corrispondenza dei dati di cattura da parte degli anodi ad anello da 25 e 30 cm. Le specie associate a tali anodi sono boccalone, persico reale, luccio e pesce gatto. A tale associazione risulta contrapposto l'anodo da 40 cm che appare selettivo soprattutto nei

Fig. 4.2.2.2.1.2

confronti della scardola. La seconda dimensione evidenzia l'associazione fra l'anodo "ombrello" e alcune specie che non figurano costantemente nel pescato quali alborella, pseudorasbora e latterino. L'analisi delle corrispondenze conferma quindi l'importanza delle caratteristiche del circuito ed in modo particolare della forma e delle dimensioni dell'anodo rispetto alla catturabilità della fauna ittica.

4.2.3 Mortalità e tempi di recupero.

Durante tutta l'attività di campionamento si è tenuto conto degli eventuali casi di mortalità verificatisi a seguito dei trattamenti elettrici. I risultati sono stati del tutto negativi nel senso che tutti i pesci catturati, dopo le misurazioni previste, sono stati rimessi in acqua senza presentare problemi.

Per ciò che concerne i tempi di recupero, rispetto al trattamento elettrico e all'anestetico, è stato osservato che non tutte le specie hanno lo stesso comportamento. In generale i tempi più lunghi caratterizzano pesce gatto e persico reale (15 m), persico sole (11 m), tutte le altre specie presentano tempi di recupero compresi fra un minimo di 5 m (scardola) ed un massimo di 9 m (persico trota) (Tab. 4.2.3.1)

| Specie | Tempo di Recupero (minuti) | DevSt |
|------------------------------------|----------------------------|-------|
| <i>Carassius auratus</i> | 6,90 | 3,73 |
| <i>Ictalurus melas</i> | 15,00 | 0,00 |
| <i>Lepomis gibbosus</i> | 11,04 | 4,08 |
| <i>Micropterus salmoides</i> | 9,00 | 5,48 |
| <i>Perca fluviatilis</i> | 15,00 | 0,00 |
| <i>Pseudorasbora parva</i> | 6,00 | 0,00 |
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | 5,00 | 1,41 |
| <i>Tinca tinca</i> | 9,60 | 3,29 |

Per quanto riguarda sempre la mortalità, durante tutta la campagna dei campionamenti, si è cercato di valutare se l'attività di pesca determinasse danni su altri organismi acquatici. E' stato osservato che la pesca elettrica è efficace anche nella cattura di altri organismi quali ad esempio i crostacei decapodi. In questi casi non sono stati osservati danni o casi di mortalità o di menomazione. Ricerche bibliografiche sugli eventuali danni indotti dalla pesca elettrica su specie animali acquatiche microscopiche

Tab. 4.2.3.1

e macroscopiche diverse dai pesci si è rivelata del tutto infruttuosa, probabilmente proprio perché tale questione non assume rilevanza.

4.3 Sintesi dei risultati

| | |
|---|-----|
| <i>Giornate di pesca complessive</i> | 13 |
| <i>Numero aree lacustri considerato</i> | 4 |
| <i>Numero settori considerati</i> | 29 |
| <i>Numero pesci esaminato</i> | 812 |
| <i>Specie catturate</i> | 13 |
| <i>Catture per unità di sforzo</i> | |
| <i>per specie -</i> | 13 |
| <i>per settore -</i> | 8 |
| <i>per anodo -</i> | 5 |
| <i>per catodo -</i> | 2 |

4.3.1 Giornate di pesca

Attività di campionamento a Isola Polvese, Panicarola e San Feliciano

| <i>Giornate</i> | <i>Data</i> |
|-----------------|-------------|
| 1) | 30/07/01 |
| 2) | 03/08/01 |
| 3) | 06/08/01 |
| 4) | 22/08/01 |
| 5) | 24/08/01 |
| 6) | 27/08/01 |
| 7) | 29/08/01 |

Attività di campionamento nel canale di Poggio di Braccio

| <i>Giornate</i> | <i>Data</i> |
|-----------------|-------------|
| 8) | 20/09/01 |
| 9) | 21/09/01 |
| 10) | 27/09/01 |
| 11) | 29/09/01 |
| 12) | 05/10/01 |
| 13) | 09/10/01 |

4.3.2 Aree e settori lacustri considerati

Attività di ricerca finalizzata alla standardizzazione delle frequenze di impulsi e della tipologia di habitat lacustre:

