

REGIONE DELL'UMBRIA
Assessorato agricoltura e foreste

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA
Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia

PROVINCIA DI PERUGIA
PROVINCIA DI TERNI

ARPA UMBRIA

**LA CARTA ITTICA DELLA REGIONE UMBRIA:
BACINO DEL FIUME NESTORE**

Gruppo di Lavoro

Lorenzoni M., Corboli M., Grillo E., Pedicillo G. - Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli Studi di Perugia

Carosi A. Viali P. - Servizio Programmazione Ittico-Faunistica - Provincia di Terni

Ghetti L., Baldini G., Zeetti A. - Servizio Programmazione Forestale, Faunistico-venatoria ed Economia Montana – Regione dell'Umbria

Natali M. - Servizio Programmazione Ittico-Faunistica - Provincia di Perugia

Dolciamani R., Biscaro Parrini A., Mezzetti A., - Centro Ittiogenico del Trasimeno - Provincia di Perugia

Mossone M., Andreani M., Burchia A., Cassieri S., De Luca M., Quondam Luigi S., Uzzoli C. - Laboratorio Chimico Fisico e Biologico - ARPA Umbria Dip. di Perugia

Di Brizio M. - Laboratorio Chimico Fisico e Biologico - ARPA Umbria Dip. di Perugia

La pubblicazione della carta ittica di secondo livello del F.Nestore, rappresenta il terzo contributo all'aggiornamento delle conoscenze degli strumenti di programmazione iniziato con la redazione della carta ittica del bacino del F.Chiascio e Topino pubblicata nel 2001 e quella del bacino del F.Nera pubblicata nel 2004.

Le informazioni rilevate nell'ambito della carta ittica, opportunamente archiviate in una banca dati, rappresentano un riferimento imprescindibile per la programmazione della gestione ittica e della attività alieutica e per affrontare le problematiche connesse al ripristino e valorizzazione degli ecosistemi acquatici.

Le scelte metodologiche ed operative applicate nei precedenti bacini idrografici sono state confermate anche in questo studio, garantendo così la necessaria continuità e confrontabilità di dati e risultati.

La carta ittica così impostata permette di verificare, in termini di efficacia, la programmazione regionale e provinciale nel settore attraverso la registrazione delle modificazioni prodotte dagli interventi effettuati.

Ogni aggiornamento rappresenta pertanto la base su cui impostare la futura programmazione nel settore.

Il nostro obiettivo ed il nostro impegno è che questo strumento contribuisca a valorizzare il patrimonio ittico e fluviale della nostra regione.

Un ringraziamento a tutti coloro che hanno partecipato alla redazione di questo lavoro, per l'impegno, la passione, la professionalità, con l'augurio che la stessa preziosa collaborazione si mantenga in futuro per lavorare insieme per la tutela e valorizzazione del patrimonio ambientale ed ittico della nostra regione.

*Carlo Liviantoni
Assessore all'Agricoltura e Foreste*

INTRODUZIONE

Gli ecosistemi fluviali assumono oggi una crescente importanza sia per l'aumentato interesse da parte dell'opinione pubblica e delle istituzioni nei confronti della quantità e della qualità dell'acqua, sia perché sono sottoposti ad una sempre più elevata pressione antropica. Fin dall'antichità infatti la maggior parte degli insediamenti umani si trova nei pressi dei corsi d'acqua, considerati come fonte di sostentamento, approvvigionamento idrico ed energia, ma anche luogo di smaltimento di ogni genere di rifiuti, derivati dalle attività domestiche, agricole ed industriali. Gli ecosistemi lotici, proprio perché strettamente legati al territorio, rappresentano un ottimo sistema di valutazione delle condizioni ambientali circostanti.

La Carta Ittica appare come uno degli strumenti d'indagine sugli ecosistemi fluviali più efficaci, in quanto propone l'analisi dei popolamenti ittici unitamente alla valutazione della qualità delle acque ed allo studio del territorio. Queste diverse tipologie d'informazione, tutte fondamentali e reciprocamente complementari, permettono di pianificare una gestione che non miri semplicemente al recupero delle piene potenzialità del patrimonio ittico, ma anche ad un più globale recupero dell'equilibrio biologico degli ecosistemi stessi.

Come specificato nel documento ufficiale dell'AIAD (Associazione Italiana Ittiologi d'Acqua Dolce) stilato nel 1993, l'importanza della Carta Ittica risiede in due obiettivi principali: individuare le relazioni esistenti tra parametri ambientali (biotici ed abiotici) e struttura delle comunità ittiche; ottenere valori di riferimento utili per il confronto con i dati che saranno raccolti nei monitoraggi successivi. La Carta Ittica è quindi uno strumento dinamico in cui l'analisi dell'ittiofauna, fondamentale perché all'apice della catena alimentare di un corso d'acqua, assume un ulteriore interesse come riferimento nella valutazione degli effetti di eventuali interventi successivi.

La stesura della Carta Ittica è strutturata su due livelli di indagine: il I° livello prevede lo studio, su ampi ambiti territoriali, delle caratteristiche naturali dei bacini e degli alvei, della qualità (chimica e biologica) delle acque e della distribuzione dell'ittiofauna; il II° livello amplia ed approfondisce l'acquisizione dei dati ambientali e prevede l'analisi della struttura e della dinamica dei popolamenti ittici e la valutazione degli effetti antropici e della pressione di pesca.

Per quanto riguarda il bacino del F.Nestore, nel 1989 è stata redatta la Carta Ittica Regionale dell'Umbria (Mearelli *et alii*, 1989) che prende in considerazione l'intera rete fluvio-lacustre regionale, definendone le caratteristiche ambientali, vegetazionali e faunistiche. A questa fase generale e propedeutica, è necessariamente seguita un'analisi più dettagliata che ha condotto alla stesura della Carta Ittica della Regione Umbria (Mearelli *et alii*, 1996), che considera la rete idrografica suddivisa in cinque sottobacini: Chiascio-Topino, Nera, Nestore, Paglia-Chiani e bacino residuo del Tevere. La Carta Ittica della Regione Umbria, bacino del Fiume Nestore, oltre ad una caratterizzazione più specifica del territorio, amplia ed aggiorna le caratteristiche ambientali, morfologiche, idrologiche, fisico-chimiche dei corsi d'acqua; identifica inoltre le vocazioni ittiche naturali (zonazione ittica) e la distribuzione delle specie presenti.

A questo tipo di documento, definito di I° livello, si affianca la terza fase di indagine che prevede per ogni sottobacino un'analisi accurata dell'ittiofauna, finalizzata alla redazione di un piano di gestione delle popolazioni ittiche, ed una verifica delle dinamiche ambientali che caratterizzano il territorio. In questa terza fase, definita quindi di II° livello, ad una breve presentazione geomorfologica ed idrologica del bacino, segue una trattazione dei materiali e dei metodi utilizzati nell'acquisizione e nell'analisi dei dati raccolti ed una caratterizzazione dei corsi d'acqua sulla base di parametri ambientali, morfoidrologici, chimico-fisici e biologici. Lo studio della zonazione fluviale e della distribuzione dell'ittiofauna consente un immediato confronto con la Carta Ittica di I° livello, mentre l'analisi quantitativa delle comunità (indici di comunità, densità, standing crop) e delle popolazioni ittiche (struttura e accrescimento) consentono l'approfondimento del monitoraggio ittico e costituiscono una premessa fondamentale per un'eventuale pianificazione degli interventi gestionali. Questo tipo di indagine assume un interesse particolare per la presenza del Lago Trasimeno nel bacino idrografico del F.Nestore. Per ora la Carta Ittica della Regione dell'Umbria è limitata ai corsi d'acqua e i campionamenti non sono quindi stati effettuati nel Lago Trasimeno, tuttavia le considerazioni ambientali e soprattutto il monitoraggio ittico rappresentano una base conoscitiva essenziale per la regolamentazione della fauna ittica dell'intero bacino del F.Nestore e per la valutazione degli impatti antropici rilevabili sia sui corsi d'acqua del bacino sia sul lago stesso.

1. CARATTERISTICHE FISIOGRAFICHE DEL BACINO

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

Il bacino del fiume Nestore si sviluppa per circa 1150 km² nella parte centro-occidentale dell'Umbria, includendo in questa superficie anche il bacino del lago Trasimeno (124 km² circa), ed è compreso tra la 5° e la 6° piega appenninica.

E' caratterizzato da quote piuttosto basse: solo il 2% della sua superficie si trova al di sopra dei 600 m s.l.m. e ben il 57% al di sotto dei 300 m s.l.m. La maggior parte del territorio è rappresentato da depositi sedimentari di origine continentale, mentre le quote più elevate appartengono prevalentemente a formazioni marnoso-arenacee, che costituiscono gran parte dello spartiacque a nord e sud del bacino stesso. La permeabilità del bacino è abbastanza variabile e può essere molto elevata come avviene a ridosso del limite nord-orientale, in cui svetta il Monte Tezio (961 ms.l.m.), costituito dalla scaglia calcarea del Cretaceo, o di gran lunga minore come nella fascia collinare sud-occidentale, formata da depositi pliocenici sabbiosi e argillosi (Mearelli *et alii*, 1996).

Partendo dalla zona a nord-ovest lo spartiacque incontra i rilievi di M.Girella (462 m s.l.m.), Poggio Capanne (597 m s.l.m.) e M.Castiglione (802 m s.l.m.) che fanno parte della formazione del Macigno del Mugello, caratterizzata da arenarie con livelli di marne e argille siltose a varia permeabilità; il limite del bacino prosegue poi su arenarie grigiastre nei pressi di Castel Rigone e, superato il M.Tezio, si mantiene sui 500 m passando per Perugia. Successivamente lo spartiacque si abbassa su depositi lacustri villafranchiani, di scarsa permeabilità, fino a raggiungere la confluenza con il F.Tevere, ad ovest di Marsciano, e da qui risalire in direzione sud-ovest tagliando le arenarie (Macigno del Mugello) e le marne che caratterizzano i rilievi culminanti con il Poggio Spaccato (738 m s.l.m.). La parte orientale del bacino, formata da depositi continentali, presenta una zona meridionale caratterizzata da rilievi collinari intorno ai 500 m (Città della Pieve, Montegabbione), mentre a nord si mantiene su quote modeste che non raggiungono i 300 m, fino a piegare verso nord-est ad incontrare il M.Girella (Mearelli *et alii*, 1996).

Le caratteristiche morfologiche e climatiche del bacino del F.Nestore rientrano nel piano collinare o sub-mediterraneo, caratterizzato da boschi di sclerofille sempreverdi (leccio) e di caducifoglie, quali la roverella, il cerro ed il carpino nero. Alle zone più acclivi, che presentano coperture boschive, si alternano ampie zone collinari o pianeggianti intensamente coltivate; oltre alle colture secolari (come l'oliveto e il vigneto) che caratterizzano il territorio, si aggiungono, soprattutto nei fondovalle, le coltivazioni di natura industriale, che contribuiscono in modo preponderante all'inquinamento delle acque del bacino.

1.2 Caratteristiche idrologiche

Il F.Nestore nasce dalla confluenza di più sorgenti localizzate tra le colline nei pressi di Città della Pieve, Monteleone di Orvieto e Piegaro. Sebbene il tratto iniziale sia caratterizzato da una buona pendenza dell'alveo e da un'alta velocità di corrente, già a partire dal comune di Panicale la maggior parte dell'asta fluviale (lunga circa 49 Km) scorre in territori quasi pianeggianti, con conseguente diminuzione della velocità dell'acqua e formazione di meandri. Le acque del F.Nestore rappresentano il maggior contributo di destra del F.Tevere a nord del lago di Corbara. Il Nestore riceve sulla sua destra idrografica gli apporti del F.so Ierna, del F.so Rigalto, del T.Rigo, del T.Fersinone e del T.Calvana; questi ultimi due corsi d'acqua, scorrendo in zone scarsamente popolate, presentano acque di buona qualità che si riversano nell'asta principale appena sopra Marsciano. Gli affluenti di sinistra sono rappresentati dal T.Cestola, dal T.Genna e dal T.Caina, che apportano invece acque cariche di inquinanti di origine urbana ed industriale. Il T.Caina riceve da un canale emissario artificiale le acque di sfioro del Lago Trasimeno, che contribuisce in tal modo al bacino idrografico del F.Nestore. A causa della pessima qualità delle acque e la pressoché assenza di fauna ittica, non sono stati effettuati campionamenti su questi importanti corsi d'acqua.

1- CARATTERISTICHE FISIOGRAFICHE DEL BACINO

L'immissario artificiale del Lago Trasimeno è il F.so Anguillara, in cui confluiscono le acque del F.so Maranzano, del F.so Moiano e del T.Tresa; gli apporti del T.Tresa, grazie a un sistema di chiuse, possono essere indirizzati sia nel Lago di Chiusi che nel Trasimeno stesso (Mearelli *et alii*, 1990).



Stazione di campionamento sul T.Fersinone a Pornello

Foto: Dolciami

2.MATERIALI E METODI

2.1 Stazioni di campionamento

L'area indagata riguarda l'intero bacino del F.Nestore: sono stati presi in considerazione 8 corsi d'acqua, per un totale di 17 stazioni di campionamento.

Tali stazioni sono state scelte seguendo criteri morfometrici e idrologici, in modo da considerare settori quanto più rappresentativi di ampi tratti fluviali o dell'intero corso d'acqua.

Nei casi in cui è stato possibile le stazioni di campionamento sono state fatte coincidere con quelle della carta ittica di I° livello, ciò consente un immediato confronto con le ricerche precedenti (Mearelli *et alii*, 1996); alcune stazioni sono state aggiunte o spostate per motivi di carattere gestionale o perché più facilmente raggiungibili.

Rispetto alla carta ittica di I° livello la denominazione delle stazioni è stata modificata ed è costituita da un codice alfanumerico composto in successione da due cifre che indicano il codice di bacino (03), da quattro caratteri che rappresentano le lettere iniziali del nome del corso d'acqua e da due cifre che indicano progressivamente da monte a valle il numero della stazione.

Nella tabella e nella carta seguente sono riportati i corsi d'acqua campionati, i codici e la localizzazione delle stazioni di campionamento.

CORSO D'ACQUA	CODICE	CARTA ITTICA I° LIVELLO	LOCALITA'
Fosso Anguillara	03ANGU01	nuova ubicazione	Mazzaralli
T.Calvana	03CALV01	ex 78	Rotecastello
T.Calvana	03CALV02	ex 195	Marsciano
T.Faena	03FAEN01	ex 80	San Venanzo
T.Fersinone	03FERS01	nuova ubicazione	Pornello
T.Fersinone	03FERS02	nuova ubicazione	Molino Rotaprona
T.Fersinone	03FERS03	ex 197	Migliano
T.Fersinone	03FERS04	ex 82	Marsciano
Fosso della Ierna	03IERN01	nuova ubicazione	Vignaie (Ierna)
Fosso della Ierna	03IERN02	nuova ubicazione	Po Barbano
Fosso Moiano	03MOIA01	nuova ubicazione	Acqua Calda
F.Nestore	03NEST01	nuova ubicazione	Casale Selva Piana
F.Nestore	03NEST02	ex 184	Ringraziata (Piegaro)
F.Nestore	03NEST03	ex 188	Tavernelle
F.Nestore	03NEST04	nuova ubicazione	Mercatello
F.Nestore	03NEST05	ex 194	Marsciano
Fosso Serpolla	03SERP01	ex 83	Podere Cantagallina (Pornello)

I campionamenti sono stati effettuati con due monitoraggi successivi per seguire l'evoluzione temporale delle caratteristiche ambientali e delle comunità ittiche: la prima fase è stata condotta nei mesi di maggio e giugno 2001, la seconda si è svolta in un periodo compreso tra ottobre e dicembre 2001.

In tutte le stazioni di campionamento sono state quindi valutate due serie successive di dati (fase 1, fase 2), con l'unica eccezione del Fosso Anguillara (03ANGU01) in cui sono stati considerati solo i dati della prima fase per l'assenza di acqua in alveo nel periodo autunnale.



2.2 Parametri rilevati

Durante i campionamenti sono stati raccolti dati riguardanti alcuni parametri ambientali, chimico-fisici ed ittici ritenuti fondamentali per un'approfondita caratterizzazione di un bacino fluviale. Questi parametri, debitamente elaborati, rappresentano una base conoscitiva di estrema importanza per lo studio della comunità ittica in quanto influenzano la distribuzione, la dinamica spaziale e temporale, la struttura e le caratteristiche biologiche della fauna ittica.

2 - MATERIALE E METODI

I parametri rilevati sul campo sono i seguenti:

Parametri biologico-ambientali	
Tipologia fluviale (Riffle, Pool, Run)	Copertura vegetale del fondo (0-4)
Superficie ombreggiata dell'alveo (0-4)	Granulometria prevalente (1-7)
Vegetazione ripariale (0-4)	I.B.E. Indice Biologico Estesio.
Grado di ricovero per pesci (0-4)	Classe di qualità I.B.E.

Parametri morfo-idrologici	
Larghezza della sezione (m)	Velocità di corrente (m/sec.)
Superficie del settore campionato (m ²)	Lunghezza del tratto campionato (m)
Profondità media (m)	

Parametri chimico-fisici	
1) Temperatura aria (°C)	9) Azoto-Nitrico (mg/l-N)
2) Temperatura acqua (°C)	10) Azoto-Nitroso (mg/l-N)
3) pH (unità di pH)	11) Azoto-Ammoniacale (mg/l-N)
4) Conducibilità elettrica specifica (μS/cm a 25°C)	12) Solfati (mg/l)
5) Ossigeno (mg/l)	13) Cloruri (mg/l)
6) Ossigeno (% di saturazione)	14) Fosfati (mg/l)
7) B.O.D. ₅ (mg/l)	15) Fosforo totale (mg/l - P)
8) C.O.D. (mg/l)	

Parametri ittici	
Specie presenti	Lunghezza individuale degli esemplari catturati (cm)
Numero degli esemplari catturati (n°)	Peso individuale degli esemplari catturati (g)

2.3 Metodi di rilevamento

2.3.1 Parametri ambientali

Tipologia fluviale

Sono state prese in considerazione tre categorie di tipologia fluviale, basate essenzialmente sulla profondità dell'alveo e sulla velocità dell'acqua e quindi dipendenti in massima parte dalla pendenza e dal substrato; per ogni settore è stata rilevata la percentuale delle tre classi. La tipologia fluviale influenza la struttura delle comunità e la distribuzione delle specie vegetali ed animali. Il valore del parametro è stato espresso come percentuale delle tre tipologie identificate (Georgia Adopt-A-Stream, 2000):

- **Riffle:** la profondità è ridotta ed il fondo irregolare. L'elevata velocità dell'acqua e la presenza di massi nell'alveo causano turbolenza, spesso con formazione di spuma e increspature in superficie.
- **Run:** il fondo dell'alveo è regolare e la profondità poco variabile; l'acqua scorre con velocità

2 - MATERIALE E METODI

costante senza formare turbolenza in superficie.

- **Pool:** il tratto presenta maggiore profondità rispetto al resto del settore, dovuta alla presenza di buche, e la velocità è in genere ridotta.

Superficie ombreggiata

La vegetazione ripariale influenza sia la temperatura dell'acqua, soprattutto in estate, sia la copertura fitofila del fondo dell'alveo, modificando così indirettamente le cenosi vegetali e animali.

Sono state definite cinque classi, secondo lo schema riportato nella tabella seguente, considerando il grado crescente di ombreggiatura dell'alveo; per ogni stazione si è registrata la classe prevalente.

Tipologie	Indice
Assente	0
Tratti isolati	1
Frequenti interruzioni	2
Scarse interruzioni	3
Tratto continuo	4

Vegetazione delle sponde

E' stata rilevata la presenza di vegetazione sulle sponde; così come per la superficie ombreggiata sono state definite 5 classi (vedi tabella precedente). Sia per gli alberi che per gli arbusti in ogni stazione è stata registrata la classe prevalente.

Cover

Seguendo gli stessi criteri di classificazione della superficie ombreggiata (vedi tabella) è stato rilevato il grado di ricovero per i pesci (cover). Ai fini della valutazione risulta determinante la presenza di forme di riparo per la fauna ittica, come tronchi, anfratti o massi che costituiscono parte integrante dell'habitat fluviale in grado di influenzare sia la composizione che la stabilità dei popolamenti ittici.

Copertura vegetale del fondo

La copertura vegetale del fondo riveste un'importanza fondamentale perché influenza le caratteristiche strutturali e demografiche del micro e del macrobenthos, che rappresentano uno degli anelli fondamentali delle catene alimentari degli ecosistemi fluviali. A sua volta la copertura vegetale del fondo è condizionata dalla granulometria, dai parametri idraulici del corso d'acqua e dal grado di ombreggiatura dell'alveo. I criteri di valutazione sono gli stessi esposti in precedenza.

Granulometria

La grandezza dei clasti del fondo condiziona in modo determinante le cenosi vegetali ed animali ed insieme alla tipologia fluviale sottolinea le chiarissime relazioni che esistono tra condizioni morfologiche del corso d'acqua, habitat e caratteristiche della comunità ittica.

Per ogni stazione è stata considerata la classe prevalente di composizione granulometrica secondo

il seguente schema:

Categorie Granulometriche	Indice	Diametro (mm)
Fango, Argilla, Limo	1	<1
Sabbia	2	1-2
Ghiaia fine	3	2-8
Ghiaia media	4	8-32
Ghiaia grossa	5	32-64
Ciottoli	6	64-256
Blocchi	7	>256

2.3.2 Parametri idraulici

I parametri idraulici descrivono un corso d'acqua nelle sue caratteristiche intrinseche, che derivano principalmente dalla natura del terreno e dalla quantità di acqua che deriva dal bacino; questi valori influenzano comunque tutte le forme di vita di un ecosistema lotico e sono indispensabili nello studio dei deflussi minimi vitali.

Larghezza media dell'alveo

La larghezza è un parametro fondamentale sia per analizzare le caratteristiche geometriche dell'alveo, sia nel calcolo della densità ittica. E' stata misurata con una fettuccia metrica nella sezione dell'alveo considerata per le misure di portata. Insieme alla profondità è determinante per il calcolo della superficie della sezione fluviale indagata.

Lunghezza del tratto campionato

Come la larghezza, la lunghezza è un parametro necessario per il calcolo della superficie del tratto campionato e della densità ittica. Per la maggior parte delle stazioni di campionamento è stata valutata una lunghezza di circa 100 metri e comunque non inferiore a circa 10 volte la larghezza media dell'alveo.

Superficie del tratto campionato

La superficie del tratto è stata calcolata considerando il settore di campionamento come avente forma trapezoidale: le due basi sono date dalle larghezze delle sezioni di chiusura a monte e a valle mentre l'altezza è costituita dalla lunghezza del tratto. La superficie è utilizzata per ricavare la densità ittica (ind/m^2) e lo standing crop (g/m^2).

Profondità media dell'alveo

Rappresenta la media delle profondità misurate, ad intervalli di un metro, con un'asta metrica lungo la sezione dell'alveo considerato per le misure di portata. E' un parametro importante per valutare le caratteristiche geometriche dell'alveo, per conoscere la superficie della sezione e per il calcolo della portata. Nella stima dei deflussi minimi vitali è anche utile per determinare il grado di idoneità ambientale per la comunità ittica.