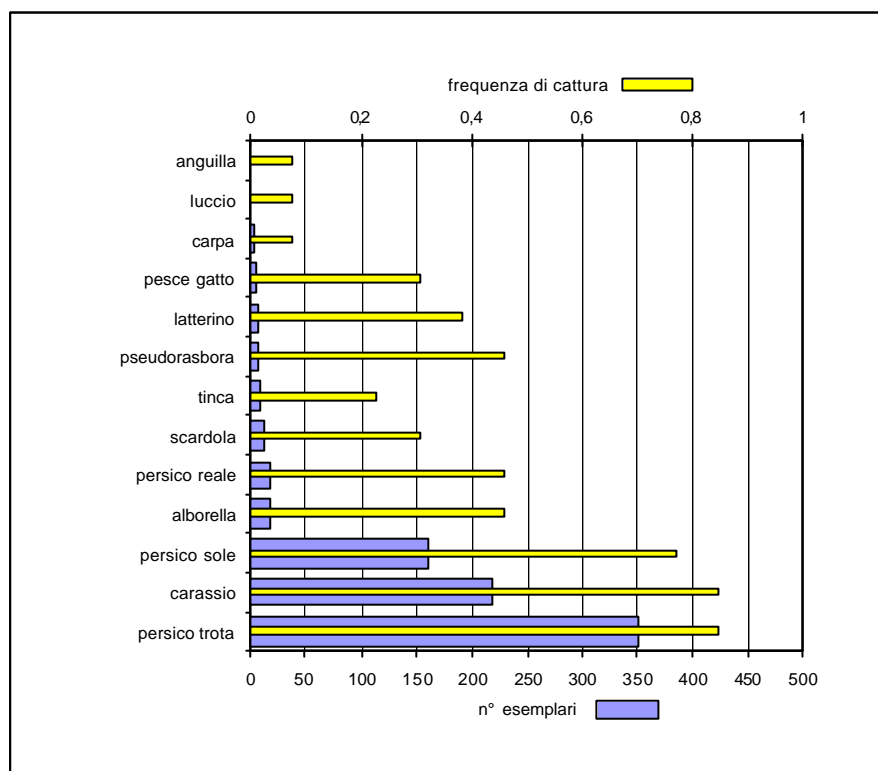
- Isola Polvese
 - Fascia del canneto
 - Fascia delle macrofite sommerse
 - Fascia delle acque aperte
- Panicarola
 - Fascia delle macrofite sommerse
 - Fascia delle acque aperte
- San Feliciano
 - Fascia del canneto
 - Fascia delle macrofite sommerse
 - Fascia delle acque aperte

Attività di ricerca finalizzata alla standardizzazione dei circuiti elettrici (anodi e catodi)

- Canale di Poggio di Braccio

4.3.3 Specie catturate, numero individui e frequenze di cattura.

Complessivamente sono stati catturati 812 pesci, ripartiti per specie così come riportato nella figura 4.3.3.1



Il campione è costituito per oltre il 90% da esemplari di persico trota, carassio dorato e persico sole, anche fra queste tre specie i valori di abbondanza sono fortemente differenziati. Infatti il numero di esemplari di persico trota è più che doppio rispetto al persico sole. Per quanto riguarda invece la frequenza

Fig. 4.3.3.1

di cattura, anche se le citate specie sono chiaramente prevalenti, lo scarto dei valori rispetto ad altre si riduce, talvolta anche in modo sensibile. Ciò vale ad esempio per alborella, persico reale, pseudorasbora, latterino e pesce gatto. Quindi, mentre persico trota, carassio dorato e persico sole sono catturate frequentemente e con abbondanza, alborella, persico reale, pseudorasbora, latterino e pesce gatto figurano con una certa frequenza nel pescato, ma con pochi esemplari. Le specie restanti, costituite da anguilla, luccio, carpa e tinca sono catturate sporadicamente e con pochissimi esemplari. Per evidenziare meglio questi tre gruppi, le specie sono state rappresentate nello spazio cartesiano utilizzando come coordinate xy il numero di esemplari catturati e le frequenze di cattura. Il modello di distribuzione delle specie sembra seguire una tendenza logaritmica. Si passa dunque da specie a ridotto numero di individui e catturate poco frequentemente, situati in prossimità dell'origine degli assi, a specie a ridotto numero di individui con frequenza maggiore, che si posizionano nella fase di crescita della curva, e infine a specie della fase

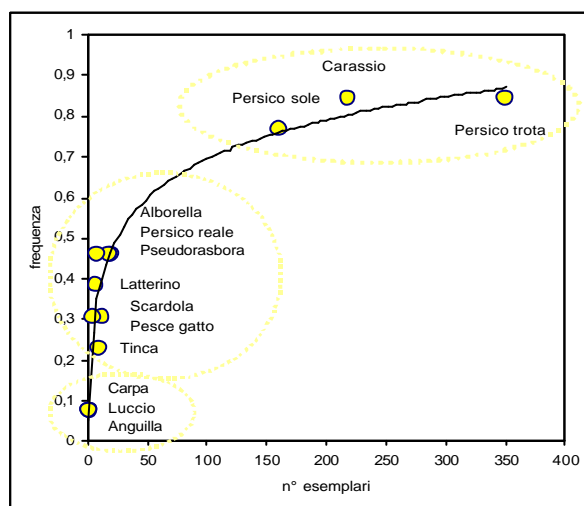


Fig. 4.3.3.2

terminale ad alto numero di esemplari ed alta frequenza di cattura (Fig. 4.3.3.2).

Le considerazioni da fare a proposito di questo risultato possono essere diverse. Prima di tutto va evitato di generalizzare il risultato per trarre conclusioni rispetto alla composizione della comunità ittica del lago ed in particolare alla sua struttura trofica. E' evidente che per tale analisi occorrerebbe un campione più consistente, maggiormente rappresentativo dei vari ambienti e aree del lago e soprattutto dovrebbero essere considerate le principali stagioni dell'anno. La variabile tempo risulta infatti estremamente importante ai fini del successo di cattura e ciò è dovuto alle esigenze ambientali delle singole specie ed alla loro capacità di adattamento all'evolversi delle condizioni ambientali del lago rispetto alle vicende stagionali. Queste considerazioni appaiono estremamente importanti per valutare i risultati ottenuti per alcune specie che hanno una forte valenza commerciale come ad esempio carpa, luccio, anguilla e tinca. Per alcune di queste specie la consistenza di popolazione potrebbe essere effettivamente modesta, ma forse il basso successo di cattura potrebbe anche essere dovuto alla selettività del circuito elettrico e alle cattive condizioni ambientali. E' verosimile, infatti, che soprattutto le condizioni di spinta deossigenazione degli strati di fondo abbiano spinto alcune delle citate specie alla ricerca di aree rifugio, in attesa di un ripristino di condizioni ambientali più favorevoli. Del resto il principale obiettivo della ricerca è quello di standardizzare le procedure di cattura anche ai fini di un monitoraggio delle popolazioni ittiche del lago. Pertanto la valutazione del loro stato ai fini di possibili interventi gestionali va sicuramente affrontato in una fase diversa rispetto a quella attuale.

4.3.4 Protocollo operativo

La definizione di un protocollo operativo definitivo, ovviamente, richiede un'ampia base dati e questa potrà essere acquisita mediante ulteriori campagne di campionamento. Nella fase attuale il quadro di sintesi dei risultati della ricerca permette di acquisire alcuni elementi guida per l'uso della pesca elettrica e questi saranno preziosi proprio per il proseguimento delle attività. Questi vengono presentati mediante le quattro tabelle seguenti, ognuna delle quali scompone il dato di CPUS secondo un particolare aspetto: specie, tipologia ambientale, catodo e anodo. Come riportato nel capitolo materiale e metodi i dati di cattura per unità di sforzo (CPUS) sono espressi per minuto di pesca.

CPUS per specie

| Specie | Tempo | Numero | CPUS |
|------------------------------------|-------|--------|------|
| <i>Alburnus alburnus alborella</i> | 43,7 | 19 | 0,44 |
| <i>Anguilla anguilla</i> | 7,0 | 1 | 0,14 |
| <i>Atherina boyeri</i> | 33,6 | 7 | 0,21 |
| <i>Carassius auratus</i> | 128,3 | 218 | 1,70 |
| <i>Cyprinus carpio</i> | 5,3 | 2 | 0,37 |
| <i>Esox lucius</i> | 6,0 | 1 | 0,17 |
| <i>Ictalurus melas</i> | 35,5 | 5 | 0,14 |
| <i>Lepomis gibbosus</i> | 120,7 | 161 | 1,33 |
| <i>Micropterus salmoides</i> | 128,3 | 351 | 2,74 |
| <i>Perca fluviatilis</i> | 53,8 | 18 | 0,33 |
| <i>Pseudorasbora parva</i> | 48,3 | 8 | 0,17 |
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | 36,3 | 12 | 0,33 |
| <i>Tinca tinca</i> | 57,0 | 9 | 0,16 |

CPUS tipologia lacustre

| Tipologia | Tempo | Numero | CPUS |
|-----------|-------|--------|------|
| aperte | 24,0 | 9 | 0,38 |
| canale | 61,3 | 580 | 9,46 |
| canneto | 69,0 | 133 | 1,93 |
| macrofite | 53,0 | 90 | 1,70 |

CPUS per catodo

| Catodo | Tempo | Numero | CPUS |
|------------------|-------|--------|------|
| annodato | 5,0 | 3 | 0,60 |
| lastra di rame | 12,5 | 97 | 7,76 |
| cavo multipolare | 54,8 | 483 | 8,81 |
| standard | 88,0 | 229 | 2,60 |

CPUS per anodo

| Anodo | Tempo | Numero | CPUS |
|---------------|-------|--------|-------|
| 25 cm | 15,7 | 100 | 6,38 |
| 30 cm | 94,5 | 412 | 4,36 |
| 40 cm | 5,3 | 75 | 14,06 |
| Ombrello | 15,3 | 108 | 7,04 |
| Doppio anello | 10,8 | 117 | 10,80 |

Conclusioni

Le condizioni ambientali nei tre settori esaminati, nel periodo luglio-agosto 2001, evidenziano l'assenza di processi di stratificazione termica. Le acque sono in serie debolmente alcalina e presentano elevati valori di conducibilità. Il dato più preoccupante è però rappresentato dall'ossigeno disciolto che, soprattutto sul fondo, raggiunge valori di deossigenazione prossimi all'anossia.

L'attività di campionamento con elettrostorditore nei tre settori del lago ha portato alla cattura di 13 specie con 812 esemplari. Boccalone, carassio dorato e persico sole sono le specie dominanti (91% del pescato complessivo).

Fra le tre aree indagate (Isola Polvere, Panicarola, S.Feliciano) i valori più elevati di CPUS si raggiungono all'Isola Polvese (valore medio 0,42). Per quanto concerne invece le fasce litoranee i valori maggiori di CPUS vengono raggiunti nella fascia del canneto e delle macrofite sommerse, nelle acque aperte i dati di cattura sono minimi o nulli. Quest'ultimo risultato va letto con beneficio di verifica in quanto potrebbe essere influenzato dalle condizioni di deossigenazione o da limiti del circuito impiegato.