Velocità media di corrente

Come la profondità, la velocità di corrente è fondamentale per il calcolo delle portate e per determinare il grado di idoneità ambientale per la fauna ittica. E' stata misurata con un mulinello correntometrico in più punti e profondità diversi della sezione fluviale considerata per le misure di portata. Il valore utilizzato nelle elaborazioni successive è la media di tutte le misure effettuate in una stessa sezione.

Portata

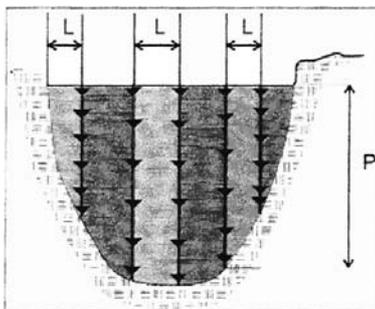
La portata è definita come la quantità d'acqua che passa nell'unità di tempo attraverso una sezione fluviale. La portata è in genere un parametro crescente da monte a valle, e dipende sia dalle caratteristiche geologiche e morfologiche del bacino imbrifero, sia dal clima e dalla localizzazione geografica che determinano la qualità e la quantità delle precipitazioni. Rappresenta il prodotto tra la velocità media della corrente e la superficie della sezione fluviale e viene misurata in m³/sec. La riduzione delle portate comporta gravissime conseguenze per la vita acquatica poiché causa una diminuzione della profondità, della velocità di corrente e del potere diluente di un corso d'acqua, con conseguente modifica dei caratteri fisico-chimici delle acque quali la temperatura, la concentrazione di ossigeno e il grado di inquinamento. Quindi può indirettamente condizionare la densità degli individui e gli equilibri inter-intraspecifici delle biocenosi fluviali.

Per il calcolo della portata è stato utilizzato il metodo dei sei punti (Marchetti, 1993). La larghezza di ogni sezione fluviale è stata divisa in più punti equidistanti sulla verticale dei quali è stata misurata la velocità a differenti livelli, corrispondenti al 20% (V_{20}), al 40% (V_{40}), al 80% (V_{80}) di profondità, crescente dalla superficie al fondo.

E' stata quindi calcolata la velocità media di ogni verticale:

$$V_m = \frac{V_{20} + V_{40} + V_{80}}{3}$$

La sezione fluviale viene quindi suddivisa in altrettanti pannelli delimitati dalla larghezza e dalla profondità (figura seguente).



La portata è ricavata dalla somma delle singole portate di ogni pannello.

La portata per un pannello centrale sarà data da:

$$Q_{i,i+1} = \frac{V_{m,i} + V_{m,i+1}}{2} L_{i,i+1} \frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

dove:

Q_i = portata di un pannello V_m = velocità media sulla verticale P_i = profondità delle verticali.

La portata di un pannello laterale (ad esempio quelli iniziali e finali) sarà invece data dalla seguente espressione:

$$Q_{0,1} = \frac{V_{m,1}}{2} L_{0,1} \frac{P_i}{2}$$

2 - MATERIALE E METODI

2.3.3 Parametri chimico-fisici

I parametri chimico-fisici solitamente offrono un'immediata interpretazione dello stato di alterazione di un corso d'acqua. Gran parte di essi infatti è utile nel riconoscimento delle cause di inquinamento o nell'interpretare i processi di rarefazione o scomparsa di specie animali e vegetali.

I parametri chimico-fisici sono stati rilevati seguendo i criteri del D.Lgs n. 152 del 11 maggio 1999, che definisce la disciplina generale per la tutela delle acque superficiali. La maggior parte dei dati sono stati determinati dal Laboratorio Chimico dell'ARPA di Perugia, su di un campione d'acqua prelevato in ogni stazione nello stesso periodo in cui si sono svolte le altre misurazioni. Il D.Lgs n. 152 evidenzia le linee guida per la gestione ed un'eventuale protezione dei corsi d'acqua, indicando per i vari parametri i valori limite relativi all'idoneità delle acque per la fauna ittica.

DECRETO LEGGE 152/99							
Parametro	Unità di misura	ACQUE PER SALMONIDI		ACQUE PER CIPRINIDI		Metodo di analisi e rilevamento	Frequenza minima di campionamento e misura
		Valore guida	Valore imperativo	Valore guida	Valore imperativo		
Temperatura (massima) (periodi riproduttivi)	°C		21,5		28	Termometria	Settimanale
			10				
Concentrazione di ioni idrogeno	pH	6 ~9		6 ~9		Potenziometria	Mensile
Ossigeno	mg/l O ₂	≥9 (50%) ≥7 (100%)	≥ 9 (50%)	≥ 8 (50%) ≥ 5 (100%)	≥ 7 (50%)	Volumetria (metodo di Winkler) Elettrometria-Respirometria	Mensile
B.O.D. ₅	mg/l O ₂	3	5	6	9		Mensile
Ammoniaca totale	mg/l NH ₄	0,04	1	0,2	1	Spettrometria di assorbim. Molecolare (Metodo di Nessler)	Mensile
	mg/l N	0,03	0,78	0,16	0,78		
Nitriti	mg/l NO ₂	0,01	0,88	0,03	1,77	Spettrometria di assorbim. Molecolare (Metodo di Nessler)	Mensile
	mg/l N	0,003	0,27	0,009	0,54		
Fosforo totale	mg/l P	0,07		0,14		Spettrometria di assorbim. molecolare	Mensile

Temperatura dell'acqua (°C)

La temperatura dell'acqua assume un'importanza fondamentale poiché spesso influenza le reazioni chimiche che avvengono in soluzione e la solubilità stessa delle sostanze; in particolare, dal punto di vista biologico, acquista interesse la relazione che lega la temperatura alla quantità di ossigeno disciolto in acqua. La temperatura, inoltre, condiziona la distribuzione delle specie animali e vegetali secondo un gradiente longitudinale; tra le specie ittiche esistono pronunciate differenze nelle preferenze termiche e pertanto con il D.Lgs n. 152 si è reso necessario definire delle temperature massime per la protezione dei salmonidi (stenotermi) e dei ciprinidi (euritermi). La temperatura dell'acqua è stata misurata attraverso un termometro a mercurio.

pH (unità di pH)

Rappresenta il logaritmo decimale inverso della concentrazione idrogenionica. L'analisi del pH è importante in quanto è indice della presenza di sostanze inquinanti, che possono alterare i naturali valori della concentrazione idrogenionica. Solitamente le condizioni migliori per la vita acquatica sono leggermente basiche (pH=7-8,5), e, nelle acque correnti, sono dovute principalmente al dilavamento di sostanze minerali, in maggioranza calcaree, dal substrato. Il D.Lgs n. 152 indica un intervallo di valori guida identico per salmonidi e ciprinidi, compreso tra 6 e 9 unità di pH (vedi tabella).

Conducibilità ($\mu\text{S/cm}$)

Esprime la quantità di energia elettrica condotta dall'acqua in condizioni standard ed è direttamente influenzata dalla presenza di sostanze minerali dissociate sotto forma di ioni. Le variazioni della conducibilità possono quindi essere conseguenza sia di fenomeni di inquinamento, sia dovute alle caratteristiche naturali del substrato. Il D. Lgs n. 152 non fissa valori standard per questo parametro.

D.O. (mg/l)

La quantità di ossigeno disciolto (mg/l) presente nell'acqua è uno degli indici più significativi della purezza di un corso d'acqua ed è chiaramente fondamentale per le specie animali e vegetali. La sua concentrazione dipende da fattori fisici, come la temperatura, i processi di areazione dell'acqua e la velocità di corrente che ne condizionano la diffusione e, soprattutto, da fattori biologici che influenzano il rapporto fotosintesi/ respirazione. La diminuzione di ossigeno, o a volte la completa anossia, è spesso indice di un elevato apporto di materiale organico e può evidenziare un fenomeno di inquinamento del corso d'acqua. Il D. Lgs n. 152 indica perciò sia valori imperativi, sia valori guida per tale parametro. La quantità assoluta (mg/l) e la percentuale di saturazione (% V.S.) dell'ossigeno sono state rilevate in loco attraverso un ossimetro a microprocessore OXI 320 (WTW).

B.O.D.₅ (mg/l)

Strettamente correlato al parametro precedente, esprime la quantità di ossigeno necessario per la degradazione del materiale organico ad opera dei batteri decompositori. La richiesta biologica di ossigeno riveste un'importanza fondamentale, poiché rappresenta una misura indiretta sia del carico totale di sostanze organiche presenti nell'acqua, sia dei processi biologici che stanno alla base della depurazione naturale del corso d'acqua stesso. Il D. Lgs. n. 152 indica sia valori imperativi che guida per tale parametro.

C.O.D. (mg/l)

Rappresenta la quantità di ossigeno necessario ai processi di ossidazione di tutte le sostanze chimicamente e biologicamente ossidabili presenti nell'acqua, con l'esclusione dei nitriti e dell'ammoniaca. Insieme alla richiesta biologica di ossigeno, la misura di questo parametro permette una valutazione completa del carico di sostanze inquinanti dovute a scarichi industriali e ad apporti organici. La richiesta chimica di ossigeno non è però considerata tra i parametri standard previsti nel D. Lgs. n. 152.

Ammoniaca totale (mg/l - NH_4)

L'ammoniaca rappresenta l'ultimo stadio di decomposizione aerobica ed anaerobica della sostanza organica azotata; un'eccessiva concentrazione di questo composto in un corso d'acqua denota quindi la presenza di inquinamenti industriali o di liquami domestici. L'aumento della quantità di ammoniaca è inoltre in relazione diretta con la diminuzione dell'ossigeno disciolto e con l'aumento del pH dell'acqua. Per la sua elevata tossicità la concentrazione dell'ammoniaca è un parametro importante sia per la presenza delle forme di vita del corso d'acqua, sia per un eventuale uso potabile dell'acqua stessa. Il D. Lgs. n. 152 fissa valori imperativi e guida identici per i salmonidi e per i ciprinidi.

Nitriti (mg/l - NO_2)

I nitriti rappresentano una forma intermedia ed alquanto instabile del processo di ossidazione delle sostanze azotate; possono quindi essere indice sia di scarichi domestici che di inquinamento industriale. Il D. Lgs n. 152 indica sia valori imperativi che valori guida per tale parametro.

Nitrati (mg/l - NO_3)

Sebbene Il D. Lgs n. 152 non indichi dei valori di riferimento, i nitrati sono un elemento importante nello studio della qualità dell'acqua; rappresentano, infatti, la forma più ossidata del processo di demolizione delle sostanze azotate e la loro concentrazione dipende dalla quantità di sostanza

2 - MATERIALE E METODI

organica mineralizzata dai batteri. I nitrati influenzano a loro volta lo sviluppo della biomassa vegetale e, insieme al fosforo, sono le principali cause di eutrofizzazione degli ecosistemi d'acqua dolce, sebbene rappresentino un problema più evidente in quelli a lento scorrimento e nelle acque stagnanti.

Fosforo totale (mg/l P)

Il D. Lgs n. 152 prevede dei valori guida per la quantità totale di fosforo disciolto poiché, come evidenziato in precedenza, questo elemento è insieme all'azoto il più importante nutriente che condiziona la sintesi di protoplasma vivente da parte degli organismi vegetali ed, in eccesso, concorre a un'eccessiva fertilizzazione delle acque.

Fosfati (mg/l - PO₄)

I fosfati possono essere presenti nelle acque dolci oltre che come conseguenza dell'azione batterica sulla sostanza organica morta, anche a causa di un elevato apporto di polifosfati che intervengono nella composizione dei detersivi. Un eccesso di fosfati è quindi indice della presenza di scarichi inquinanti di origine prevalentemente domestica. Per le piante rappresentano la forma più assimilabile del fosforo e valgono le stesse considerazioni già fatte per i nitrati.

Il D. Lgs n. 152 non fissa valori di riferimento per tale parametro.

Solfati (mg/l - SO₄)

La concentrazione dei solfati nell'acqua di un fiume dipende essenzialmente dalle condizioni geologiche del bacino, sebbene possa essere indice della decomposizione di sostanze organiche solforate presenti negli scarichi inquinanti. Per questo parametro non sono previsti standard qualitativi nel D. Lgs n. 152.

Cloruri (mg/l - Cl)

I cloruri oltre ad essere una componente naturale dell'acqua di un fiume possono essere conseguenza dello sversamento del residuo metabolico di allevamenti e abitanti. Il D. Lgs n. 152 non fissa alcun valore standard per tale parametro.

2.3.4 Mappaggio biologico

La qualità delle acque delle varie stazioni di campionamento è stata monitorata mediante indicatori biologici, che analizzano la struttura della comunità bentonica fluviale. A tal fine è stato utilizzato l'IBE (Indice Biotico Esteso, modificato da Ghetti, 1986), convertito in classi di qualità secondo il modello proposto da Ghetti, che è riportato nella tabella seguente. Per le metodologie utilizzate durante il campionamento si rimanda alla relazione del gruppo di ricerca ULS n. 2 di Perugia.

Il campionamento relativo al mappaggio biologico è stato eseguito solamente nella fase 1, durante il periodo primaverile. Nella tabella che segue sono elencate le classi di qualità, i valori dell'IBE ed un giudizio sintetico, con i corrispondenti colori di riferimento per la successiva rappresentazione cartografica della qualità dell'acqua.

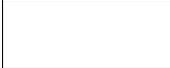
Classe di qualità	Valore E.B.I.	Giudizio	Colore di riferimento
I Classe	10-11-12-13-14-15	Ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile	Azzurro
II Classe	8-9	Ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento	Verde
III Classe	6-7	Ambiente inquinato	Giallo
IV Classe	4-5	Ambiente molto inquinato	Arancione
V Classe	1-2-3	Ambiente fortemente inquinato	Rosso

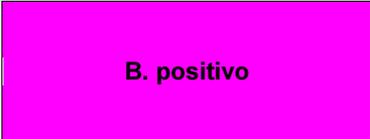
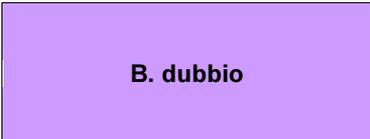
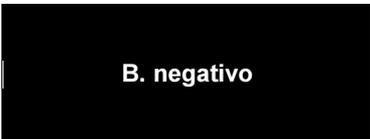
2.3.5 Bilancio ambientale

Il bilancio ambientale rappresenta un metodo estremamente efficace per formulare un giudizio sintetico e complessivo della qualità delle acque, poiché prende in considerazione i valori delle analisi chimico-fisiche unitamente ai risultati relativi al mappaggio biologico. I parametri chimico-fisici utilizzati sono quelli indicati dal D. lgs. n. 152, per i quali, fra i limiti proposti, sono stati considerati i soli valori imperativi.

Per la rappresentazione grafica dei parametri chimico-fisici sono stati utilizzati i colori riportati nella tabella a lato.

Per ogni stazione di campionamento è stata espressa una valutazione secondo tre livelli di giudizio, rappresentati con i seguenti colori:

	Ambiente idoneo per salmonidi
	Ambiente idoneo per ciprinidi
	Ambiente non idoneo per la fauna ittica
	Non determinato

	B. positivo (salmonidi o ciprinidi) quando tutti i parametri chimico-fisici rientrano negli standard di qualità del D.lgs. n. 152.
	Quando: 1) tutti i parametri sono conformi agli standard previsti dal D. lgs. n. 152 ma l'I.B.E. è in III classe di qualità; 2) almeno un parametro supera gli standard previsti dal D. lgs. n. 152 per i salmonidi e il settore considerato è attribuito alla zona della trota.
	Quando si riscontrano situazioni non idonee per la fauna ittica secondo il D. lgs. n. 152 o la classe I.B.E è superiore alla III.

2.4 Campionamenti ittici

Il prelievo della fauna ittica è stato effettuato tramite un generatore a corrente continua (elettrostorditore), il cui polo positivo (anodo) è costituito da un cerchio di metallo munito di manico (guadino) ed il cui polo negativo (catodo) è rappresentato da una treccia di rame costantemente immersa in acqua. Il campo elettrico si crea al contatto del guadino con l'acqua ed induce un effetto elettroanestetico sui pesci che possono essere agevolmente catturati (Marconato, 1991). La pesca elettrica rappresenta un metodo di prelievo efficace ed al tempo stesso poco traumatico per gli individui catturati, consentendo il loro successivo rilascio in assenza di danni permanenti (Mearelli *et alii*, 2002). In base alle caratteristiche del tratto fluviale, sono stati utilizzati due apparecchi differenti in potenza (4,5 Kw e 1,5 Kw) ed in grado di erogare sia corrente continua che pulsata.

La risposta al campo elettrico può portare il pesce a cercare di fuggire dall'anodo (galvanotassia negativa, soprattutto quando si trovi marginalmente al campo elettrico), oppure può attirarlo verso il polo positivo (galvanotassia positiva). L'effetto dell'elettrostorditore è comunque condizionato sia dalla sensibilità intrinseca della specie e dalle condizioni dei singoli individui (come le dimensioni), sia da alcune caratteristiche dell'acqua stessa, come la conducibilità e la profondità (Marconato, 1991).

Il campionamento è stato condotto mediante la tecnica delle passate successive (Moran, 1951;

2 - MATERIALE E METODI

Zippin, 1956, 1958)), che consiste nel campionare da monte a valle per due o più volte consecutive lo stesso tratto fluviale operando con la stessa pressione di pesca (Seber e Le Cren, 1967). Tutti gli individui catturati sono stati anestetizzati con acetoncloroformio (1 ml/ 2 l di acqua) e poi misurati. Ogni esemplare è stato determinato a livello di specie, misurato in lunghezza e quindi pesato. La lunghezza è stata misurata, con una precisione di $\pm 0,1$ cm, dal muso fino al lobo superiore della pinna caudale (LT = lunghezza totale) (Lager *et alii*, 1962; Anderson e Neumann, 1996), mentre il peso è stato valutato attraverso una bilancia elettronica, con una precisione di ± 1 grammo.

Ai fini dell'analisi della struttura di popolazione e dell'accrescimento delle specie ittiche più importanti dal punto di vista alieutico, ad un numero significativo di esemplari sono state prelevate le scaglie per la determinazione dell'età, cercando di coprire tutte le classi di lunghezza ad intervalli di un cm. Il prelievo è stato effettuato sul dorso, sopra la linea laterale ed in corrispondenza dell'inserzione della pinna dorsale (Bagenal, 1978; Ombredane e Richard, 1990); le scaglie sono state conservate in etanolo al 30 % per una successiva analisi in laboratorio tramite microscopio ottico, collegato ad un sistema di analisi delle immagini.

Al termine dell'attività di misurazione sul campo ed una volta riavutisi dall'anestesia, tutti gli esemplari catturati sono stati rilasciati nello stesso tratto fluviale di provenienza.



Rilevazione parametri ittici

Foto Dolciami

2.5 Determinazione dell'età

Metodo scalimetrico

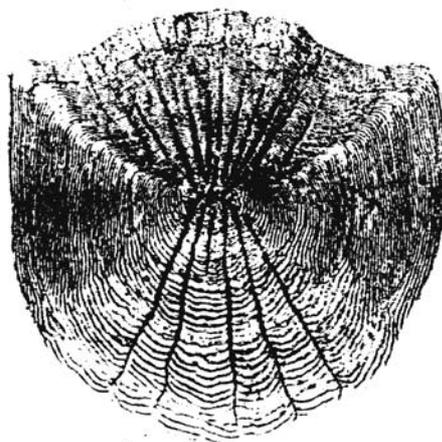
I pesci sono organismi ectotermi e quindi sono estremamente influenzabili dalle condizioni ambientali in cui vivono. La discontinuità dell'accrescimento dei pesci, conseguente anche ai differenti ritmi stagionali, è osservabile sia nella struttura delle ossa scheletriche, sia nella deposizione di calcio sulle scaglie stesse: Dahl (1909) notò che la crescita delle scaglie era legata da una relazione matematica a quella del corpo.

2 - MATERIALE E METODI

Le scaglie sono formazioni ossee di origine dermica che presentano una parte centrale (focus o centro di ossificazione) ed una serie di anelli concentrici (circoli), che rappresentano l'accrescimento della scaglia stessa. A partire dal bordo della scaglia, la velocità di deposizione di calcio che determina la formazione dei circoli non è però costante, ma strettamente correlata alle variazioni metaboliche del pesce. Un metabolismo elevato nella stagione calda, causato dalle alte temperature e dall'abbondanza di cibo, comporta infatti un aumento del tasso di crescita dell'individuo contestualmente a quello delle scaglie. Un rapido accrescimento sarà rappresentato quindi da circoli radi e ben distanziati, identificabili al microscopio ottico sotto forma di una banda chiara. Al rallentare del metabolismo e della velocità di crescita del periodo invernale, il conseguente addensamento dei circoli si tradurrà nella formazione di bande più scure, dette annuli. Attraverso un microscopio ottico la scaglia può essere agevolmente osservata e ciò permette una determinazione dell'età basata sulla quantità degli annuli, che rappresenta quindi il numero di inverni trascorsi (Forneris, 1990). In una scaglia si possono inoltre riconoscere differenti parti: si notano, infatti, una zona anteriore (inclusa approfonditamente nel derma e più sviluppata), una posteriore (più esterna ed a sviluppo minore) e una zona laterale che solitamente rappresenta la parte in cui si può facilmente determinare l'età dell'individuo (Casselman, 1967).

Le scaglie presentano inoltre il vantaggio di poter essere prelevate facilmente e di consentire il rilascio dell'individuo in acqua senza che questo subisca eccessive manipolazioni e danni permanenti.

La ripresa della crescita primaverile non sempre è rigorosamente fissa (Mongeau, 1960) ed in principio gli esemplari, sulla base degli annuli presenti, sono stati divisi in classi di età, in cui il periodo di accrescimento successivo all'ultimo annulo è stato convenzionalmente indicato con il simbolo + (0+, 1+, 2+, ecc.), indipendentemente dal numero dei circoli presenti. In seguito ad ogni individuo è stata assegnata l'età espressa in anni prendendo in considerazione, per le singole specie, il periodo riproduttivo e la data di cattura. Sebbene il metodo scalimetrico nella determinazione dell'età sia uno dei più efficaci, spesso alcune scaglie devono essere scartate poiché si presentano di difficile interpretazione per la presenza di infittimenti dei circoli (falsi annuli), dovuti alle particolari condizioni di sviluppo dell'individuo (malattie, carenza di cibo, ecc.), o per una crescita disordinata della scaglia, come può verificarsi in seguito ad una rigenerazione del tessuto successiva ad una ferita (scaglie di sostituzione). Il metodo scalimetrico può essere reso più sicuro e pratico quando viene integrato da una diversa modalità di attribuzione dell'età: il metodo di Petersen.



Scaglia di cavedano comune al microscopio ottico

Metodo di Petersen

Il metodo di Petersen (Bagenal, 1978) si basa sulla distribuzione delle frequenze di lunghezza del campione complessivo. Se le lunghezze di un'intera popolazione di pesci vengono rappresentate mediante istogrammi di frequenza, spesso si ottiene un grafico con un andamento plurimodale, in cui ad ogni moda (lunghezza più frequente) corrisponde una classe di età. Il metodo è particolarmente efficace in assenza di dimorfismo sessuale, nelle specie ad alto e costante tasso di accrescimento e con breve stagione riproduttiva.

Con l'età, comunque, l'accrescimento nei pesci rallenta e nelle classi più anziane le mode tendono a sovrapporsi ampiamente rendendone difficile l'interpretazione. La conoscenza dell'età di un certo numero di esemplari, effettuata mediante metodo scalimetrico, permette una più agevole e sicura individuazione delle mode.