Nella fascia del canneto le specie dominanti sono boccalone e persico sole, in quella delle macrofite sommerse prevale il carassio dorato.

Il test relativo all'applicazione differenziata di impulsi ha evidenziato che i risultati migliori in termini di CPUS vengono ottenuti a 40 e 80 Hertz

Per quanto concerne l'attività di verifica delle caratteristiche del circuito sono stati testati anodi e catodi diversi. Carassio dorato, persico sole e persico trota sono stati catturati con tutti gli elettrodi testati e quindi non sembrano richiedere attenzioni particolari per ciò che concerne i circuiti elettrici ed in

particolare la forma dell'anodo. Persico reale e pseudorasbora non sono stati catturati con l'anodo da 40 cm e quindi con il più grande dei tre ad anello; l'alborella, al contrario, non è stata catturata con il più piccolo degli anodi ad anello e cioè con quello da 25 cm, mentre per il latterino, oltre a questo, deve essere aggiunto l'anello da 40 cm. Luccio e pesce gatto sono stati catturati con un solo tipo di anodo e cioè quello ad anello da 30 cm, scardola e carpa sempre con un solo anodo e cioè con quello ad anello da 40 cm.

Nel complesso la più alta catturabilità è stata ottenuta con l'anodo da 30 cm (9 specie su 11), un buon risultato è stato ottenuto anche con gli anodi "palla" e "ombrello" (7 specie su 11), con l'anodo ad anello da 40 cm si scende a 6 specie catturate e con quello da 25 cm a 5.

Per quanto riguarda i test relativi al catodo i risultati indicano chiaramente che la lastra di rame (40x60 cm) si è rivelata molto più efficace rispetto al cavo multipolare; infatti, nel primo caso, il numero di specie catturate è stato quasi doppio rispetto al secondo.

Per ciò che concerne i dati di cattura delle singole specie è emerso quanto segue. Il numero di CPUS medio più elevato si ha con l'anodo "palla" (1,60 ind/m), seguono, in ordine decrescente, l'anello da 40 cm (1,42), l'anello da 25 cm (1,38), "l'ombrello" (1,05) e l'anello da 30 cm (0,92) che, quindi, fornisce il risultato peggiore. Le CPUS medie più elevate, relative a tutti gli anodi sperimentati, si riscontrano per persico trota (4,17) e carassio dorato (2,47). I valori delle altre specie sono nettamente inferiori e sono compresi fra il minimo del pesce gatto (0,15) ed il massimo della scardola (0,84).

In definitiva le caratteristiche del circuito ed in modo particolare la forma e le dimensioni dell'anodo si rivelano determinanti rispetto al grado di catturabilità della fauna ittica.

I risultati sperimentali, anche se condizionati dalla brevità del periodo di osservazione e dalla stagione certamente non favorevole, possono essere considerati molto interessanti. In particolare si ritiene significativo:

- aver individuato differenziazione nei dati di cattura fra le principali fasce del litorale del lago
- aver accertato la frequenza di impulsi ottimale ai fini del pescato e della selezione delle specie
- aver conseguito alcune conoscenze di base sulla forma dell'anodo e del catodo ai fini dell'ottimizzazione dei circuiti elettrici nel Lago Trasimeno.

I risultati conseguiti possono essere quindi giudicati promettenti ai fini dello sviluppo di un protocollo definitivo per l'utilizzazione della pesca elettrica nel Lago Trasimeno. Tipo di corrente, forma e dimensione degli elettrodi dovranno essere riesaminati sulla base di ulteriori misurazioni del pescato, ma, soprattutto, utilizzando strumenti per misure di campo elettrico.

Allegato 1
Analisi delle
corrispondenze

Percentuali Totali (basedati-canal.sta)

Variab. di riga: SPECIE(11)

Var. di colonna: ANODO(5)

| Specie | Anodo | | | | | Totale |
|-----------------------------|-----------|----------|----------|---------------|-------------|------------|
| | 25 | 30 | 40 | Doppio anello | Ombrello | |
| Alburnus alburnus alborella | 0 | 0,66404 | 0,206003 | 0,405764113 | 1,581233089 | 2,85704053 |
| Carassius auratus | 1,6957955 | 5,209696 | 8,240133 | 9,164026404 | 5,427602084 | 29,7372524 |
| Cyprinus carpio | 0 | 0 | 0,412007 | 0 | 0 | 0,41200663 |
| Lepomis gibbosus | 0,5493422 | 1,746626 | 1,648027 | 1,616813935 | 1,861648816 | 7,42245793 |
| Scardinius erythrophthalmus | 0 | 0 | 1,85403 | 0 | 0 | 1,85402984 |
| Micropterus salmoides | 11,195833 | 21,6135 | 3,09005 | 11,79212936 | 5,865362174 | 53,5568704 |
| Perca fluviatilis | 0,4120066 | 1,028256 | 0 | 0,199760797 | 0,283531454 | 1,92355479 |
| Pseudorasbora parva | 0,1433067 | 0,352142 | 0 | 0,399521595 | 0,289762909 | 1,1847336 |
| Atherina boyeri | 0 | 0,352142 | 0 | 0,206003316 | 0,141765727 | 0,69991147 |
| Ictalurus melas | 0 | 0,169028 | 0 | 0 | 0 | 0,16902837 |
| Esox lucius | 0 | 0,183114 | 0 | 0 | 0 | 0,18311406 |