2.6 Densità e standing crop

Attraverso la tecnica delle passate successive (Moran, 1951; Zippin 1956, 1958) è stato possibile stimare il numero di individui presenti nel settore di campionamento e quindi conoscere la loro densità (N. ind./m²) e lo standing crop (g/m²).

Affinché il metodo sia applicabile devono essere verificate le seguenti condizioni:

- durante il campionamento la popolazione deve essere chiusa, in assenza di mortalità, reclutamento, immigrazione o emigrazione;
- l'intera popolazione deve essere catturabile;
- la probabilità di cattura deve essere uguale per tutti gli individui della popolazione e non deve cambiare durante il campionamento.

L'ultima condizione è la più difficile da garantire poiché la pesca elettrica presenta una maggiore efficacia sugli individui di maggiori dimensioni (Marconato, 1990). Per ovviare a questo inconveniente la stima delle abbondanze delle popolazioni ittiche è stata effettuata disaggregando l'intero campione in classi omogenee di taglia differente (classi di età).

Per tale metodo di campionamento, nel caso in cui si sia operato conducendo due sole passate successive, il numero probabile di individui presenti (N) nella popolazione sarà:

$$N = \frac{C_1^2}{C_1 - C_2}$$

Condizione indispensabile per la correttezza del metodo è che il numero di pesci catturati nella prima passata (C₁) sia superiore al numero di esemplari catturati nella seconda (C₂) e l'errore del metodo sarà tanto minore quanto più C₁ > C₂.

Se questa condizione non si verifica, si può soltanto concludere che:

$$N \geq C_1 + C_2$$

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

$$B = N \cdot P$$

La densità (N° ind./m²) e lo standing crop (g/m²) sono stati calcolati dividendo il numero probabile e la biomassa probabile dell'intero tratto campionato per le superfici dei settori di campionamento.

La conoscenza dei dati ittici di base (lunghezza, peso ed età individuali, densità e standing crop delle popolazioni) rappresenta la premessa fondamentale per le successive elaborazioni aventi per oggetto l'analisi delle comunità ittiche (indici di comunità, zonazione) e lo studio della struttura delle singole popolazioni (struttura per età, distribuzione, accrescimento).

2.7 Indici di comunità

Uno dei parametri più importanti per analizzare la struttura di qualsiasi comunità è la diversità di specie, che si compone di due aspetti fondamentali: la ricchezza, basata sul numero totale di specie presenti, e l'omogeneità, basata sulle abbondanze relative delle singole specie. L'omogeneità quindi risente della concentrazione della dominanza e della presenza di un numero più o meno elevato di specie rare nella comunità stessa. Oltre alle condizioni peculiari degli habitat, la diversità è spesso influenzata da stress esterni (inquinamento, introduzione di specie esotiche, presenze di fenomeni competitivi, ecc...) e quindi è un parametro importantissimo per valutare i cambiamenti che nelle comunità avvengono nel tempo, per programmare eventuali piani di risanamento e per verificare l'efficacia.

Per una più specifica caratterizzazione delle comunità ittiche in ogni stazione di campionamento sono stati calcolati i seguenti indici, che evidenziano i rapporti fra le singole specie e quindi caratterizzano la struttura delle comunità stesse:

- Indice di ricchezza di specie
- Indice di integrità qualitativo (Bianco, 1990)
- Indice di diversità (Shannon-Wiever, 1949)
- Indice di dominanza (Simpson, 1949)
- Indice di evenness (Pielou, 1978)

Indice di ricchezza di specie

Rappresenta il numero di specie ittiche presenti nella comunità.

Indice di integrità qualitativa (Bianco)

Questo indice evidenzia lo stato di degrado della comunità ittica indigena causato dall'introduzione delle specie esotiche ed in particolare valuta il rapporto tra le specie autoctone ed il totale delle specie presenti in una comunità. Esso può quindi variare da 0, nel caso in cui tutte le specie siano alloctone, ad 1, quando l'intera comunità risulta composta esclusivamente da specie autoctone.

Indice di diversità (Shannon)

Considerando il numero di specie e le relative abbondanze l'indice di Shannon evidenzia l'organizzazione interna di una comunità; tanto più il valore dell'indice si allontana dallo zero, tanto maggiore sarà la diversità. Inoltre può indicare, per un individuo della comunità preso a caso, l'incertezza di appartenere ad una determinata specie.

L'indice di diversità è stato calcolato:

$$H = - \sum_{j=1}^s \left[\frac{n_j}{N} \log_2 \frac{n_j}{N} \right]$$

dove:

n_j = numero di individui della specie j-esima

N = numero totale di individui.

Indice di dominanza (Simpson)

L'indice di dominanza misura la prevalenza di determinate specie su altre. Ha un andamento inverso rispetto all'indice evenness, infatti, un'elevata dominanza significa che una o poche specie hanno il monopolio delle risorse. Esso è definito come:

$$D = \sum_{j=1}^s \left(\frac{n_j}{N} \right)^2$$

in cui:

n_j = numero di individui della specie j-esima

N = numero totale di individui.

Indice di Evenness (Pielou)

Questo indice misura la ripartizione delle abbondanze degli individui nelle specie presenti in una data comunità. L'indice assume valore massimo se le specie presenti hanno la stessa abbondanza, quello minimo se una sola specie prevale su tutte le altre. Esso non dipende dalla ricchezza in specie, ma solo dalla distribuzione delle abbondanze degli individui all'interno delle specie ed è definito come:

$$e = \frac{H}{\log_e S}$$

in cui :

H= indice di Shannon

S= numero delle specie

2.8 Zonazione

Gli ambienti lotici, sebbene siano da considerarsi nella loro totalità come un continuum di situazioni interdipendenti, si presentano estremamente variabili nelle tre direzioni dello spazio: in senso verticale (secondo un gradiente di profondità), in senso laterale (secondo la larghezza), e soprattutto lungo un gradiente longitudinale (da monte a valle), che caratterizza tratti omogenei per struttura trofica e metabolismo. La corrente, la quantità di ossigeno disciolto e la temperatura sono solo alcune delle caratteristiche che possono subire profonde variazioni, anche a poca distanza, tra un settore fluviale ed un altro.

I cambiamenti longitudinali sono spesso i più evidenti: in generale, da monte a valle, si assiste a una progressiva diminuzione della pendenza alla quale si associa: 1) la riduzione della velocità di corrente e della granulometria del substrato, 2) l'aumento di larghezza, profondità, portata, temperatura, sostanze in soluzione e torbidità. Tali cambiamenti nelle condizioni fisiche dell'ambiente non possono non ripercuotersi sulle comunità biotiche: i corsi d'acqua da monte verso valle si suddividono spesso in tratti omogenei per struttura trofica e metabolismo (Turin *et alii*, 1995).

Nel tratto montano la produzione primaria non è elevata ed i consumatori dipendono soprattutto dai detriti organici grossolani provenienti dal bacino di drenaggio (Turin *et alii*, 1995). Nella parte più centrale di un corso d'acqua la maggiore presenza di alghe e l'insediamento di macrofite (non più limitate dalla corrente o dai fondi compatti) comporta una predominanza della produzione sulla respirazione: il materiale organico, trasportato dalla corrente, è finemente particolato ed i consumatori sono essenzialmente filtratori e raccoglitori. Nel tratto terminale la maggiore torbidità comporta una progressiva diminuzione dei produttori primari: il metabolismo della comunità è nuovamente eterotrofo e la biodiversità può subire una diminuzione.

La zonazione longitudinale prende in considerazione l'evoluzione di tutte le caratteristiche morfologico-ambientali del corso d'acqua da monte a valle, rapportandole alla composizione delle comunità ittiche naturali. E' infatti evidente come la natura stessa dei popolamenti animali e vegetali dipenda da un insieme di condizioni intrinseche al sistema fluviale che variano dalla sorgente alla foce: le comunità reofile tipiche dei tratti più a monte sono progressivamente sostituite da comunità composte da specie limnofile, più adatte alle condizioni di tratti fluviali che scorrono in pianura.

Per le comunità ittiche il modello di riferimento è quello elaborato da Huet (1949b, 1954, 1962), che è stato modificato per adattarlo alle caratteristiche idrologiche dell'Umbria sulla base delle ricerche effettuate nel F. Tevere (Mearelli *et alii*, 1995; Mearelli *et alii*, 1996; Lorenzoni *et alii*, 1994).

Sono state considerate 4 zone:

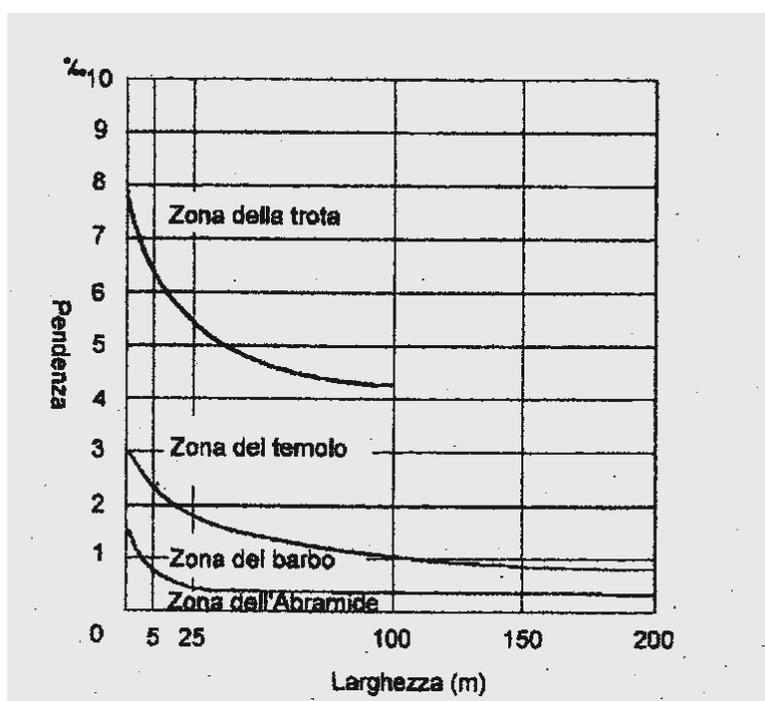
- “zona superiore della trota”: tratto montano con substrato roccioso, caratterizzato da acque veloci, turbolenti con cascatelle, fresche, ossigenate, prive di inquinamento e con una comunità ittica dominata dai salmonidi.
- “zona inferiore della trota”: tratto montano-pedemontano con substrato roccioso-ciottoloso,

2 - MATERIALE E METODI

caratterizzato da acque veloci senza salti, fresche, ossigenate, prive di inquinamento e con una comunità a dominanza di salmonidi misti a ciprinidi reofili.

- “zona del barbo”: tratto pedemontano-collinare con substrato ciottoloso-ghiaioso, caratterizzato da acque mediamente veloci, fresche, ossigenate, in cui sono possibili alcuni effetti dell'inquinamento e con una comunità mista con ciprinidi reofili dominanti.
- “zona a carpa e tinca”: tratto di pianura con substrato ghiaioso-sabbioso-limoso, caratterizzato da acque calde in estate, fredde in inverno, carente in ossigeno, con possibilità di inquinamento e con una comunità composta prevalentemente da ciprinidi limnofili associati a predatori.

Questo tipo di zonazione, pur privilegiando la corrente come parametro distintivo, risulta molto efficace nella previsione delle vocazioni ittiche naturali: infatti sulla base del grafico delle pendenze (figura seguente) è possibile determinare la composizione della comunità ittica di un settore fluviale conoscendo la pendenza (%o) e la larghezza (m).



2.9 Accrescimento

Regressione lunghezza peso

Pur avendo una taglia teorica definita, ad una data età le dimensioni di un pesce possono variare considerevolmente in funzione di fattori genetici o in base alle condizioni in cui l'esemplare si trova a vivere. In particolare alcune sostanze inquinanti, la disponibilità delle risorse trofiche ed altre caratteristiche dell'ambiente (come la temperatura) possono influenzare l'accrescimento e lo sviluppo degli individui.

La regressione lunghezza-peso è stata calcolata, separatamente per ogni specie e per ogni settore fluviale, utilizzando il metodo dei minimi quadrati, dopo trasformazione logaritmica dei dati (Ricker, 1975).

L'accrescimento nei pesci avviene secondo una relazione che lega il peso alla lunghezza (Bagenal, 1978):

$$P = a \cdot LT^b$$

In cui:

P = peso del pesce (grammi);

a = punto di intersezione della curva sull'asse delle ordinate (y);

LT = lunghezza totale del pesce (cm);

b = coefficiente di regressione.

Il coefficiente b caratterizza il tipo di crescita del pesce e può assumere valori compresi tra 2 e 4: quando $b=3$ l'accrescimento è isometrico, la forma del pesce è regolare e ben proporzionata nelle tre dimensioni dello spazio; quando $b \neq 3$ si ha una predominanza di una dimensione di crescita sulle altre (allometria).

Il coefficiente di regressione può essere legato alle varie fasi dello sviluppo o può evidenziare una condizione ambientale che si discosta da quella naturale, soprattutto per quanto riguarda le caratteristiche nutrizionali (Bagenal, 1978). In particolare se $b < 3$ l'individuo presenta una maggiore crescita in lunghezza ed è esile e affusolato (spesso questa condizione si verifica durante i primi stadi di vita), se invece $b > 3$ l'esemplare si presenta tozzo con una prevalenza dell'altezza rispetto alla lunghezza (caratteristica che si verifica negli stadi di maturità).

Accrescimento teorico in lunghezza

Esprime la crescita teorica di un pesce in condizioni ottimali ed evidenzia in una popolazione la relazione che lega la lunghezza all'età. L'accrescimento teorico in lunghezza è stato valutato attraverso il modello di Von Bertalanffy (1938) che utilizza l'equazione:

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

in cui:

L_t = lunghezza totale teorica all'età t (cm);

L_∞ = rappresenta l'asintoto cioè la lunghezza massima che il pesce raggiungerebbe se continuasse a vivere indefinitamente (cm);

K = esprime la velocità alla quale la curva di accrescimento si avvicina all'asintoto;

t_0 = età teorica alla quale il pesce ha lunghezza zero (cm), accrescendosi in modo conforme all'equazione.

Le lunghezze utilizzate per determinare le incognite previste dal modello di Von Bertalanffy sono le lunghezze medie raggiunte alle varie età.

Inoltre è stato preso in considerazione il parametro Φ (Pauly e Munro, 1984), espresso dalla formula:

$$\Phi = \log(K) + 2\log(L_\infty)$$

Il valore di Φ mette in relazione i parametri L_∞ e K ed individua le caratteristiche degli accrescimenti in differenti ambienti, rendendo così possibile un confronto fra le singole popolazioni (Abella *et alii*, 1991).

2.10 Struttura di popolazione

La struttura di popolazione, oltre alla dimensione (densità e standing crop) e diffusione della stessa, è data dalla composizione per età, che definisce i rapporti numerici tra le diverse classi di età.

Lo studio della struttura è stato effettuato considerando i seguenti parametri di riferimento:

- numero di classi di età;
- grado di continuità della struttura;
- densità totale;
- densità degli individui 0+;
- percentuale di individui della classe 0+;
- densità degli individui in età riproduttiva;
- percentuale di individui in età riproduttiva;

2 - MATERIALE E METODI

- densità degli individui con taglia superiore a quella legale;
- percentuale di individui con taglia superiore a quella legale;

La percentuale e la densità degli individui con taglia superiore a quella legale è utile nello studio della struttura delle popolazioni sottoposte a pesca sportiva; per il raggiungimento della taglia legale si è fatto riferimento alle curve di accrescimento teorico in lunghezza.

Il grado di continuità della struttura rappresenta il rapporto fra il numero di classi di età presenti in una singola fase di campionamento ed il numero totale di classi di età.

Per quanto riguarda la classe dei giovani dell'anno (0+), va sottolineato che nel caso della maggior parte delle specie di ciprinidi, data la coincidenza del campionamento primaverile con il periodo riproduttivo, la classe 0+ non è stata considerata nel calcolo dell'indice nella fase 1.

Per la densità degli individui in età riproduttiva si è fatto riferimento ai dati sul raggiungimento della maturità sessuale riportati in letteratura (Gandolfi *et alii*, 1991).

La struttura di popolazione è influenzata da molti fattori relativi all'ambiente, alle interazioni con altre specie, ai cicli interni riproduttivi e vitali e dai prelievi o le immissioni operate dall'uomo. Rappresenta quindi un valido aiuto nello studio dello sfruttamento delle risorse ittiche, permettendo inoltre di fare alcune previsioni sulle condizioni demografiche future di una popolazione.

La struttura di popolazione è stata rappresentata graficamente tramite la distribuzione del numero di individui disaggregati per classi di età. Il rapporto tra i vari gruppi di età di una popolazione determina il suo stato riproduttivo ed influenza la natalità e la mortalità. Infatti una popolazione in rapida espansione presenterà una prevalenza di individui giovani, una stazionaria avrà una distribuzione più uniforme delle classi di età, una in declino sarà costituita in massima parte da individui vecchi (Bullini *et alii*, 1988).

Una volta raggiunta una stabilità, le naturali fluttuazioni di dimensione della popolazione non ne influenzano la struttura, che può essere invece alterata da cause esterne. Infatti un'eccessiva pressione di pesca (soprattutto se il prelievo avviene in modo differenziale in base alle dimensioni degli individui), una cattiva qualità delle acque, la presenza di ostacoli che frammentano la popolazione (come dighe e traverse) o di specie competitive possono causare disturbo negli equilibri interni, distorcendo ed alterando la struttura della popolazione.

Solitamente una popolazione ben strutturata ha un'elevata frequenza degli esemplari più giovani (classe 0+), frequenza che va decrescendo con l'aumentare dell'età. L'analisi della struttura di popolazione può aiutare nella pianificazione degli interventi a sostegno delle popolazioni (ripopolamenti), nell'attività di risanamento delle acque e nell'adozione di una regolamentazione dell'attività di pesca.

2.11 Elaborazioni statistiche

Descrizione statistica dei dati

Per alcuni parametri è stata riportata la statistica descrittiva del campione calcolando la media, il valore massimo, il valore minimo, la mediana, la deviazione standard ed il coefficiente di variazione. Quando possibile la descrizione statistica dei dati è stata disaggregata per fase di campionamento. Attraverso l'uso di istogrammi sono stati riportati i valori di alcuni parametri ritrovati nelle singole stazioni, distinti per fase di campionamento.

Confronto fra le medie

Attraverso il metodo del *t*-test (Fowler e Cohen, 1993) sono state confrontate le medie di 2 campioni, al fine di valutare se le differenze tra le medie dei parametri ambientali fossero statisticamente significative. Il metodo consiste nel calcolare l'indice *t* di Student, in base alla formula (Cavalli-Sforza, 1977):

$$t = \frac{m_a - m_b}{s} \sqrt{n} = \frac{\text{differenza media}}{\text{deviazione standard delle differenze}} \times \sqrt{\text{numero delle differenze}}$$

dove:

m_a, m_b = medie di due gruppi ipotetici

n = numero delle differenze

s = deviazione standard delle differenze

Il livello soglia di significatività è il 5% ($p=0,05$), quindi le differenze risultano significative e non casuali quando $p<0,05$ ed altamente significative per $p<0,01$.

Diagrammi Box-and-Whisker

I diagrammi Box-and-Whisker, ideati da Tukey (1977), possono offrire un' immediata rappresentazione delle distribuzioni statistiche e del loro grado di normalità. Sono costituiti da un piccolo quadratino rappresentante la media aritmetica dei valori, una scatola (box) e due linee verticali all'esterno di essa (whisker) che esprimono i limiti fiduciali rispettivamente al 95% ed al 99%, calcolati moltiplicando l'errore standard per un opportuno valore di z :

- Quando la probabilità è il 95% la media della popolazione cade nell'intervallo definito dalla media dei valori $\pm 1,00$ volte l'errore standard.
- Quando la probabilità è il 99% la media della popolazione cade nell'intervallo definito dalla media dei valori $\pm 1,96$ volte l'errore standard.



Campionamento ittico

Foto:Ghetti

3. RISULTATI

3.1 Parametri ambientali

Nella sezione seguente vengono riportati i risultati delle analisi condotte sui parametri ambientali; le carte raffigurano la distribuzione dei valori rilevati nelle singole stazioni di campionamento del bacino del F.Nestore.