Frequenze Attese (basedati-canal.sta)

Variab. di riga: SPECIE(11)

Var. di colonna: ANODO(5)

| Specie | Anodo | | | | | Totale |
|-----------------------------|-----------|----------|----------|---------------|-------------|------------|
| | 25 | 30 | 40 | Doppio anello | Ombrello | |
| Alburnus alburnus alborella | 0,3639621 | 0,814414 | 0,401771 | 0,618484332 | 0,401788412 | 2,60041971 |
| Carassius auratus | 3,7882674 | 8,476751 | 4,181801 | 6,437439179 | 4,181978961 | 27,0662374 |
| Cyprinus carpio | 0,0524861 | 0,117445 | 0,057938 | 0,089190071 | 0,057940897 | 0,37499999 |
| Lepomis gibbosus | 0,9455566 | 2,115808 | 1,043783 | 1,606793422 | 1,043827538 | 6,75576902 |
| Scardinius erythrophthalmus | 0,2361873 | 0,5285 | 0,260723 | 0,401355317 | 0,260734035 | 1,68749995 |
| Micropterus salmoides | 6,8226796 | 15,26665 | 7,531435 | 11,59384504 | 7,531755208 | 48,7463653 |
| Perca fluviatilis | 0,2450442 | 0,548319 | 0,2705 | 0,416405889 | 0,270511397 | 1,75078013 |
| Pseudorasbora parva | 0,1509248 | 0,337714 | 0,166603 | 0,256467893 | 0,166610247 | 1,07832023 |
| Atherina boyeri | 0,0891626 | 0,199513 | 0,098425 | 0,151514925 | 0,098429237 | 0,63704507 |
| Ictalurus melas | 0,0215327 | 0,048182 | 0,02377 | 0,036590799 | 0,023770625 | 0,15384615 |
| Esox lucius | 0,0233271 | 0,052198 | 0,02575 | 0,039640033 | 0,02575151 | 0,16666667 |

Frequenze Osservate meno Attese (basedati-canal.sta)

Variab. di riga: SPECIE(11)

Var. di colonna: ANODO(5)

| Specie | Anodo | | | | |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|--------------|
| | 25 | 30 | 40 | Doppio anello | Ombrello |
| Alburnus alburnus alborella | -0,363962 | -0,210018 | -0,214271 | -0,249166155 | 1,037417524 |
| Carassius auratus | -2,244789 | -3,734993 | 3,318199 | 1,903469756 | 0,758113169 |
| Cyprinus carpio | -0,052486 | -0,117445 | 0,317062 | -0,089190071 | -0,057940897 |
| Lepomis gibbosus | -0,445557 | -0,526065 | 0,456217 | -0,13520253 | 0,650607043 |
| Scardinius erythrophthalmus | -0,236187 | -0,5285 | 1,426777 | -0,401355317 | -0,260734035 |
| Micropterus salmoides | 3,3675378 | 4,40551 | -4,718935 | -0,860890684 | -2,193222819 |
| Perca fluviatilis | 0,1299558 | 0,387579 | -0,2705 | -0,234587707 | -0,012446881 |
| Pseudorasbora parva | -0,02049 | -0,017201 | -0,166603 | 0,10716847 | 0,097126011 |
| Atherina boyeri | -0,089163 | 0,121 | -0,098425 | 0,03598507 | 0,030603021 |
| Ictalurus melas | -0,021533 | 0,105664 | -0,02377 | -0,036590799 | -0,023770625 |
| Esox lucius | -0,023327 | 0,114469 | -0,02575 | -0,039640033 | -0,02575151 |

Contributi al Chi-Quadro (basedati-canale.sta)

Variab. di riga: SPECIE(11)

Var. di colonna: ANODO(5)

| Specie | Anodo | | | | | Totale |
|-----------------------------|-----------|----------|----------|---------------|-------------|------------|
| | 25 | 30 | 40 | Doppio anello | Ombrello | |
| Alburnus alburnus alborella | 0.3639621 | 0.054159 | 0.114274 | 0.100380511 | 2.678611648 | 3.31138738 |
| Carassius auratus | 1.3301802 | 1.645698 | 2.632943 | 0.562832053 | 0.137431484 | 6.30908434 |
| Cyprinus carpio | 0.0524861 | 0.117445 | 1.735084 | 0.089190071 | 0.057940897 | 2.05214533 |
| Lepomis gibbosus | 0.2099511 | 0.130798 | 0.199403 | 0.011376524 | 0.405516725 | 0.95704599 |
| Scardinius erythrophthalmus | 0.2361873 | 0.5285 | 7.807877 | 0.401355317 | 0.260734035 | 9.234654 |
| Micropterus salmoides | 1.6621491 | 1.271302 | 2.95672 | 0.063924674 | 0.63865941 | 6.59275536 |
| Perca fluviatilis | 0.0689203 | 0.27396 | 0.2705 | 0.132158055 | 0.000572711 | 0.74611056 |
| Pseudorasbora parva | 0.0027818 | 0.000876 | 0.166603 | 0.04478175 | 0.056619938 | 0.27166277 |
| Atherina boyeri | 0.0891626 | 0.073383 | 0.098425 | 0.008546519 | 0.009514906 | 0.27903222 |
| Ictalurus melas | 0.0215327 | 0.23172 | 0.02377 | 0.036590799 | 0.023770625 | 0.33738411 |
| Esox lucius | 0.0233271 | 0.25103 | 0.02575 | 0.039640033 | 0.02575151 | 0.36549945 |
| Totale | 4.0606405 | 4.578871 | 16.03135 | 1.490776306 | 4.29512389 | 30.4567615 |

Allegato 2
Popolazioni ittiche:
Risultati ed elaborazioni

Elenco delle specie ittiche campionate

| Specie | Nome comune |
|------------------------------------|-----------------|
| <i>Alburnus alburnus alborella</i> | Alborella |
| <i>Anguilla anguilla</i> | Anguilla |
| <i>Atherina boyeri</i> | Latterino |
| <i>Carassius auratus</i> | Carassio dorato |
| <i>Cyprinus carpio</i> | Carpa |
| <i>Esox lucius</i> | Luccio |
| <i>Ictalurus melas</i> | Pesce gatto |
| <i>Lepomis gibbosus</i> | Persico sole |
| <i>Micropterus salmoides</i> | Persico trota |
| <i>Perca fluviatilis</i> | Persico reale |
| <i>Pseudorasbora parva</i> | Pseudorasbora |
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | Scardola |
| <i>Tinca tinca</i> | Tinca |

Alborella
(*Alburnus alburnus alborella*)



Esemplari catturati: 19
Lunghezza massima: 12 cm
Lunghezza minima: 6,4 cm
Lunghezza media: 8,94 cm
Peso massimo: 16 g
Peso minimo: 2 g
Peso medio: 5,79 g

Anguilla
(*Anguilla anguilla*)



Esemplari catturati: 1
Lunghezza: 55 cm
Peso: 345 g

Latterino
(*Atherina boyeri*)



Esemplari catturati: 7
Lunghezza massima: 9,2 cm
Lunghezza minima: 6,2 cm
Lunghezza media: 7,23 cm
Peso massimo: 4 g
Peso minimo: 2 g
Peso medio: 4,14 g

Carpa
(*Cyprinus carpio*)



Esemplari catturati: 2
Lunghezza massima: 80 cm
Lunghezza minima: 28 cm
Lunghezza media: 54 cm
Peso massimo: 6100 g
Peso minimo: 376 g
Peso medio: 3238 g

Luccio
(*Esox lucius*)



Esemplari catturati: 1
Lunghezza: 29 cm
Peso: 156g

Pesce gatto
(*Ictalurus melas*)



Esemplari catturati: 5
Lunghezza massima: 22 cm
Lunghezza minima: 11,5 cm
Lunghezza media: 17,22 cm
Peso massimo: 166 g
Peso minimo: 21 g
Peso medio: 90,6 g

Persico reale
(*Perca fluviatilis*)



Esemplari catturati: 18
Lunghezza massima: 18 cm
Lunghezza minima: 11 cm
Lunghezza media: 14,46 cm
Peso massimo: 68 g
Peso minimo: 15 g
Peso medio: 35,33 g

Pseudorasbora
(*Pseudorasbora parva*)



Esemplari catturati: 8
Lunghezza massima: 10 cm
Lunghezza minima: 6,2 cm
Lunghezza media: 8,49 cm
Peso massimo: 9 g
Peso minimo: 2 g
Peso medio: 5 g

Scardola
(*Scardinius erythrophthalmus*)



Esemplari catturati: 12
Lunghezza massima: 14 cm
Lunghezza minima: 6,2 cm
Lunghezza media: 11,96 cm
Peso massimo: 46 g
Peso minimo: 2 g
Peso medio: 32,42g

Tinca
(*Tinca tinca*)



Esemplari catturati: 9
Lunghezza massima: 40 cm
Lunghezza minima: 29,1 cm
Lunghezza media: 33,45 cm
Peso massimo: 840 g
Peso minimo: 409 g
Peso medio: 575,67 g

A causa dell'esiguo numero di esemplari catturati per le specie sopra riportate non è stato possibile elaborare i principali parametri di accrescimento e la struttura di popolazione.

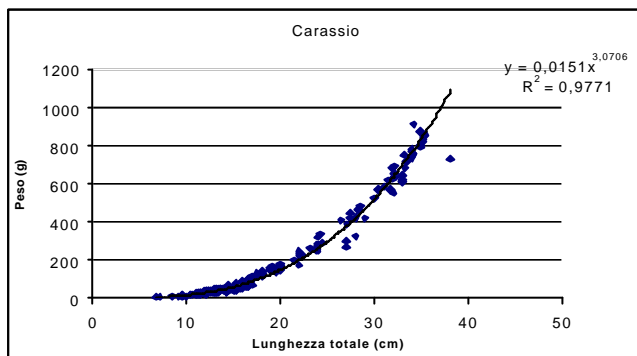
Carassio dorato
(*Carassius auratus*)