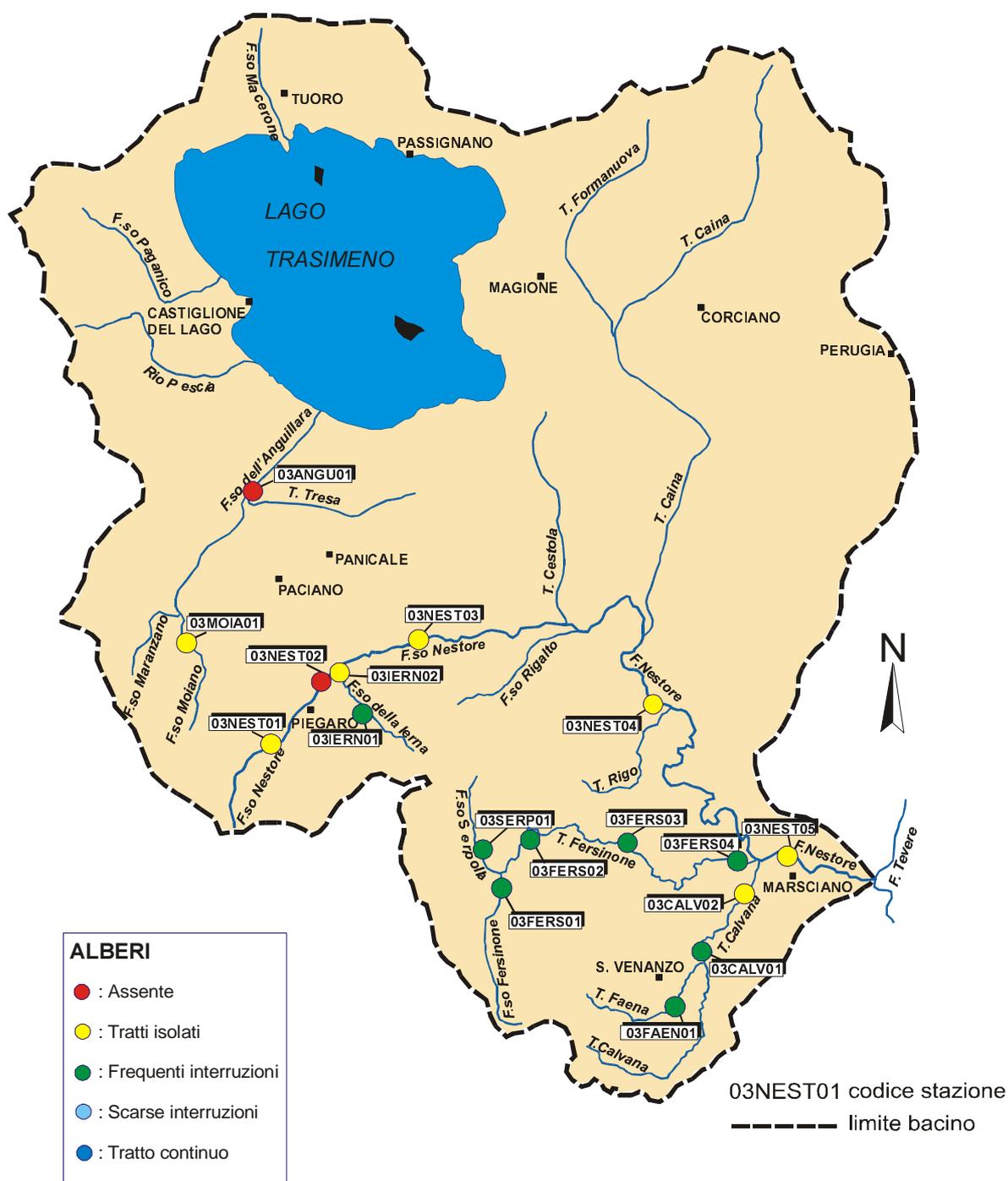
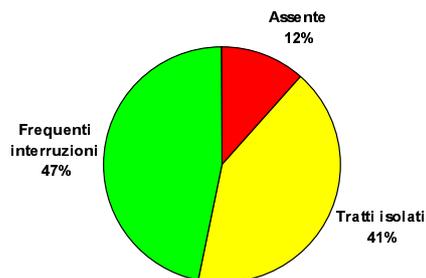


Stazioni di campionamento sul T.Fersinone

3.1-RISULTATI. PARAMETRI AMBIENTALI

Vegetazione ripariale: alberi

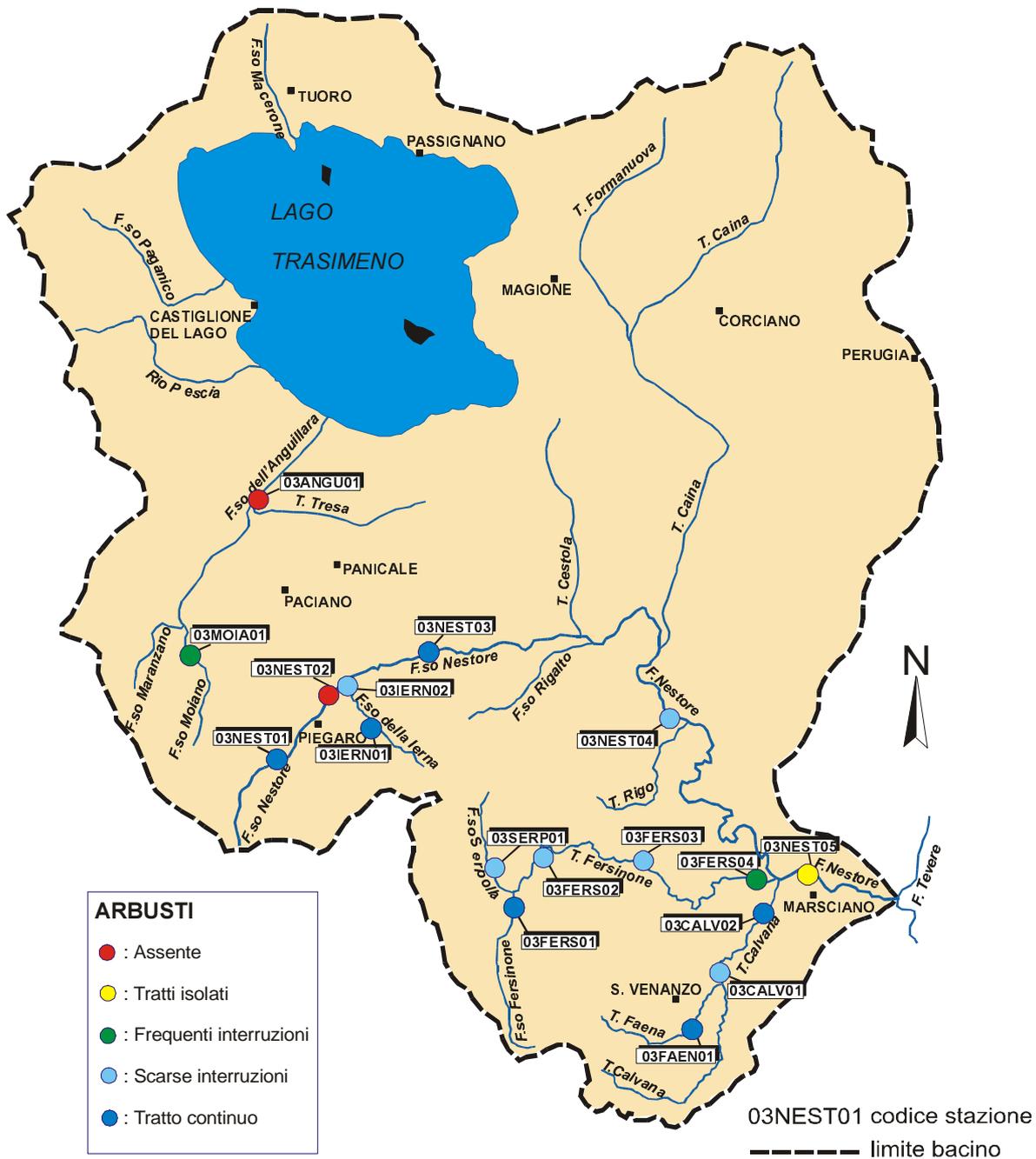
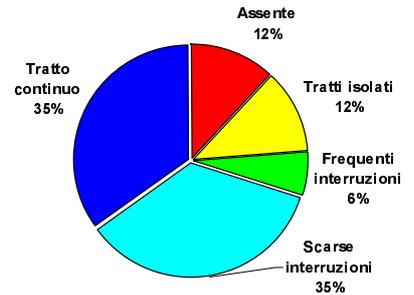
La maggior parte delle stazioni (47%) presenta copertura arborea con frequenti interruzioni: questa categoria è localizzata soprattutto nei tratti più a monte dei corsi d'acqua; fa eccezione il F.Nestore in quanto in tutta la sua lunghezza si rilevano alberi presenti con tratti isolati. In due stazioni (03ANGU01, 03NEST02) la presenza di alberi non è stata rilevata.



3.1- RISULTATI. PARAMETRI AMBIENTALI

Vegetazione ripariale: arbusti

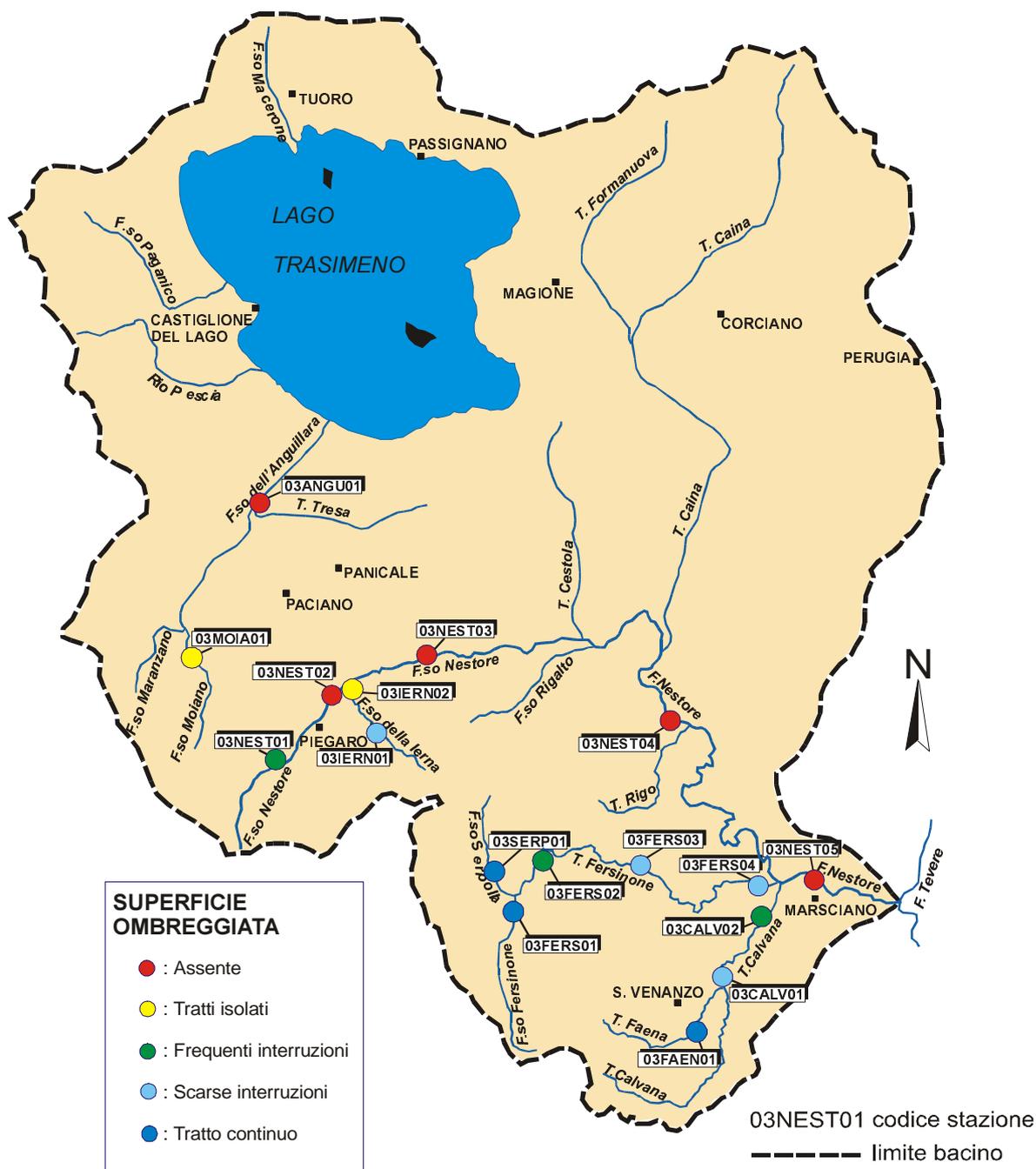
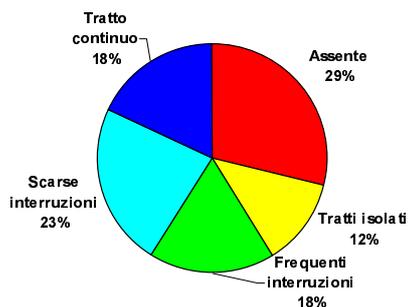
Per quanto riguarda la presenza di arbusti il campione è abbastanza variabile: la maggior parte (35%) delle stazioni di campionamento presenta continuità (35%) o scarse interruzioni (35%) della copertura arbustiva; solamente in due stazioni (03ANGU01, 03NEST02) gli arbusti risultano totalmente assenti.



3.1-RISULTATI. PARAMETRI AMBIENTALI

Superficie ombreggiata dell'alveo

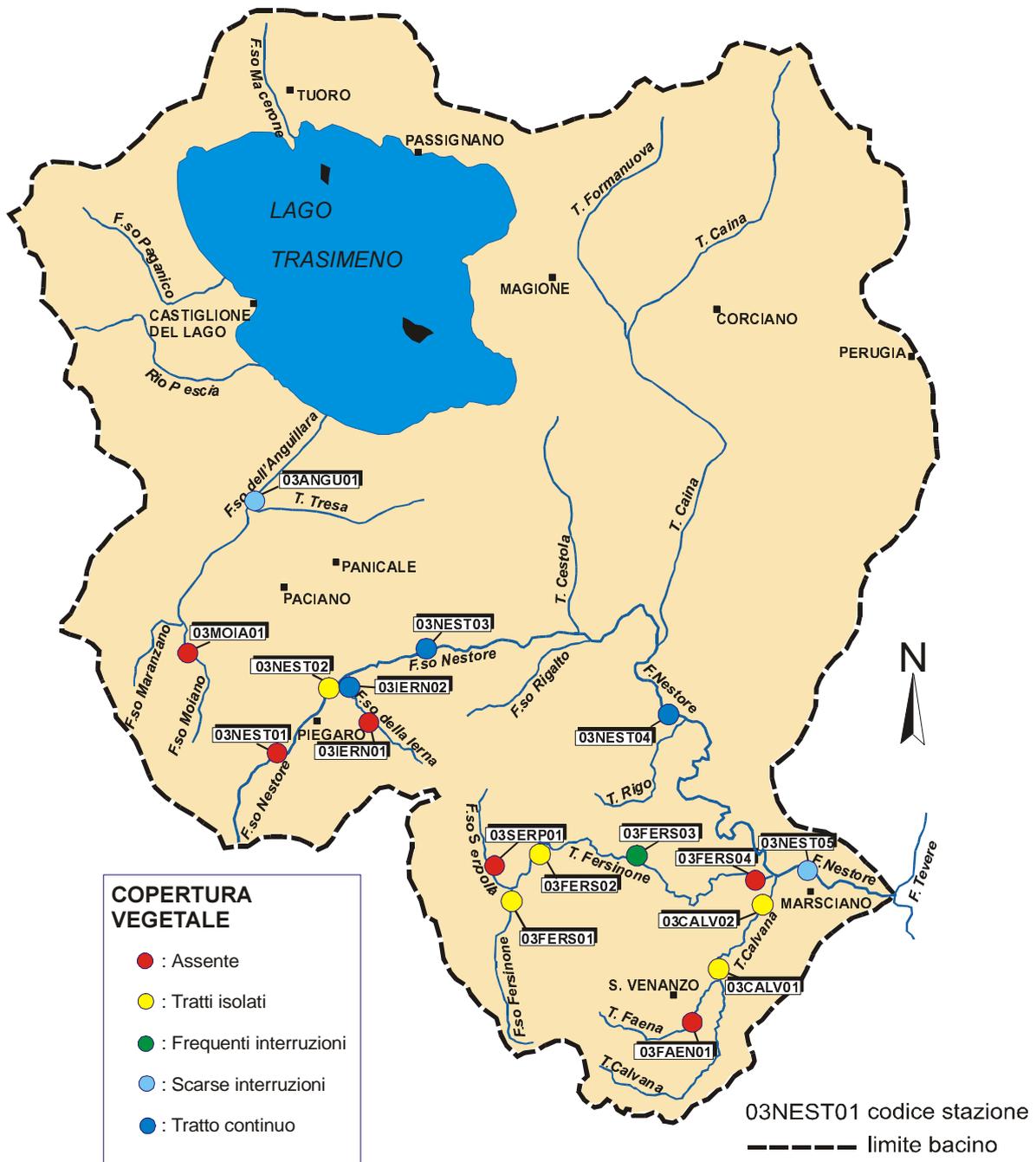
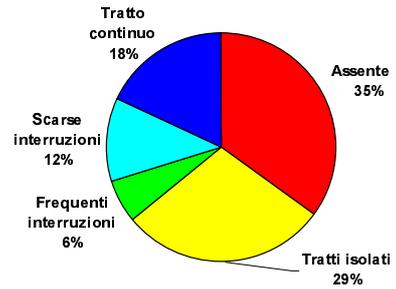
Tutte le categorie in cui è stato disaggregato il campione presentano percentuali non molto elevate, ad indicare un'alta variabilità tra i vari settori fluviali. La superficie ombreggiata risulta comunque completamente assente in quasi tutte le stazioni del F. Nestore (03NEST02, 03NEST03, 03NEST04, 03NEST05) e nel F.so Anguillara (03ANGU01). Nei sottobacini del T. Fersinone e del T. Calvana il grado di ombreggiatura dell'alveo diminuisce da monte verso valle.



3.1- RISULTATI. PARAMETRI AMBIENTALI

Copertura vegetale del fondo

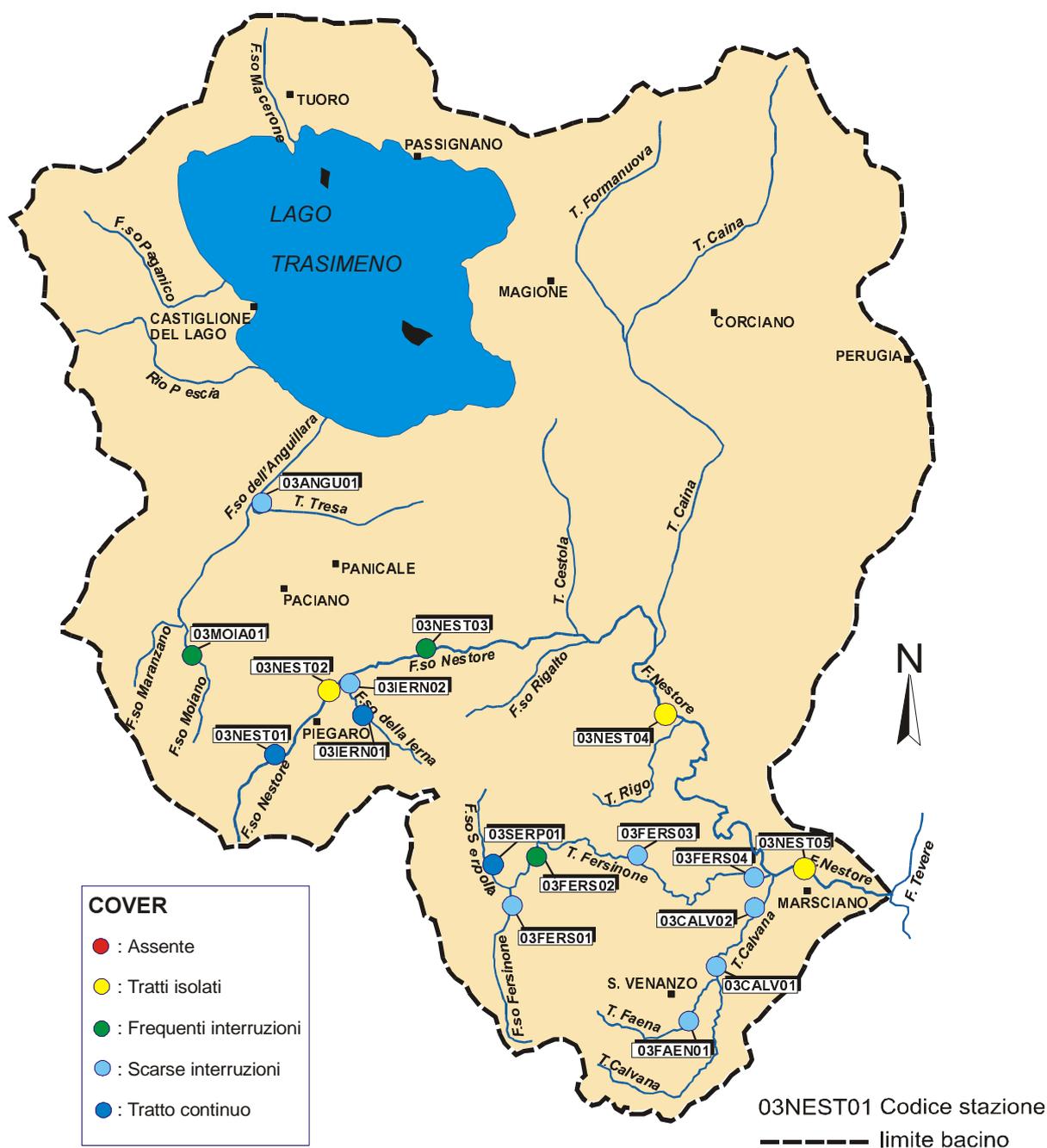
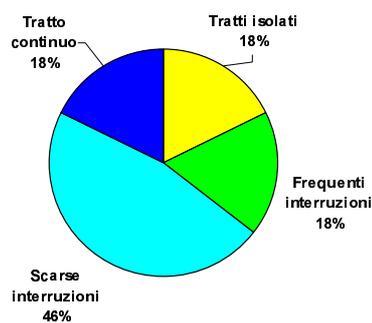
La copertura vegetale del fondo risulta assente nel 35% delle stazioni che, ad eccezione del T.Fersinone (03FERS04), appartengono tutte ai tratti iniziali dei corsi d'acqua. Seguendo poi un gradiente longitudinale la vegetazione acquatica aumenta fino a raggiungere il massimo grado di copertura nel F.so Ierna (03IERN02) e nel F.Nestore (03NEST02, 03NEST03, 03NEST04).



3.1-RISULTATI. PARAMETRI AMBIENTALI

Grado di ricovero per i pesci: cover

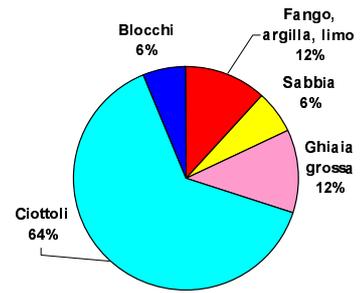
Nel bacino del F.Nestore il grado di ricovero per i pesci è in generale abbastanza buono: la maggior parte dei corsi d'acqua (F.so Anguillara, F.so Ierna, F.so Serpolla, T.Faena, T.Calvana) presenta scarse interruzioni (46%) o continuità (18%); in nessuna stazione è stata rilevata l'assenza di cover. Nel F.Nestore si riscontra la situazione meno idonea per la fauna ittica, con tre stazioni localizzate nella parte terminale del fiume (03NEST02, 03NEST04, 03NEST05) che presentano tratti isolati per il ricovero dei pesci.



3.1- RISULTATI. PARAMETRI AMBIENTALI

Granulometria prevalente

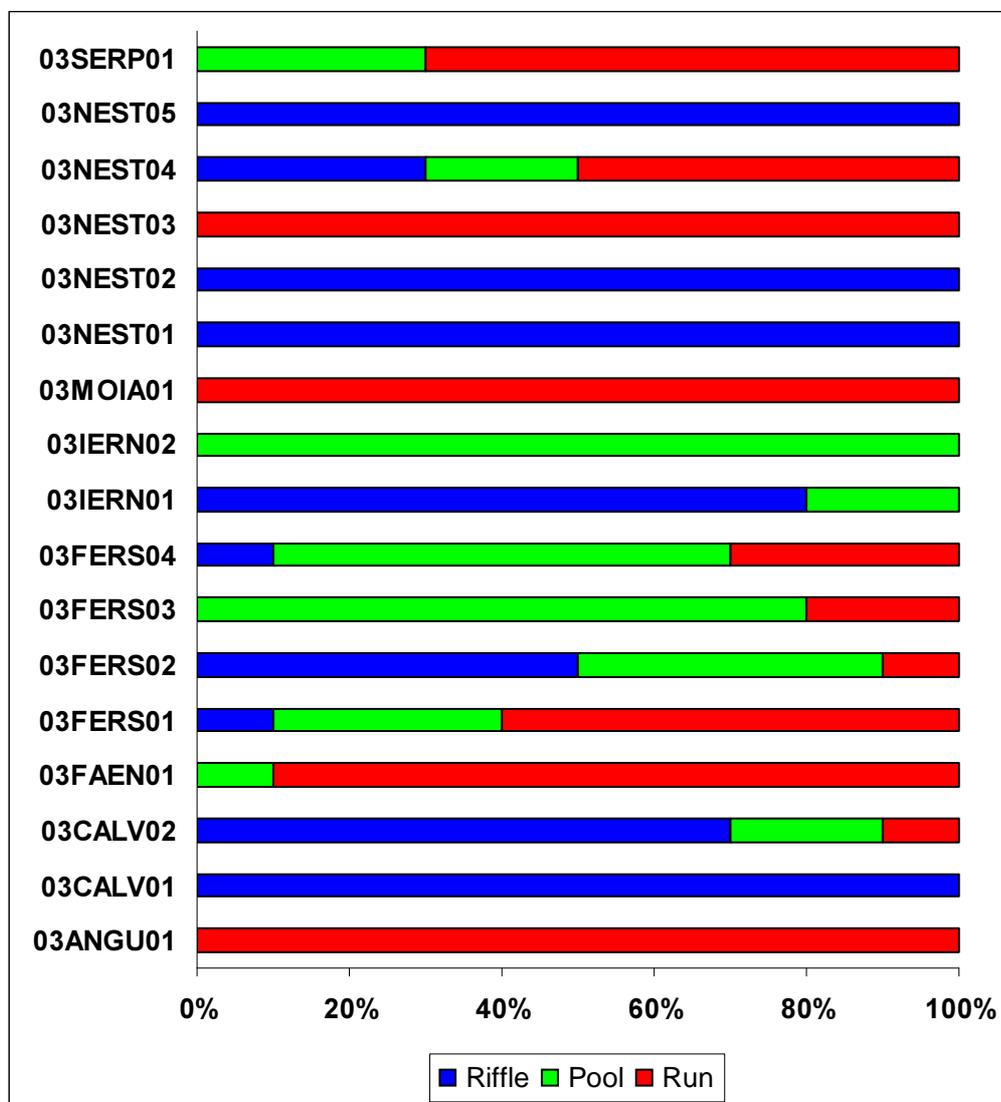
La maggior parte del campione (64%) presenta una composizione del fondo dell'alveo a prevalenza di ciottoli; tale composizione prevale soprattutto nelle stazioni più a monte dei corsi d'acqua. In una sola stazione (03SERP01) la sabbia domina il substrato, mentre i blocchi prevalgono solo nel tratto più a valle del F. Nestore (03NEST05).