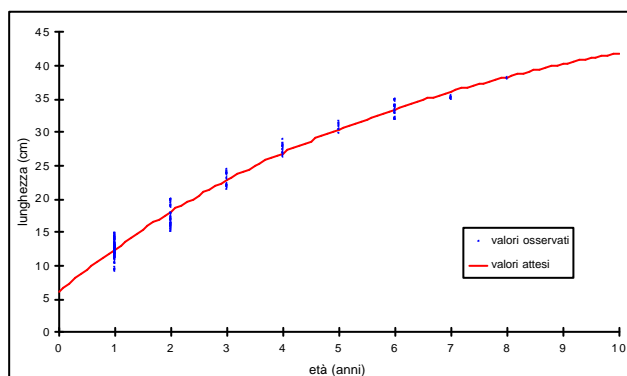
Esemplari catturati: 218
Lunghezza massima: 38,2 cm
Lunghezza minima: 6,8 cm
Lunghezza media: 18,27 cm
Peso massimo: 913 g
Peso minimo: 6 g
Peso medio: 192,64 g

Accrescimento

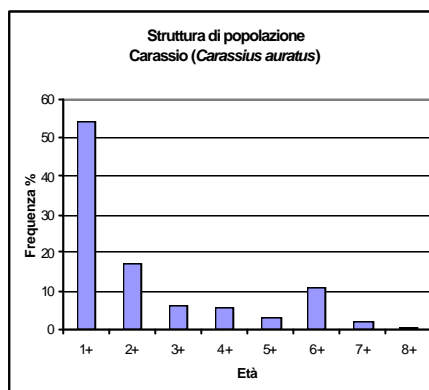
Relazione lunghezza-peso



Accrescimento teorico in lunghezza



Struttura di popolazione



Le frequenze percentuali del numero di individui per classe di età mostrano una netta prevalenza degli 1+ rispetto alle altre classi in quanto i primi rappresentano il 54,2% del campione totale mentre sono del tutto assenti gli 0+. Quest'ultimo dato va messo in relazione al periodo riproduttivo della specie in esame ed alla selettività dell'elettrostorditore che tende a catturare gli esemplari di taglia maggiore.

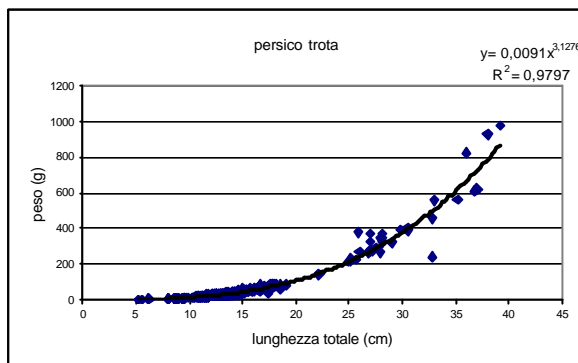
Persico trota
(*Micropterus salmoides*)



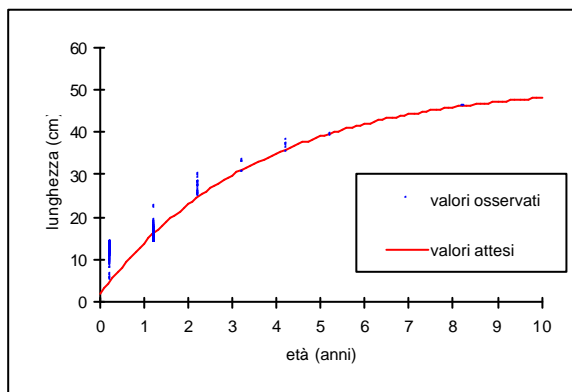
Esemplari catturati: 351
Lunghezza massima: 39,1 cm
Lunghezza minima: 5,3 cm
Lunghezza media: 20,52 cm
Peso massimo: 977 g
Peso minimo: 2 g
Peso medio: 243,1 g

Accrescimento

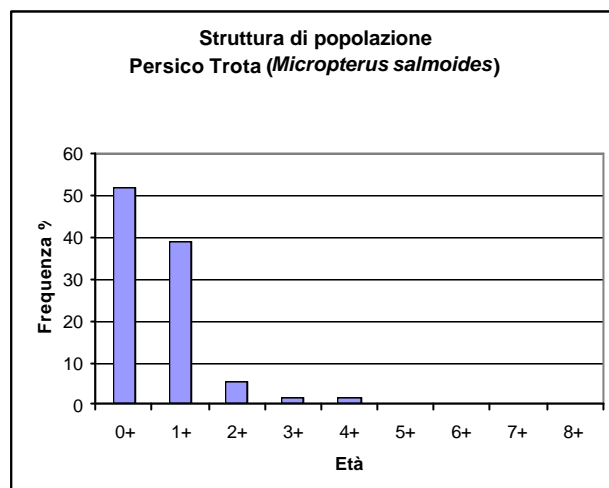
Relazione lunghezza-peso



Accrescimento teorico in lunghezza



Struttura di popolazione

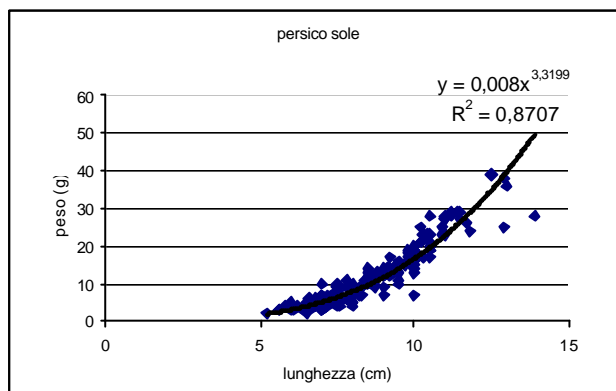


Persico sole
(*Lepomis gibbosus*)