3.1- RISULTATI. PARAMETRI AMBIENTALI

Tipologia fluviale

Per quanto riguarda la morfologia dei corsi d'acqua il bacino del F.Nestore sembra caratterizzarsi per l'assenza di una tipologia nettamente prevalente sulle altre. Nella maggior parte delle stazioni sono infatti presenti tutte e tre le tipologie con differenti percentuali; tratti fluviali più monotoni, con presenza esclusiva di run, sono stati rilevati nel F.so Anguillara (03ANGU01), nel F.so Moiano (03MOIA01) e nel F.Nestore (03NEST03). L'unico settore caratterizzato esclusivamente da pool è presente nel F.so Ierna (03IERN02), mentre una tipologia fluviale composta totalmente da riffle si registra nel T.Calvana (03CALV01) e nel F.Nestore (03NEST01, 03NEST02, 03NEST05). In generale si può notare come l'aumento della profondità e la diminuzione della turbolenza dell'acqua sono in relazione al gradiente longitudinale dei corsi d'acqua; fa eccezione l'ultimo tratto del F.Nestore (03NEST05), in cui la presenza di blocchi sul fondo dell'alveo e la profondità ridotta creano elevata turbolenza superficiale (100% riffle).



3.2 - RISULTATI. PARAMETRI MORFOIDROLOGICI

3.2 Parametri morfo-idrologici

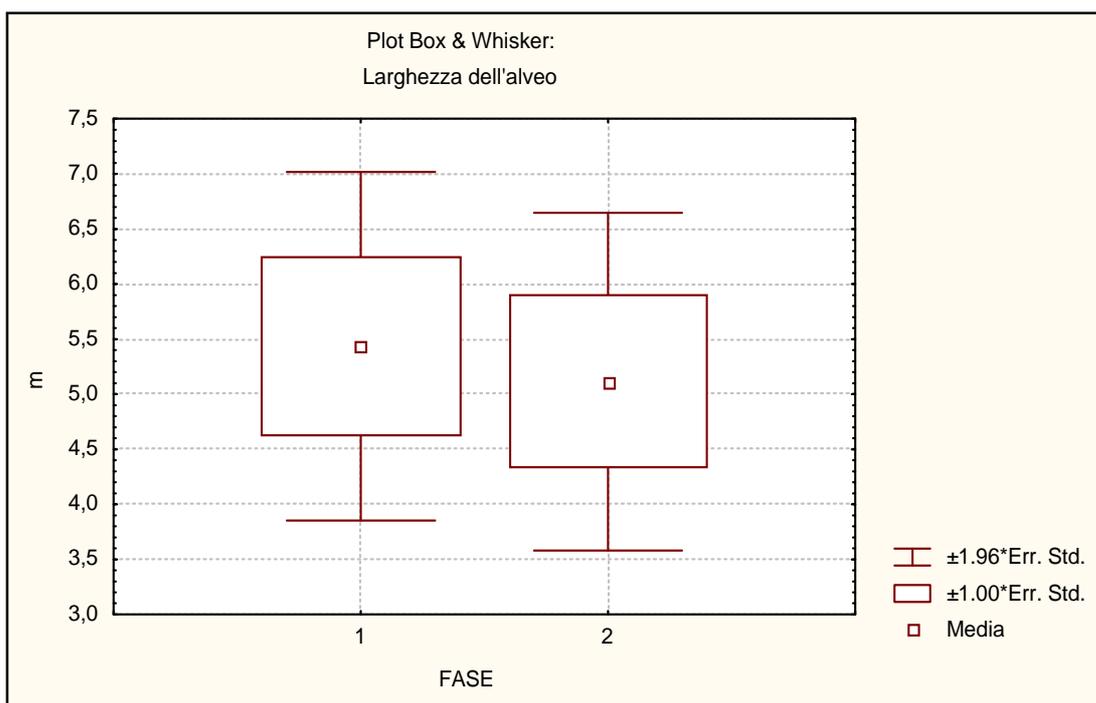
Per ogni parametro della sezione seguente è stata effettuata un'analisi statistica dei dati, i cui risultati sono riportati sotto forma di tabelle e mediante diagrammi Box & Whisker. L'analisi del t-test ha permesso di stabilire se le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento sono statisticamente significative; infine gli istogrammi riportano i valori rilevati nelle varie stazioni, distinti per fase di campionamento.

Larghezza della sezione dell'alveo

I corsi d'acqua del bacino del F.Nestore risultano nella maggior parte dei casi di modeste dimensioni: i valori di larghezza, infatti, oscillano tra un massimo di 13,30 m (03NEST04) ed un minimo di 1,50 m (03IERN01, 03SERP01), con un valore medio di 5,28 m. Il coefficiente di variazione è pari al 60,39% ed evidenzia una discreta variabilità del campione. Attraverso il t-test ed analizzando il diagramma Box & Whisker è possibile stabilire che la differenza tra i valori medi calcolati per la prima e per la seconda fase non è statisticamente significativa ($p=0,776$). Nella fase 1 la media risulta pari a 5,44 m, mentre nella fase 2 è leggermente inferiore e pari a 5,11 m.

Larghezza	m
N valori	33
Media	5,28
Mediana	4,50
Minimo	1,50
Massimo	13,30
Deviazione standard	3,19
Coeff.di variazione	60,39%

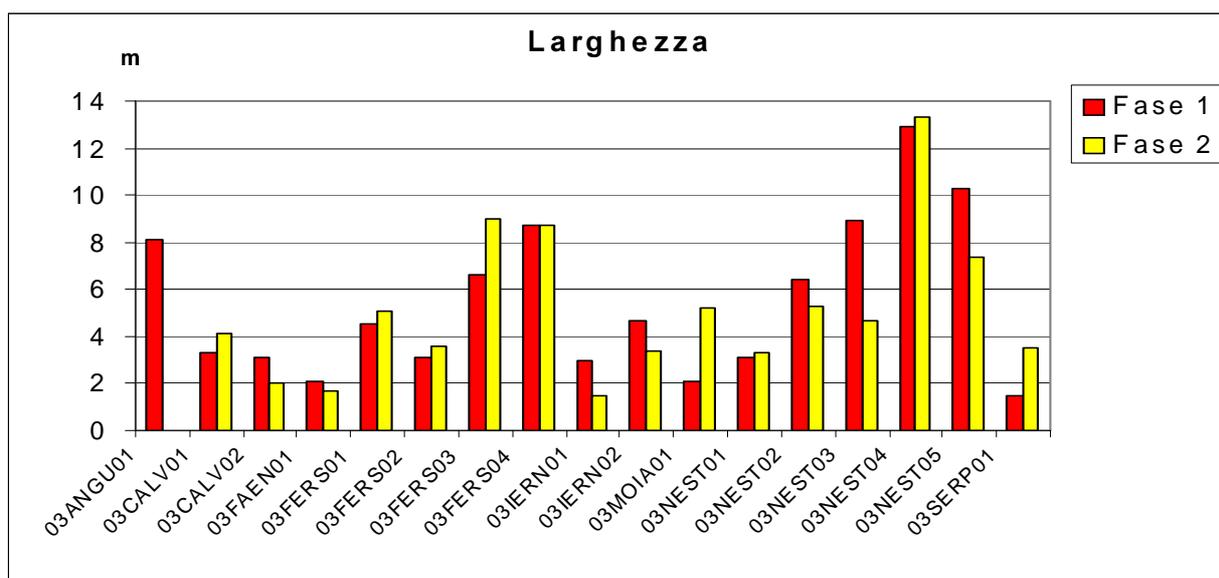
Nell'istogramma seguente sono riportati i valori di larghezza di ogni stazione distinti per fase di



<i>t</i> -test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	p
Larghezza	5,44	5,11	17	16	0,29	31	0,776

campionamento. I valori più elevati si riscontrano nel F.Nestore, in cui la larghezza dell'alveo supera i 13 metri (03NEST04), seguito dal T.Fersinone che nelle stazioni più a valle (03FERS03, 03FERS04) presenta una larghezza intorno ai 9 metri.

3.2 - RISULTATI. PARAMETRI MORFOIDROLOGICI

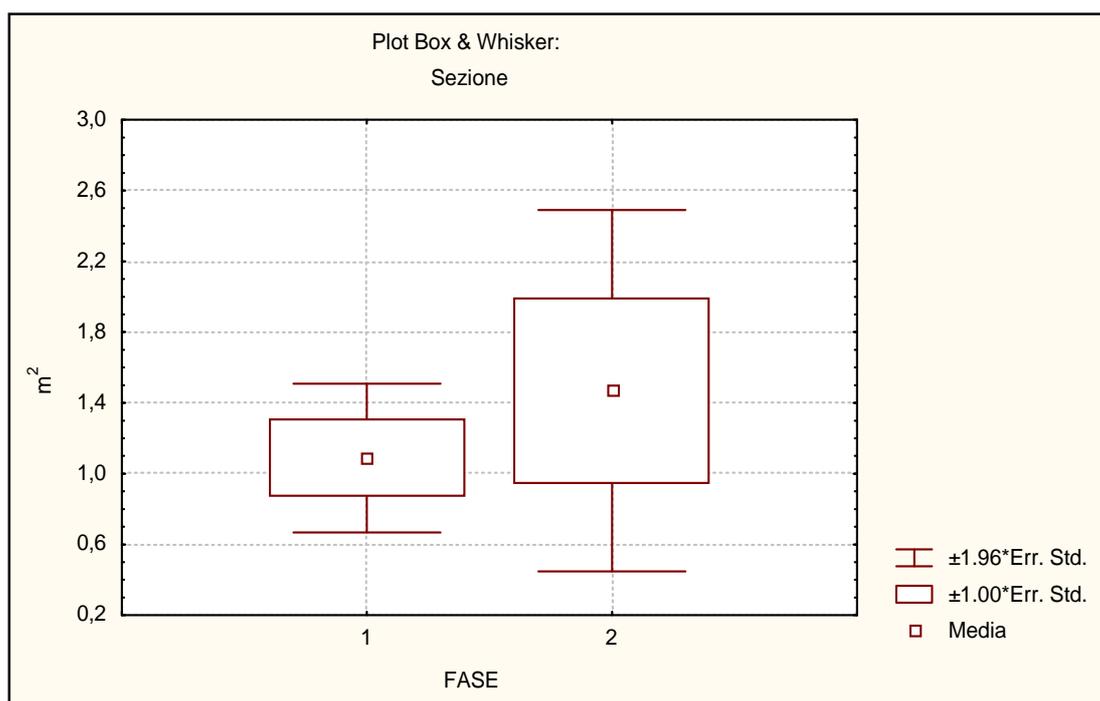


Sezione bagnata

Il campione presenta un'elevata variabilità con un coefficiente di variazione pari al 123,33%: la media dei valori è pari a 1,27 m², con un'oscillazione tra un minimo di 0,05 m² (03IERNO1) ed un massimo di 8,88 m² (03NEST04).

L'analisi del diagramma Box & Whisker ed i risultati del t-test evidenziano che la differenza tra le medie delle due fasi di campionamento non è statisticamente significativa (p=0,494). La media dei valori della fase 1 è pari a 1,09 m² e si presenta leggermente inferiore alla media dei valori della fase 2 (1,47 m²).

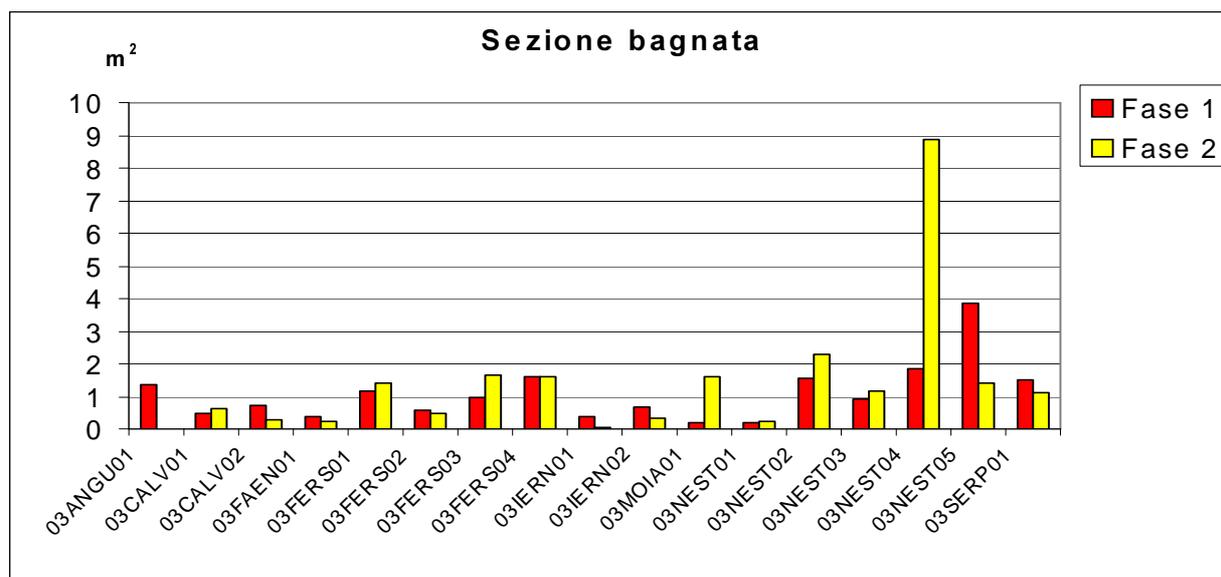
Sezione	m ²
N valori	33
Media	1,27
Mediana	0,97
Minimo	0,05
Massimo	8,88
Deviazione standard	1,57
Coeff.di variazione	123,33%



3.2 - RISULTATI. PARAMETRI MORFOIDROLOGICI

t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	p
Sezione	1,09	1,47	17	16	-0,692	31	0,494

Nell'istogramma sono riportati i valori di sezione bagnata delle singole stazioni distinti per fase di campionamento. I valori maggiori sono stati rilevati nel F.Nestore, con un massimo di quasi 9 m² nella stazione 03NEST04, mentre la totalità degli altri casi non supera i 2 m², confermando che il bacino del F.Nestore è costituito principalmente da corsi d'acqua di dimensioni ridotte.



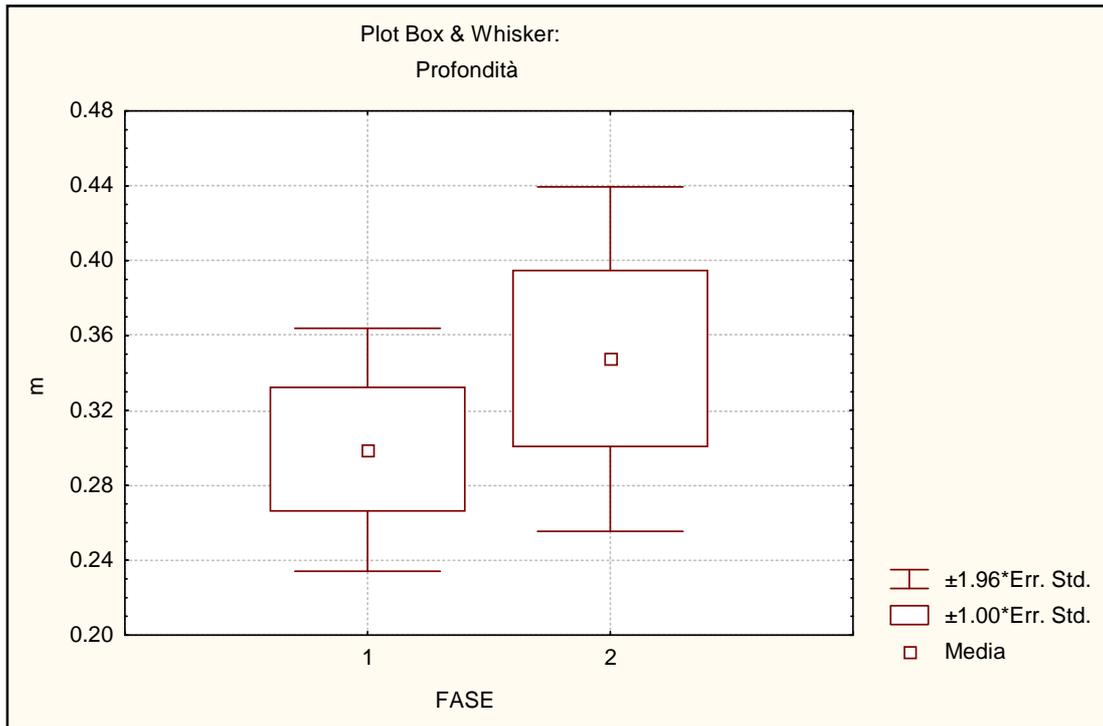
Profondità

I valori di profondità dei settori considerati oscillano tra un massimo di 0,80 m (03NEST04) ed un minimo di 0,07 m (03IERNO1), con una media pari a 0,4 m. Il coefficiente di variazione, pari al 50,47%, indica una discreta dispersione dei valori attorno alla media.

L'analisi del diagramma Box & Whisker ed i risultati del t-test stabiliscono che la differenza tra le medie delle due fasi di campionamento non è statisticamente significativa ($p=0,401$). Il valore medio di profondità della fase 1 è pari a 0,30 metri, mentre nella fase 2 è leggermente superiore e pari a 0,35 metri.

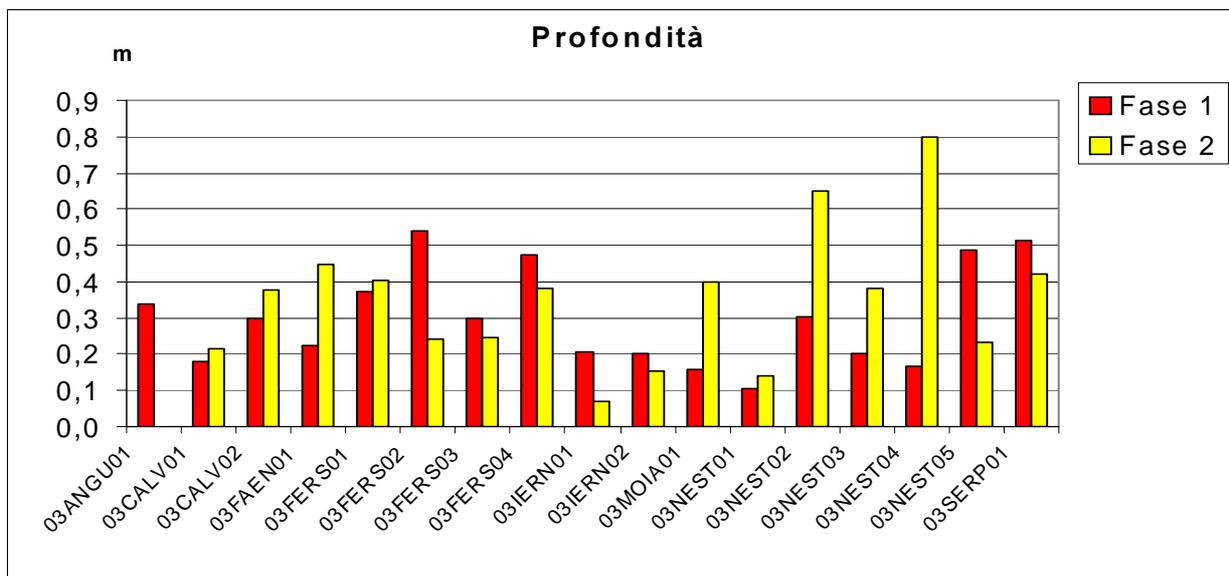
Profondità	m
N valori	33
Media	0,32
Mediana	0,30
Minimo	0,07
Massimo	0,80
Deviazione standard	0,16
Coeff.di variazione	50,47%

3.2 - RISULTATI. PARAMETRI MORFOIDROLOGICI



t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	p
Profondità	0,30	0,35	17	16	-0,85	31	0,401

Nell'istogramma sono riportati i valori di profondità delle singole stazioni distinti per fase di campionamento. Come si può notare dal grafico i valori maggiori si riscontrano in due stazioni del F.Nestore (03NEST02, 03NEST04), in qualche caso (03NEST04, 03FERS02) le differenze tra le due fasi risultano abbastanza pronunciate.



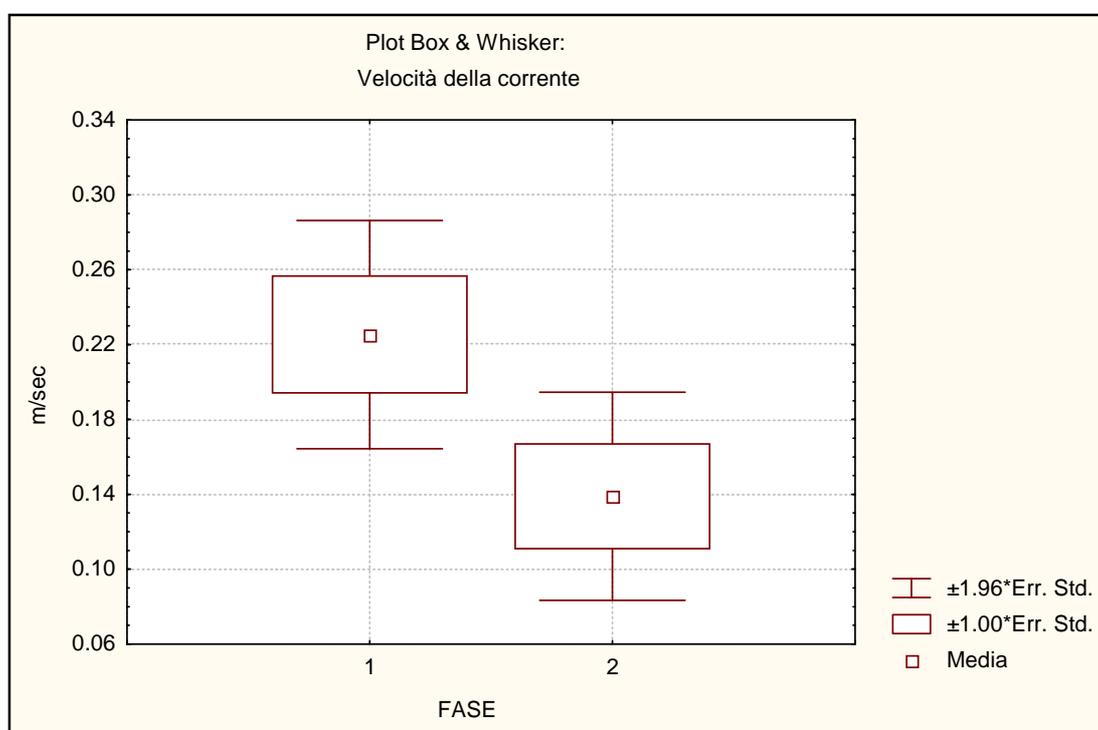
3.2 - RISULTATI. PARAMETRI MORFOIDROLOGICI

Velocità di corrente dell'acqua

La velocità di corrente presenta una media di 0,18 m/sec, con un valore massimo di 0,51 m/sec (03NEST05) ed un minimo di 0,02 m/sec (03SERP01). Il coefficiente di variazione, pari al 69,36%, evidenzia una discreta variabilità del campione.