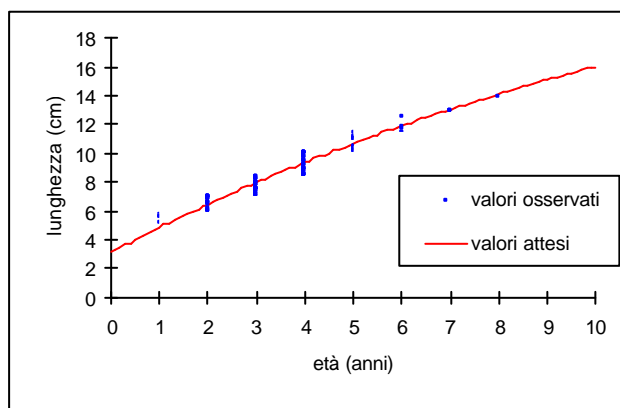


Esemplari catturati: 161
Lunghezza massima: 13,9 cm
Lunghezza minima: 5,2 cm
Lunghezza media: 8,67 cm
Peso massimo: 78 g
Peso minimo: 2 g
Peso medio: 12,52 g

Accrescimento
Relazione lunghezza-peso

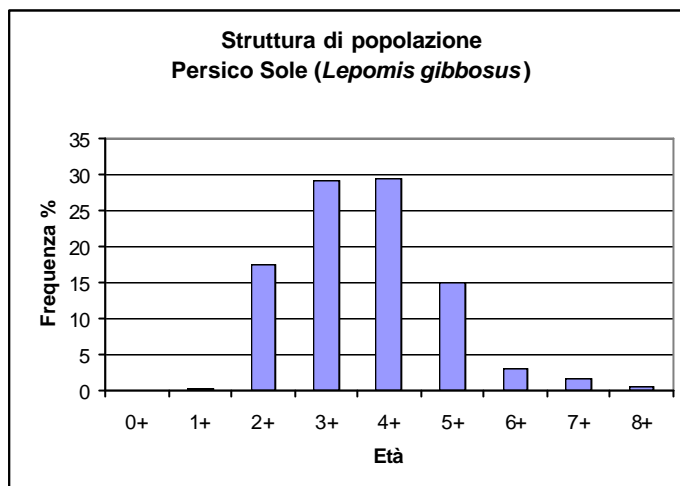


Accrescimento teorico in lunghezza



| | |
|--------------|--------|
| K | 0,0689 |
| L_{∞} | 29,086 |
| t_0 | -1,651 |
| R^2 | 0,9286 |
| Φ | 1,7654 |

Struttura di popolazione



La struttura risulta essere ben equilibrata a partire dalla classe 3+ mentre sono sottostimati gli esemplari più giovani. Così come per il Carassio questo può essere dovuto sia alla selettività del mezzo di cattura, più efficiente verso gli esemplari di taglia maggiore, che al periodo riproduttivo del persico sole.

Indice

| | |
|---|----|
| Introduzione | 4 |
| 1 La pesca elettrica | 6 |
| 1.1 La teoria | 6 |
| 1.1.1 La teoria dei circuiti | 7 |
| 1.1.2 I circuiti elettrici..... | 8 |
| 1.1.3 La resistenza elettrica..... | 8 |
| 1.1.4 - Legge di Ohm | 9 |
| 1.1.5 – Onde elettriche | 12 |
| 1.2 I sistemi di pesca elettrica | 14 |
| 1.2.1 Trasferimento massimo di potenza | 16 |
| 1.2.2 Sicurezza..... | 19 |
| 1.2.3 Verifica sul campo dell’attrezzatura | 21 |
| 1.2.4 Caratteristiche delle attrezzature:..... | 21 |
| 1.2.5 Interpretazione dei dati | 24 |
| 1.2.6 Strategie di campionamento | 25 |
| 2 Premessa | 27 |
| 3 Materiale e metodi | 28 |
| 3.1 Approccio metodologico | 29 |
| 3.2 Campionamenti | 30 |
| 3.2.1 Fase 1 | 30 |
| 3.2.2 Fase 2 | 34 |
| 4 Risultati..... | 37 |
| 4.1 Risultati ambientali | 37 |
| 4.2 Risultati ittici..... | 39 |
| 4.2.1 Dati di base | 40 |
| 4.2.2 Analisi dei dati | 52 |
| 4.2.2.1 – Fase 1 | 53 |
| 4.2.2.2 Fase 2 | 58 |
| 4.2.2.2.1 Catture per unità di sforzo | 64 |
| 4.2.3 Mortalità e tempi di recupero. | 68 |
| 4.3 Sintesi dei risultati..... | 70 |
| 4.3.1 Giornate di pesca..... | 71 |
| 4.3.2 Aree e settori lacustri considerati..... | 72 |
| 4.3.3 Specie catturate, numero individui e frequenze di cattura. | 73 |
| 4.3.4 Protocollo operativo | 76 |
| Conclusioni | 78 |
| Allegato 1 | 81 |

| | |
|-------------------------|-----------|
| Allegato 2 | 84 |
| Indice | 96 |