L'analisi del diagramma Box & Whisker ed i risultati ottenuti con il t-test stabiliscono che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative ($p=0,050$). Il valore medio di velocità di corrente della fase 1 è pari a 0,23 m/sec, mentre è pari a 0,14 m/sec nella fase 2.

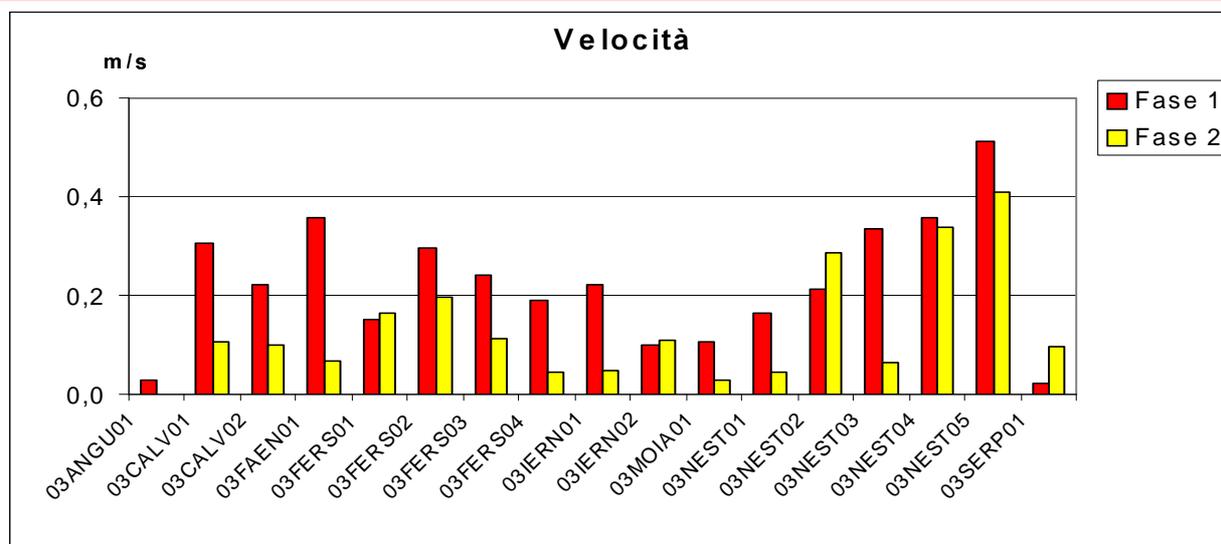
Velocità	m/sec
N valori	33
Media	0,18
Mediana	0,16
Minimo	0,02
Massimo	0,51
Deviazione standard	0,13
Coeff.di variazione	69,36%



t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	p
Velocità	0,23	0,14	17	16	2,04	31	0,050

Nell'istogramma sono riportati i valori di velocità di corrente delle singole stazioni distinti per fase di campionamento. Come si può notare dal grafico i valori maggiori si riscontrano nel F.Nestore (03NEST04, 03NEST05); nella maggior parte delle stazioni di campionamento le differenze tra le due fasi sono abbastanza pronunciate, mentre risultano più ridotte nel F.Nestore (03NEST02, 03NEST04, 03NEST05) e nel T.Fersinone (03FERS01, 03FERS02).

3.2 - RISULTATI. PARAMETRI MORFOIDROLOGICI



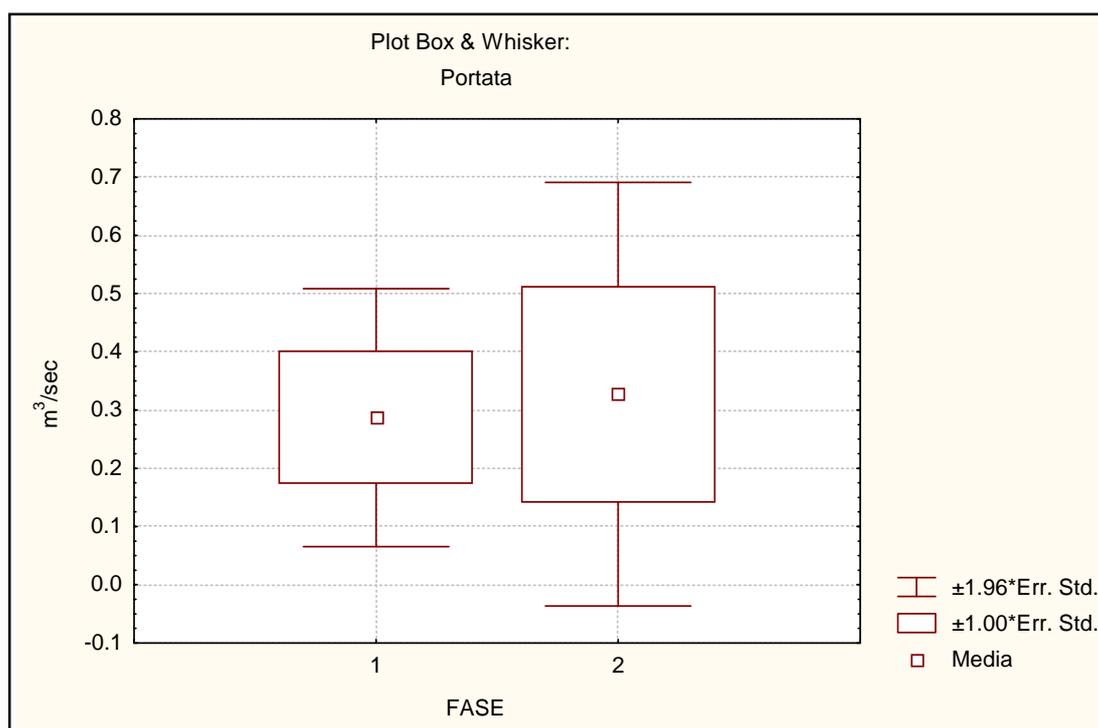
Portata

I valori di portata oscillano tra un massimo di 3,01 m³/sec (03NEST04) ed un minimo di 0,002 m³/sec (03IERN01), con una media pari a 0,31 m³/sec. Il coefficiente di variazione è molto alto (197,67%) ed evidenzia un'accentuata variabilità del campione.

Dall'analisi del diagramma Box & Whisker e dei risultati ottenuti con il t-test è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative ($p=0,850$). Il valore medio di portata della fase 1 è pari a 0,29 m³/sec, mentre è pari a 0,33 m³/sec nella fase 2, con uno scarto di soli 0,04 m³/sec

che indica una sostanziale uniformità tra le portate misurate nei due periodi stagionali.

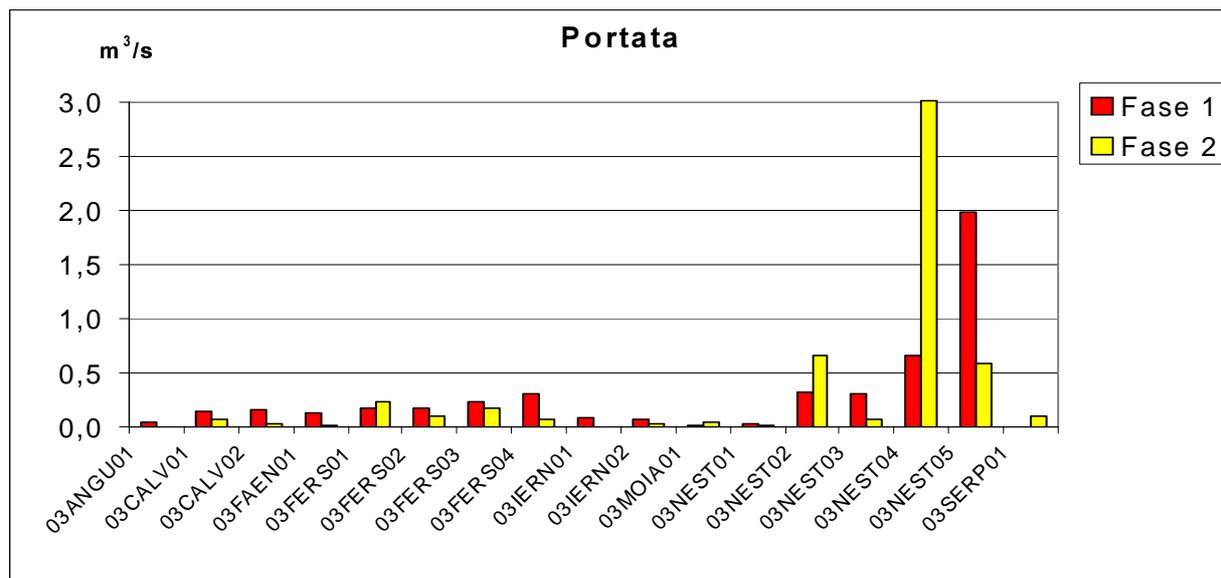
Portata	m ³ /sec
N valori	33
Media	0,31
Mediana	0,11
Minimo	0,002
Massimo	3,01
Deviazione standard	0,61
Coeff.di variazione	197,67 %



3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI

t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	P
Portata	0,29	0,33	17	16	-0,19	31	0,850

Nell'istogramma sono riportati i valori di portata delle singole stazioni distinti per fase di campionamento. Come si può notare dal grafico i valori maggiori sono raggiunti nel F.Nestore (03NEST04, 03NEST05) in cui anche le differenze stagionali risultano più pronunciate. La maggioranza delle altre stazioni presenta invece valori di portata inferiori a 0,5 m³/sec ed una minore variabilità stagionale.



3.3 Parametri chimico-fisici

Per ogni parametro della sezione seguente è stata effettuata un'analisi statistica dei dati, i cui risultati sono riassunti tramite tabelle e illustrati mediante diagrammi Box & Whisker. L'analisi del t-test ha permesso di stabilire se le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento sono statisticamente significative. Infine attraverso l'uso di istogrammi sono stati riportati i valori dei singoli parametri, distinti per fase di campionamento, rilevati in ogni stazione in modo da poterli confrontare con gli standard di qualità indicati nel D. lgs n. 152/99.

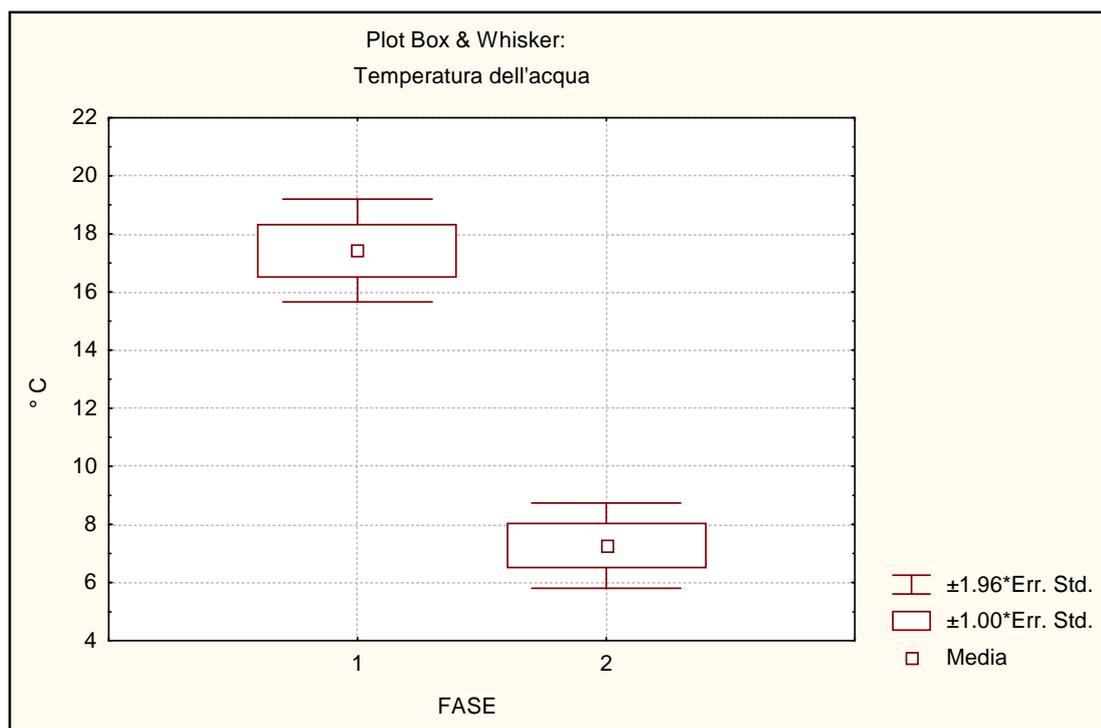
Temperatura dell'acqua

I valori di temperatura oscillano tra un massimo di 25,5 °C (03MOIA01) ed un minimo di 5,5 °C (03SERP01), con un valore medio pari a 12,96 °C. Il coefficiente di variazione, pari al 45,76%, indica una discreta dispersione dei valori attorno alla media.

Analizzando i risultati del t-test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento sono altamente significative (p=0,000) e sono da attribuirsi al normale andamento stagionale. Infatti la media della fase 1, che si è svolta in primavera-estate, è pari a 17,43 °C, mentre nella fase 2, che risale al periodo autunno-inverno, la media è pari a 7,27 °C.

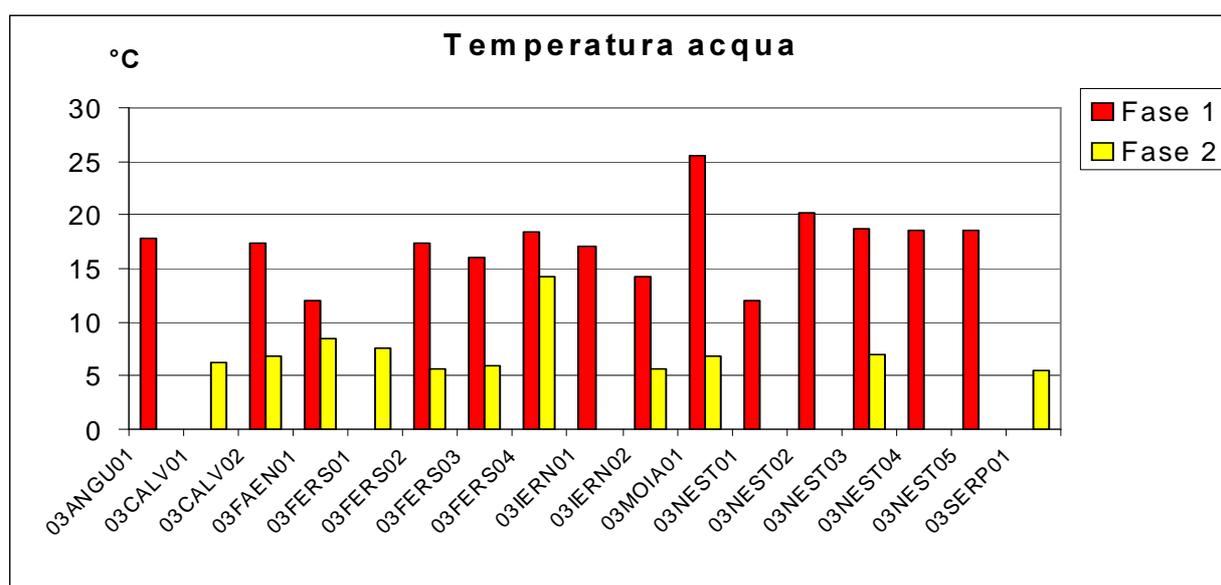
Temperatura acqua	°C
N valori	25
Media	12,96
Mediana	14,20
Minimo	5,5
Massimo	25,5
Deviazione standard	5,93
Coeff.di variazione	45,76 %

3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI



t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	p
Temperatura	17,43	7,27	14	11	8,37	23	0,000

Nell'istogramma seguente sono riportati i valori di temperatura dell'acqua di ogni stazione distinti per fase di campionamento. I valori registrati sono stati confrontati con gli standard di qualità prescritti dal D. lgs n. 152. Dall'analisi del grafico risulta che solamente il F.so Moiano (03MOIA01) nella prima fase non è idoneo alla presenza di salmonidi (valore imperativo=21,5 °C). Tutti gli altri corsi d'acqua presentano condizioni di temperatura dell'acqua idonee alla presenza sia dei salmonidi che dei ciprinidi (valore imperativo=28 °C).



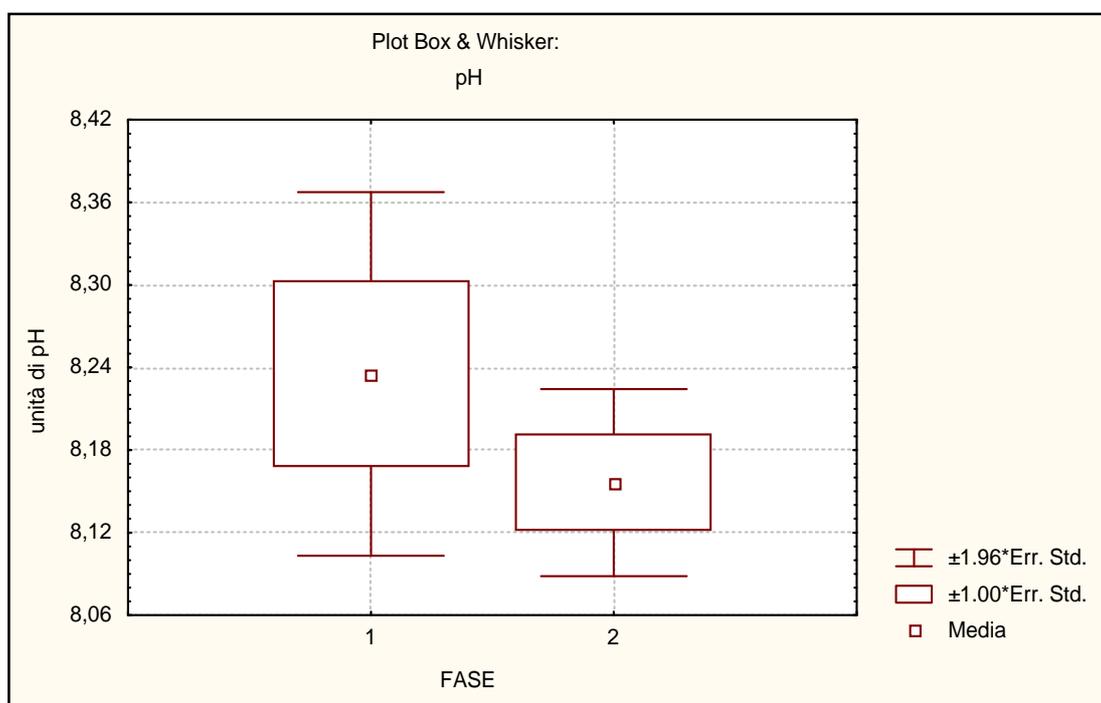
3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI

pH

I valori di pH oscillano tra un massimo di 9,14 unità di pH (03NEST02) ed un minimo di 7,86 unità di pH (03ANGU01), con un valore medio di 8,20 unità di pH. Il coefficiente di variazione, pari al 2,71%, indica una scarsa dispersione dei valori attorno alla media.

Analizzando i risultati del t- test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative ($p=0,314$). Il valore medio della fase 1 risulta pari a 8,23 unità di pH, mentre è pari a 8,16 unità di pH nella fase 2 con una differenza di soli 0,07 unità di pH.

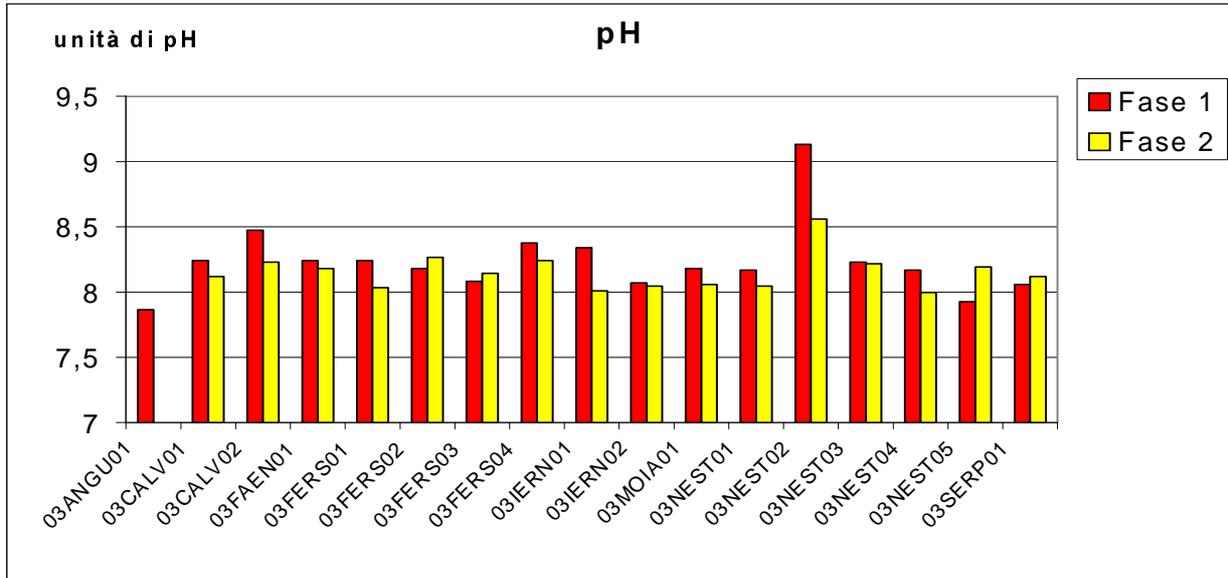
pH	Unità di pH
N valori	33
Media	8,20
Mediana	8,18
Minimo	7,86
Massimo	9,14
Deviazione standard	0,22
Coeff.di variazione	2,71%



t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	p
pH	8,23	8,16	17	16	1,02	31	0,314

Nell'istogramma seguente sono riportati i valori di pH di ogni stazione distinti per fase di campionamento. I valori registrati sono stati confrontati con gli standard di qualità prescritti dal D. lgs n. 152. Dall'analisi del grafico risulta che solamente una stazione del F.Nestore (03NEST02), nella prima fase di campionamento, non è idonea alla presenza della fauna ittica (valore guida 6-9 unità di pH sia per i salmonidi che per i ciprinidi). Le restanti stazioni di campionamento presentano in entrambe le fasi condizioni idonee alla presenza di fauna salmonicola e ciprinicola.

3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI

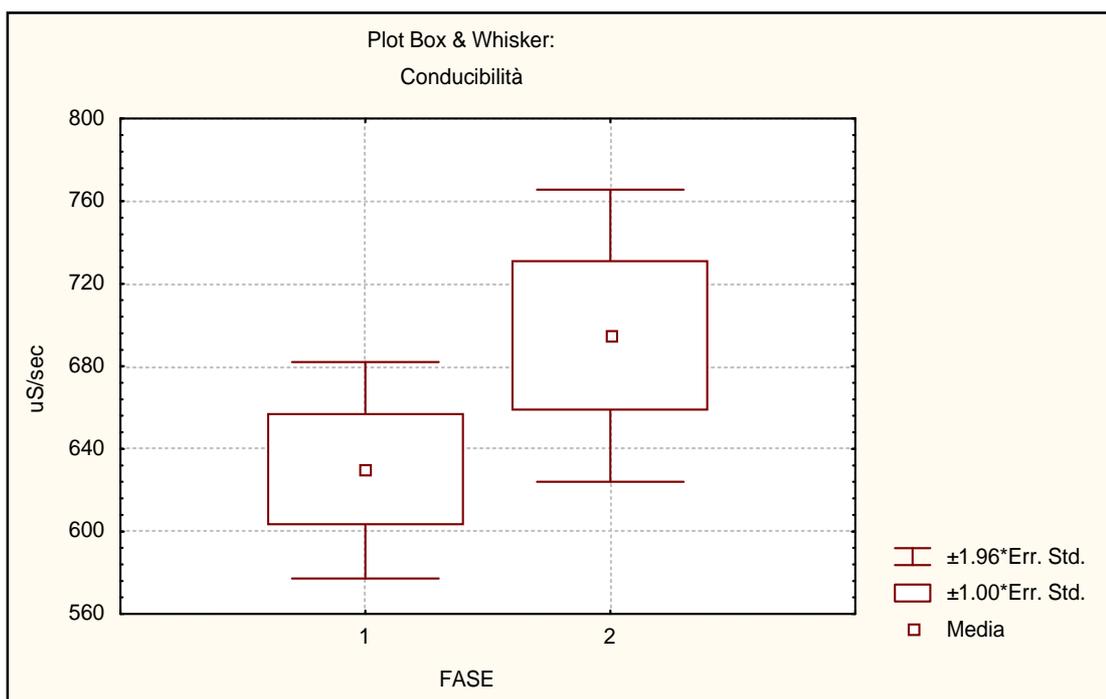


Conducibilità

I valori di conducibilità oscillano tra un massimo di 1021 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (03NE-ST04) ed un minimo di 498 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (03FERS04), con un valore medio pari a 661,24 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Il coefficiente di variazione, pari al 19,69%, indica una scarsa dispersione dei valori attorno alla media.

Analizzando i risultati ottenuti con il t-test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative ($p=0,154$). Il valore medio della fase 1 risulta di 629,65 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mentre è pari a 694,81 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nella fase 2.

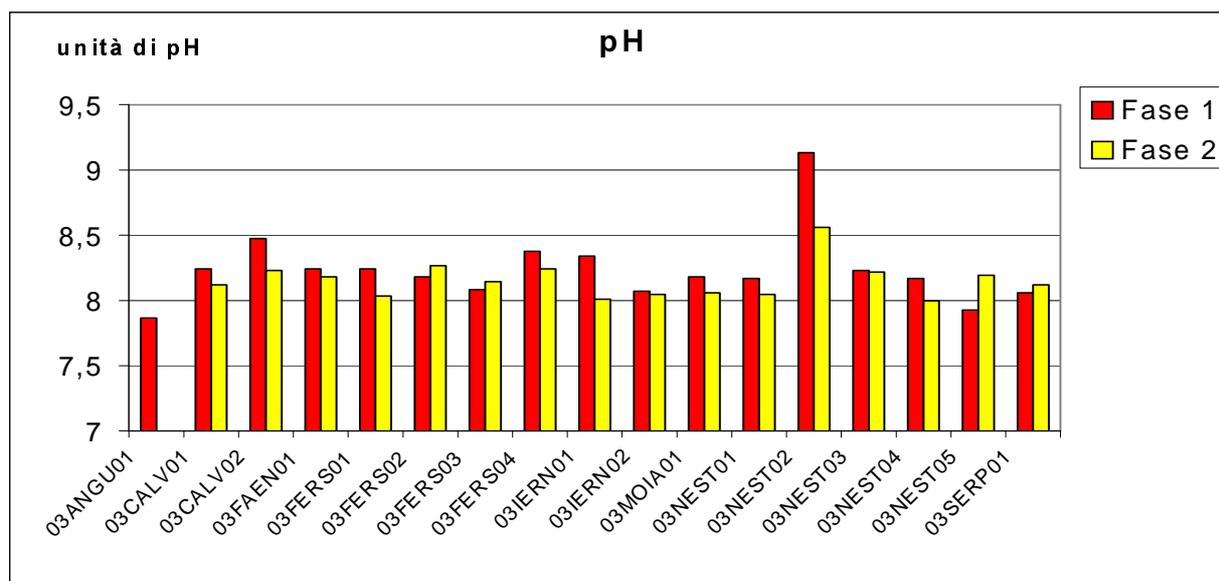
Conducibilità	$\mu\text{S}/\text{cm}$
N valori	33
Media	661,24
Mediana	628
Minimo	498
Massimo	1021
Deviazione standard	130,20
Coeff.di variazione	19,69 %



3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI

t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	p
Conducibilità	629,65	694,81	17	16	-1,46	31	0,154

Nell'istogramma seguente sono riportati i valori di conducibilità di ogni stazione distinti per fase di campionamento. Il D. lgs n. 152 non fissa alcun valore standard per questo parametro. Dall'analisi del grafico risulta che i valori più elevati di conducibilità sono stati registrati nel F.Nestore (03NEST04, 03NEST05) e nel F.so Anguillara (03ANGU01).



D.O.

I valori di ossigeno disciolto oscillano tra un massimo di 13,0 mg/l (03NEST02) ed un minimo di 8,2 mg/l (03SERP01), con un valore medio di 10,52 mg/l. Il coefficiente di variazione è pari al 11,93% ed indica una scarsa dispersione dei valori attorno alla media.

Analizzando i risultati ottenuti con il t-test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento sono altamente significative ($p=0,001$). Il valore medio della fase 1 risulta di 9,82 mg/l, mentre è pari a 11,26 mg/l nella fase 2.

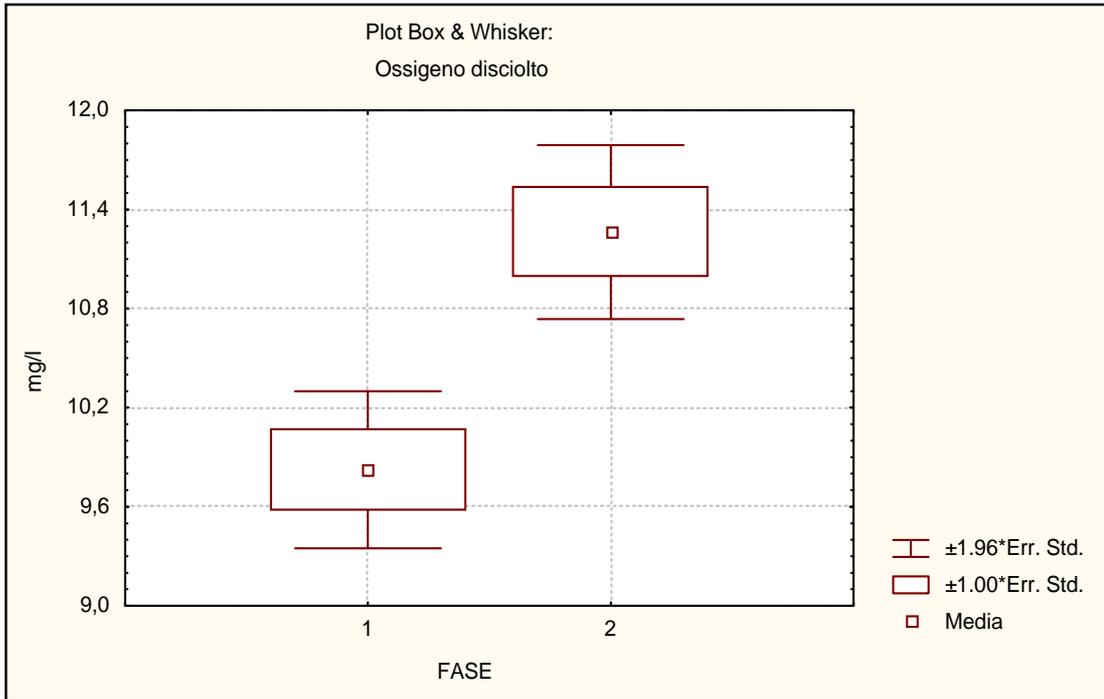
La differenza tra le medie delle due fasi di campionamento

è dovuta al normale andamento stagionale ed alla funzione inversa che lega la solubilità dell'ossigeno alla temperatura. Infatti, nella fase 1, che si è svolta in primavera-estate, ai valori maggiori di temperatura corrisponde una minore concentrazione di ossigeno disciolto, mentre nella fase 2, che risale al periodo autunno-inverno, le basse temperature aumentano la solubilità dell'ossigeno e la sua concentrazione nell'acqua.

Nell'istogramma seguente sono riportati i valori di ossigeno disciolto raggiunti nelle varie stazioni nelle due fasi di campionamento. I valori registrati sono stati confrontati con gli standard di qualità prescritti dal D. lgs n. 152.

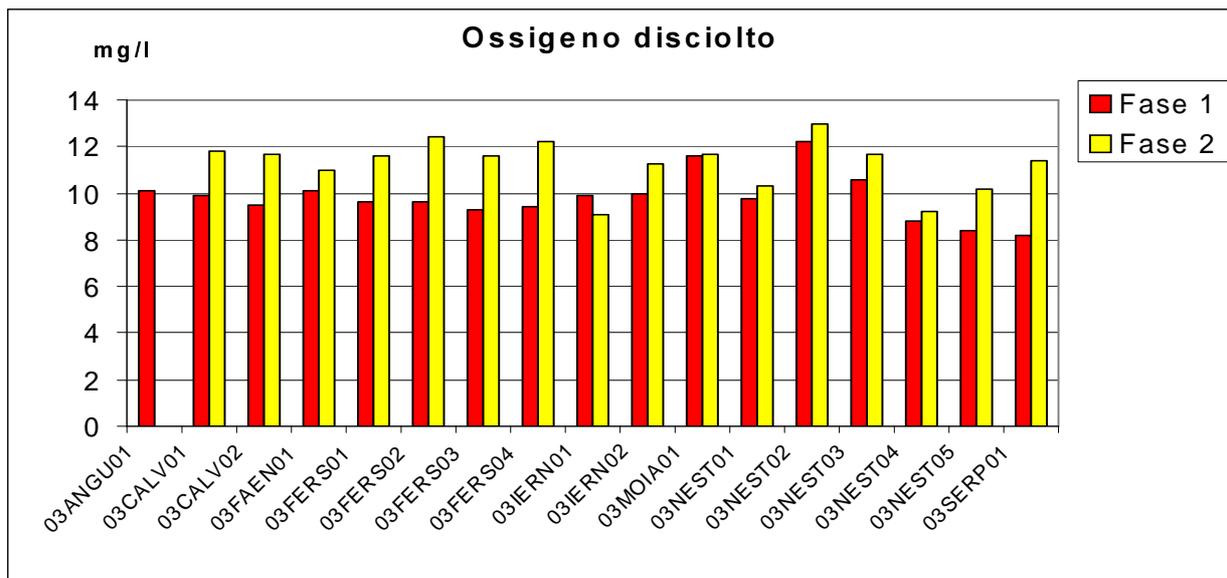
D.O.	mg/l
N valori	33
Media	10,52
Mediana	10,20
Minimo	8,2
Massimo	13,0
Deviazione standard	1,25
Coeff.di variazione	11,93 %

3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI



t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	p
D.O.	9,82	11,26	17	16	-3,98	31	0,001

Dall'analisi del grafico risulta che solamente tre stazioni (03SERP01, 03NEST04, 03NEST05) nella fase 1 non presentano idoneità per i salmonidi (valore imperativo: ≥ 9 mg/l O_2), mentre tutte le stazioni risultano idonee alla presenza di fauna ciprinicola (valore imperativo: ≥ 7 mg/l O_2).

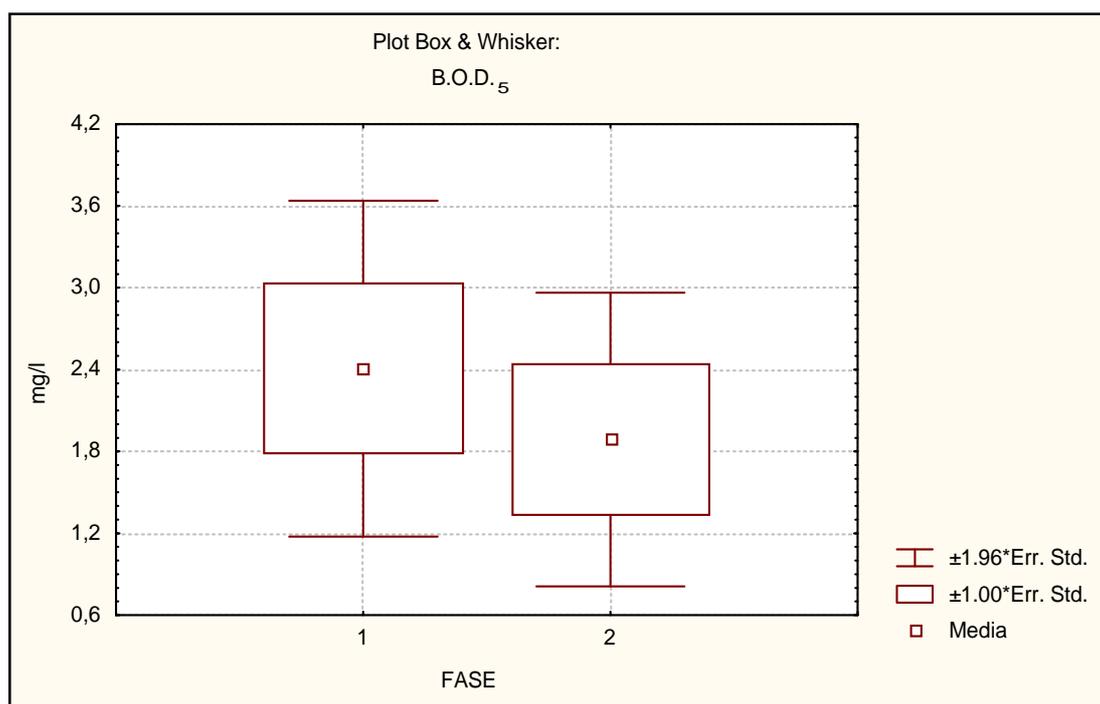


3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI

B.O.D.₅

I valori della domanda biologica di ossigeno oscillano tra un massimo di 9,4 mg/l (03NEST04, 03ANGU01) ed un minimo di 0,4 mg/l (03FAEN01), con un valore medio di 2,15 mg/l. Il coefficiente di variazione è pari al 110,63% ed indica una elevata dispersione dei valori attorno alla media. Analizzando i risultati ottenuti con il t- test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative (p=0,541). Il valore medio del-

B.O.D. ₅	mg/l
N valori	33
Media	2,15
Mediana	1,30
Minimo	0,4
Massimo	9,4
Deviazione standard	2,38
Coeff.di variazione	110,63 %



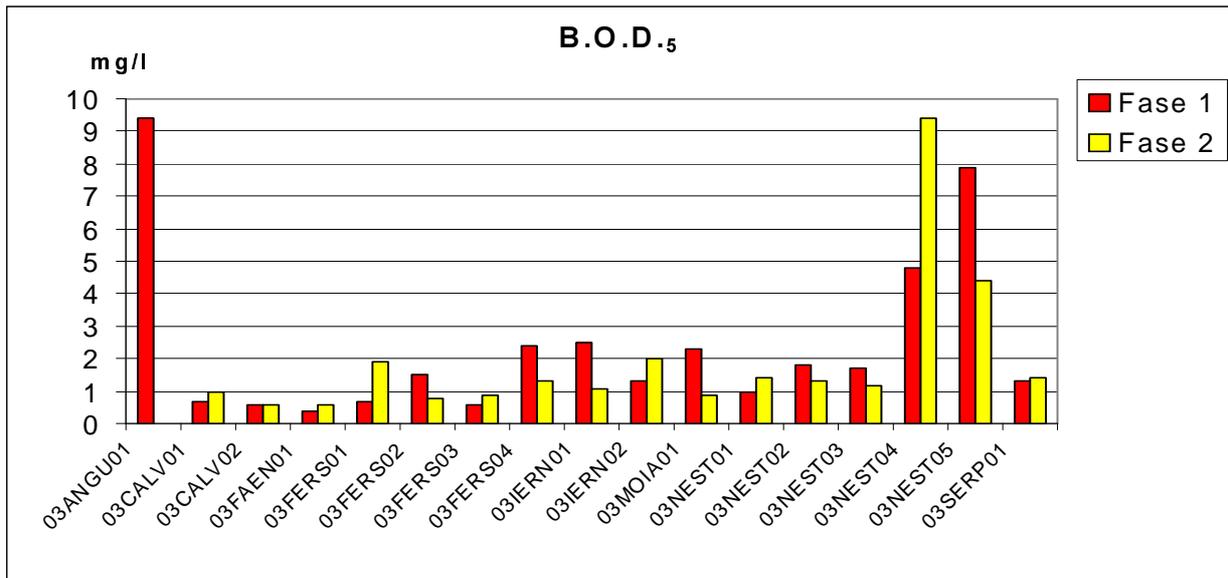
t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	P
B.O.D. ₅	2,41	1,89	17	16	0,62	31	0,541

la fase 1 risulta di 2,41 mg/l, mentre è pari a 1,89 mg/l nella fase 2.

Nell'istogramma seguente sono riportati i valori della domanda biologica di ossigeno raggiunti in ogni stazione nelle due fasi di campionamento. I valori registrati sono stati confrontati con gli standard di qualità prescritti dal D. lgs n. 152.

Dall'analisi del grafico risulta che due stazioni (03NEST04, 03ANGU01) non risultano idonee in almeno una fase per la fauna ittica (valore imperativo: 9 mg/l O₂), mentre in una stazione (03NEST05) i valori di B.O.D.₅ rilevati non sono compatibili con la presenza dei salmonidi (valore imperativo: 5 mg/l O₂).

3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI

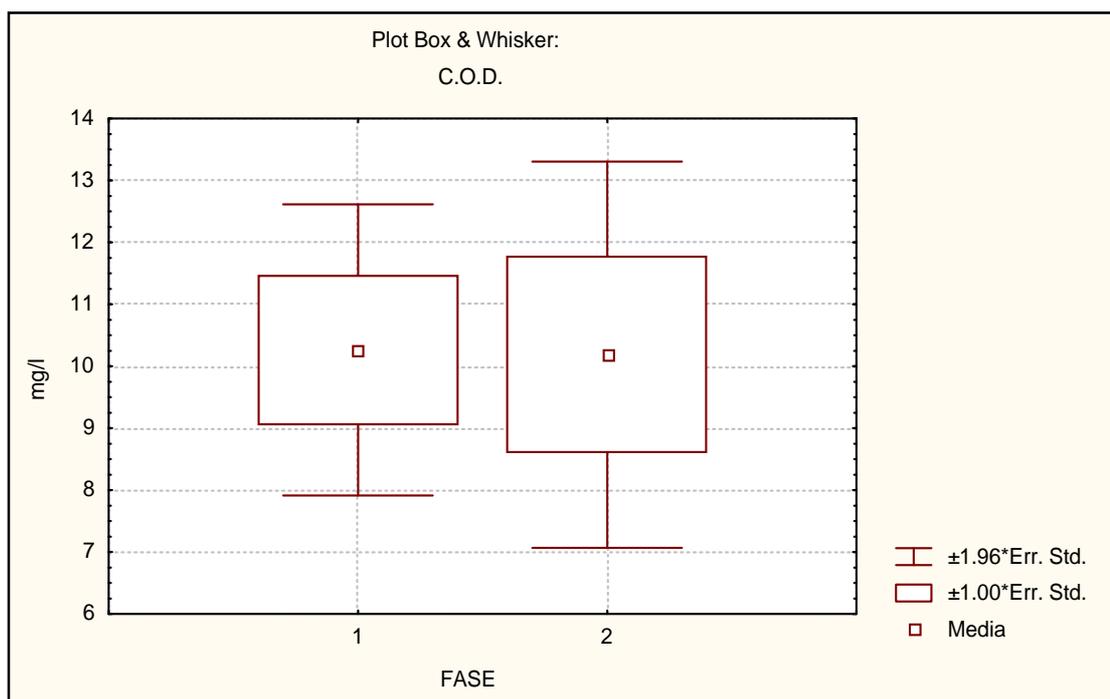


C.O.D.

I valori della domanda chimica di ossigeno oscillano tra un massimo di 28 mg/l (03NEST05) ed un minimo inferiore a 5 mg/l e presentano un valore medio di 10,23 mg/l. Il coefficiente di variazione, pari al 54,65%, indica una modesta dispersione dei valori intorno alla media.

Analizzando i risultati del t- test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative ($p=0,969$). Il valore medio della fase 1 risulta di 10,26 mg/l mentre è pari a 10,19 mg/l nella fase 2, con una differenza di soli 0,07 mg/l.

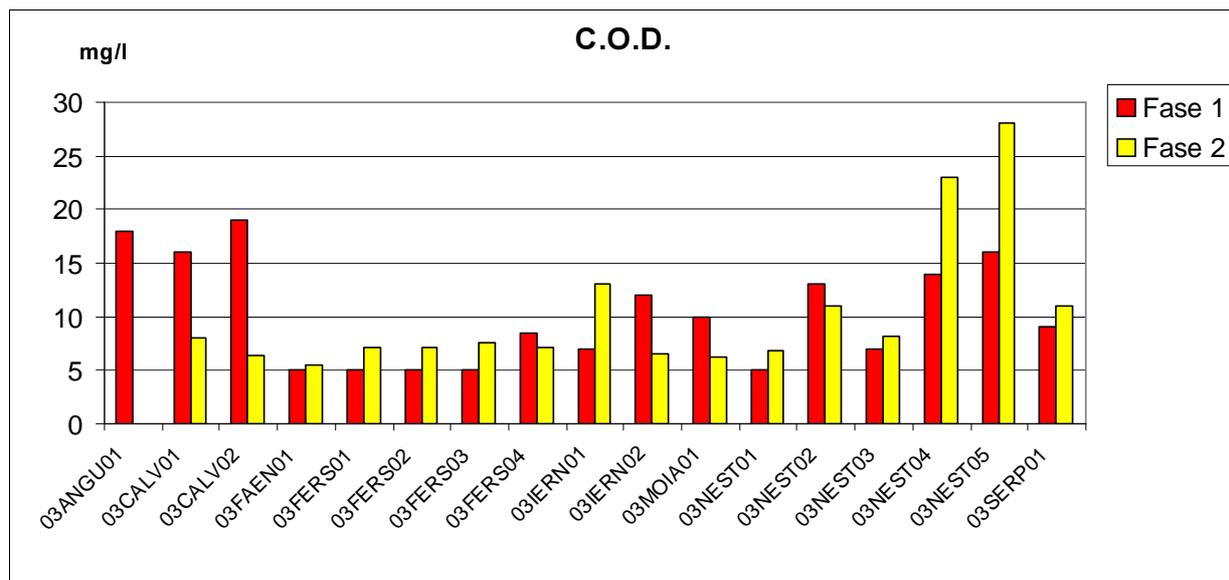
C.O.D.	mg/l
N valori	33
Media	10,23
Mediana	8,00
Minimo	<5
Massimo	28
Deviazione standard	5,59
Coeff.di variazione	54,65%



3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI

t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	p
C.O.D.	10,26	10,19	17	16	0,04	31	0,969

Nell'istogramma seguente sono riportati i valori della domanda chimica di ossigeno di ogni stazione distinti per fase di campionamento. Il D. lgs n. 152 non fissa alcun valore standard per questo parametro. Dall'analisi del grafico risulta che i valori più elevati sono stati registrati nelle due stazioni più a valle del F.Nestore (03NEST04, 03NEST05), seguiti dal T.Calvana (03CALV01, 03CALV02) e dal F.so Anquillara (03ANGU01).



Ammoniaca totale

I valori di ammoniaca oscillano tra un massimo di 4,8 mg/l (03NEST04) ed un minimo inferiore a 0,04 mg/l, con un valore medio di 0,24 mg/l. Il coefficiente di variazione, pari al 349,55%, indica un'alta variabilità del campione.

Analizzando i risultati del t- test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative ($p=0,318$). Il valore medio della fase 1 risulta di 0,12 mg/l, mentre è pari a 0,47 mg/l nella fase 2; la variabilità dei dati nella fase 2 è tuttavia nettamente superiore alla fase 1.

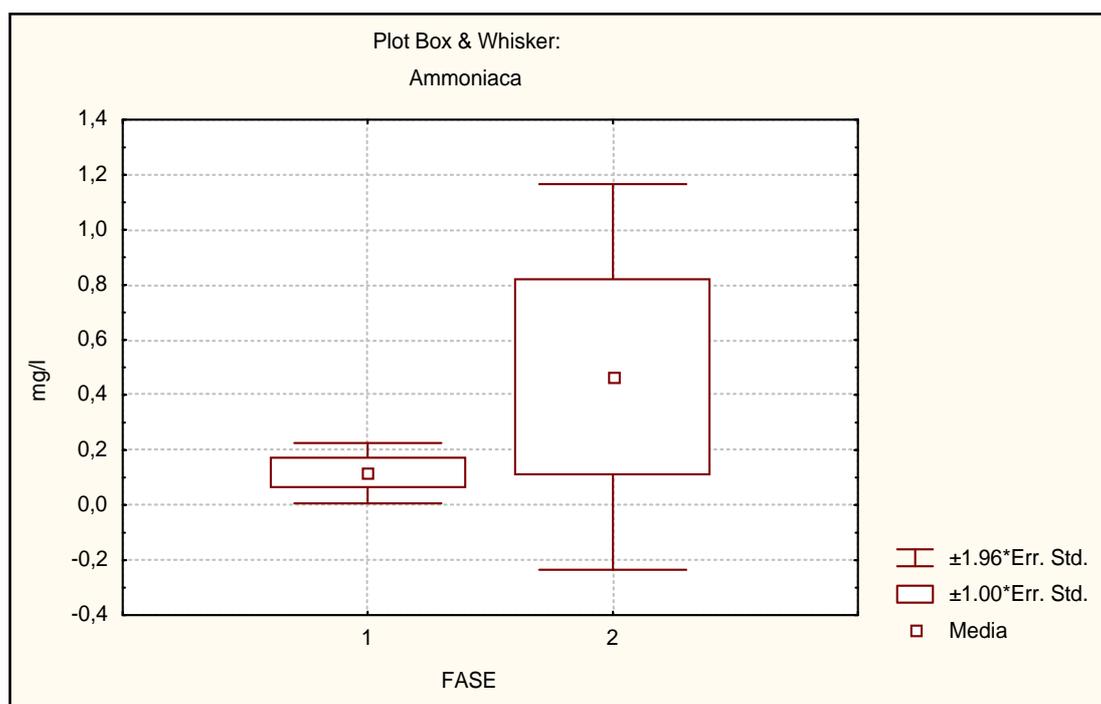
Nell'istogramma della pagina seguente sono riportati i valori di ammoniaca di ogni stazione distinti per fase di campionamento.

Per molte stazioni non è stato possibile confrontare i valori registrati con gli standard di qualità prescritti dal D. lgs n. 152, che fissa, per i salmonidi e ciprinidi valori guida (0,03 mg/l NH_3) e imperativi (0,78 mg/l N) inferiori alla soglia di sensibilità del metodo di analisi strumentale utilizzato (0,04 mg/l N).

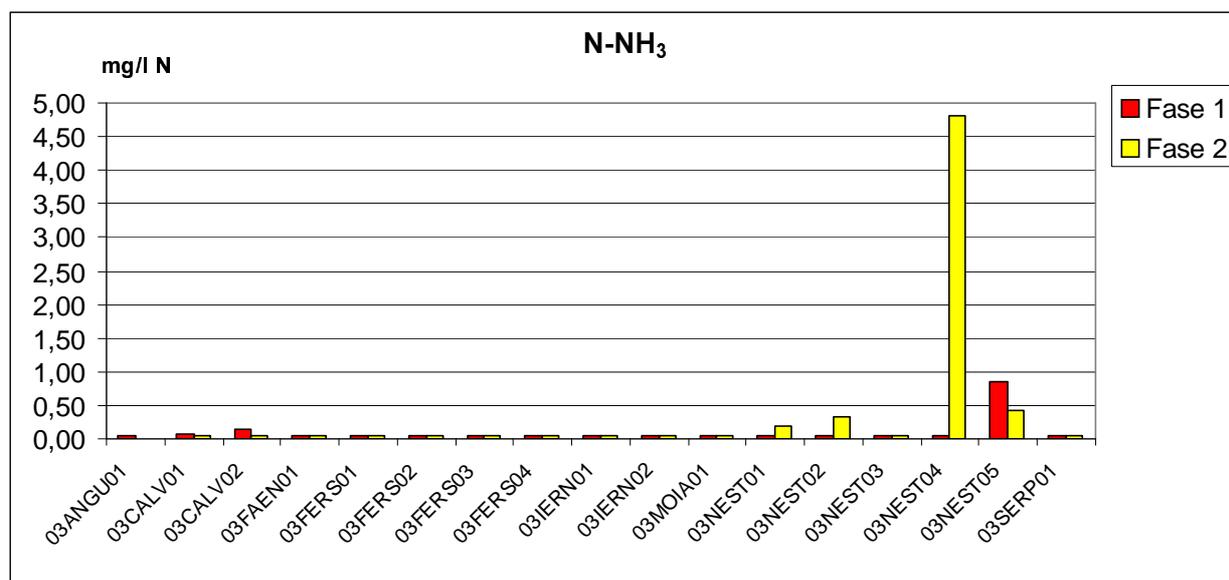
Solo nel T.Calvana (03CALV01 fase 1, 03CALV02 fase 1) e in alcune stazioni del F.Nestore (03NEST05, 03NEST04 fase2, 03NEST02 fase 2, 03NEST01 fase2) l'ammoniaca è presente in concentrazioni superiori al limite di sensibilità dello strumento. Valori eccezionalmente elevati di ammoniaca contraddistinguono la stazione 03NEST04 nella fase 2. In riferimento ai valori imperativi tutte le stazioni esaminate, ad eccezione della 03NEST 04, fase 1, presentano condizioni idonee alla presenza sia della fauna salmonicola che ciprinicola.

Ammoniaca	mg/l N
N valori	33
Media	0,24
Mediana	0,04
Minimo	<0,04
Massimo	4,80
Deviazione standard	1,01
Coeff.di variazione	345,83%

3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI



t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	p
N-NH ₃	0,09	0,39	17	16	-1,01	31	0,321



Nitriti

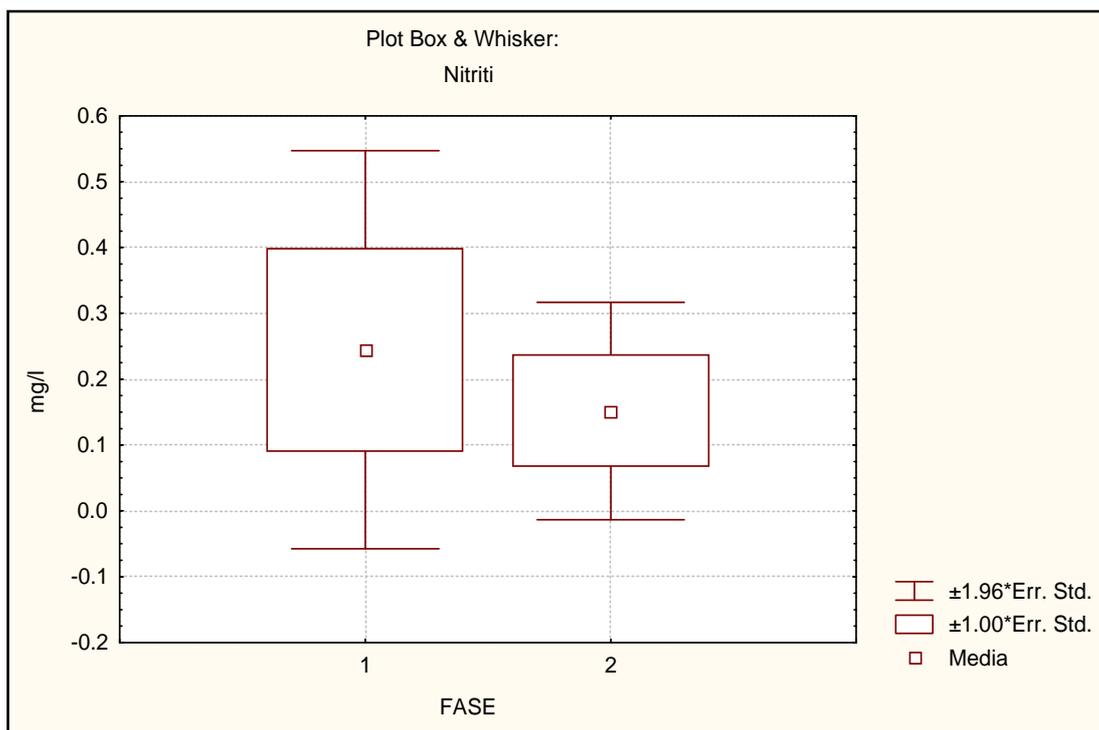
I valori dei nitriti oscillano tra un massimo di 0,76 mg/l (03NEST05) ed un minimo inferiore a 0,01 mg/l con un valore medio di 0,07 mg/l. Il coefficiente di variazione, pari al 252,03%, indica un'alta variabilità del campione.

Analizzando i risultati ottenuti con il t- test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative (p=0,619). Il valore medio della

Nitriti	mg/l N
N valori	33
Media	0,07
Mediana	0,01
Minimo	<0,01
Massimo	0,76
Deviazione standard	0,16
Coeff.di variazione	43,75%

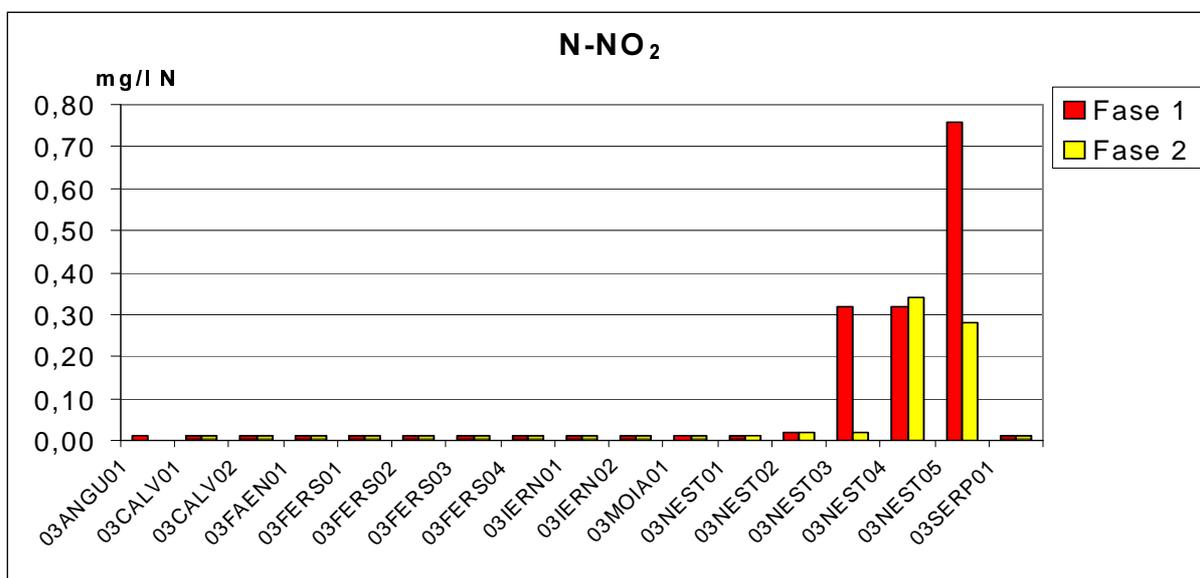
3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI

fase 1 risulta di 0,24 mg/l mentre è pari a 0,16 mg/l nella fase 2.



t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	p
N-NO ₂	0,09	0,05	17	16	0,76	31	0,454

Nell'istogramma seguente sono riportati i valori dei nitriti ritrovati nelle varie stazioni, distinti per fase di campionamento. I valori registrati sono stati confrontati con gli standard di qualità prescritti dal D. lgs n. 152. Dall'analisi del grafico risulta che la maggior parte dei corsi d'acqua è idonea alla presenza sia dei ciprinidi (valore imperativo=0,54mg/l N) che dei salmonidi (valore imperativo = 0,27mg/l N). La stazione più a valle del F.Nestore (03NEST05) presenta condizioni non idonee alla presenza di fauna ittica, mentre la stazione 03NEST04 risulta non idonea per i salmonidi.



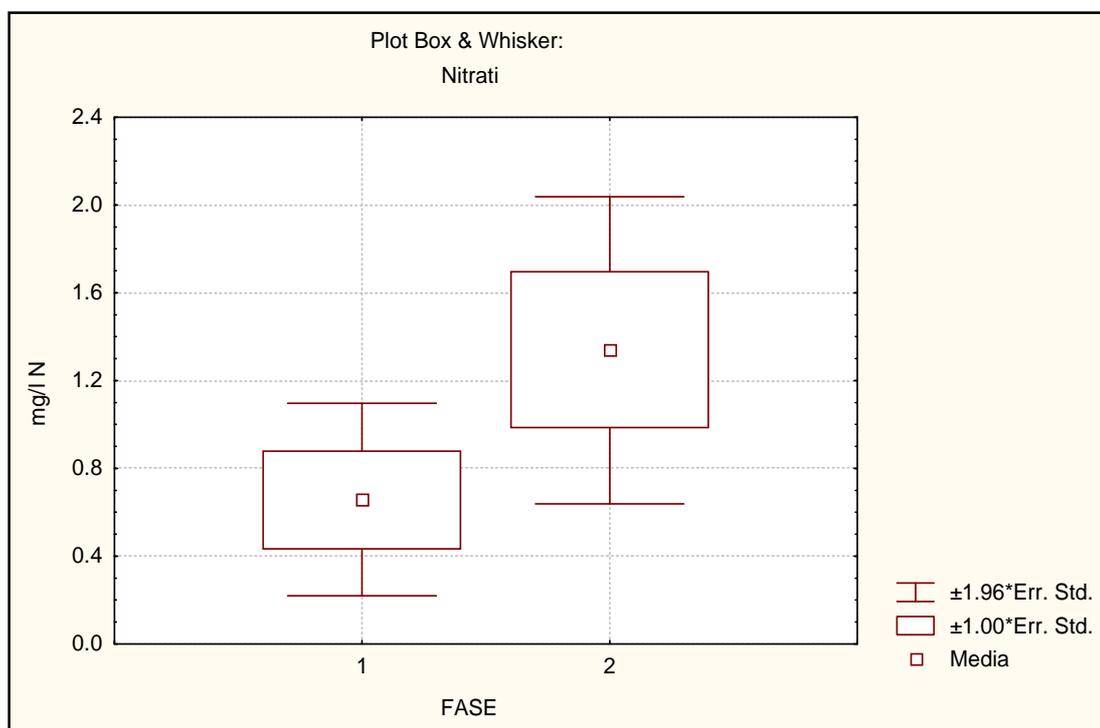
3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI

Nitrati

I valori dei nitrati oscillano tra un massimo di 5,80 mg/l (03NEST05) ed un minimo inferiore a 0,10 mg/l (03SERP01 e 03NEST02 fase1), con un valore medio di 0,99 mg/l. Il coefficiente di variazione, pari al 123,99%, indica un'alta variabilità del campione.

Analizzando i risultati ottenuti con il t- test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative ($p=0,112$). Il valore medio della fase 1 (0,66 mg/l) risulta comunque inferiore a quello della fase 2 (1,34 mg/l).

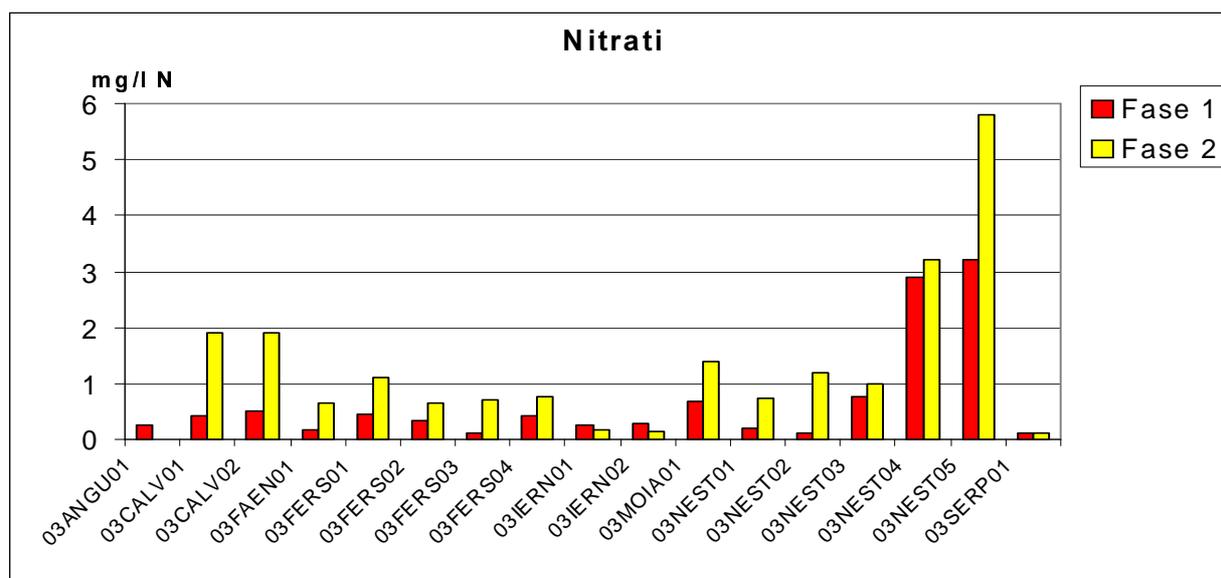
Nitrati	mg/l N
N valori	33
Media	0,99
Mediana	0,65
Minimo	<0,10
Massimo	5,80
Deviazione standard	1,22
Coeff.di variazione	123,99%



t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	p
N-NO ₃	0,66	1,34	17	16	-1,63	31	0,112

Nell'istogramma seguente sono riportati i valori dei nitrati di ogni stazione distinti per fase di campionamento. Il D. lgs n. 152 non fissa alcun valore standard per questo parametro. Dall'analisi del grafico risulta che i valori più elevati sono stati registrati nella fase 2 nel T.Calvana (03CALV01, 03CALV02) e nel F.so Moiano (03MOIA01), ed in entrambe le fasi nelle stazioni più a valle del F.Nestore (03NEST04, 03NEST05).

3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI

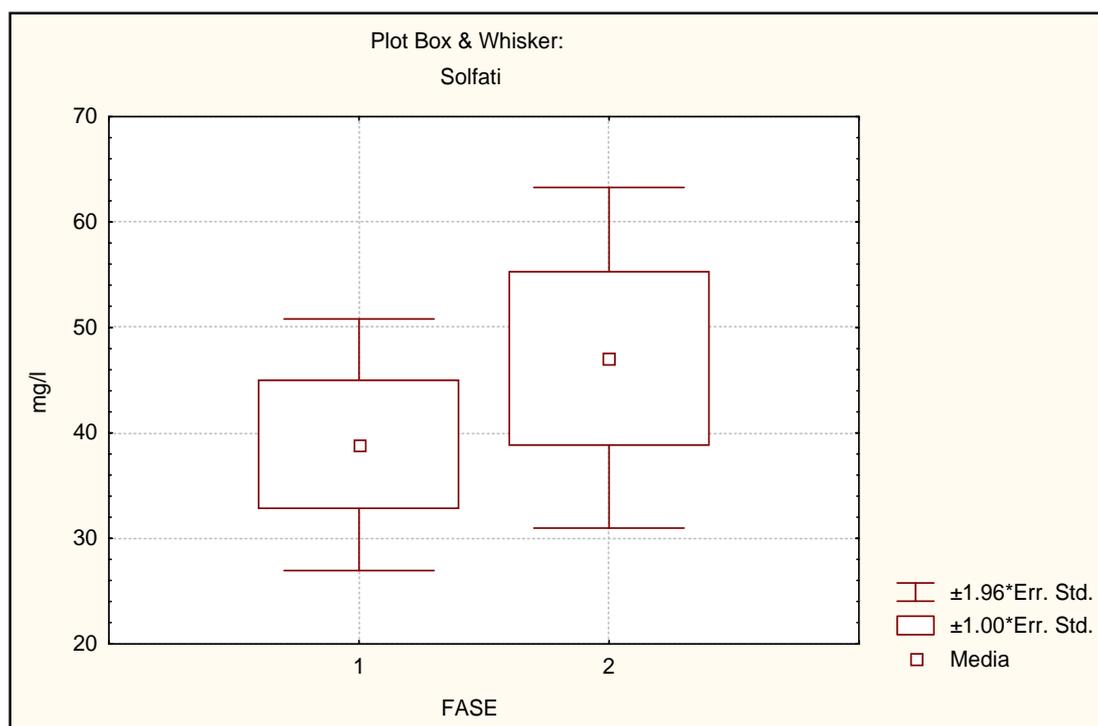


Solfati

I valori dei solfati oscillano tra un massimo di 131mg/l (03CALV01) ed un minimo di 16 mg/l (03FERS02), con un valore medio di 42,88 mg/l. Il coefficiente di variazione, pari al 67,65%, indica una discreta variabilità del campione.

Analizzando i risultati ottenuti con il t- test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative ($p=0,423$). Il valore medio della fase 1 risulta di 38,89 mg/l, mentre è pari a 47,12 mg/l nella fase 2.

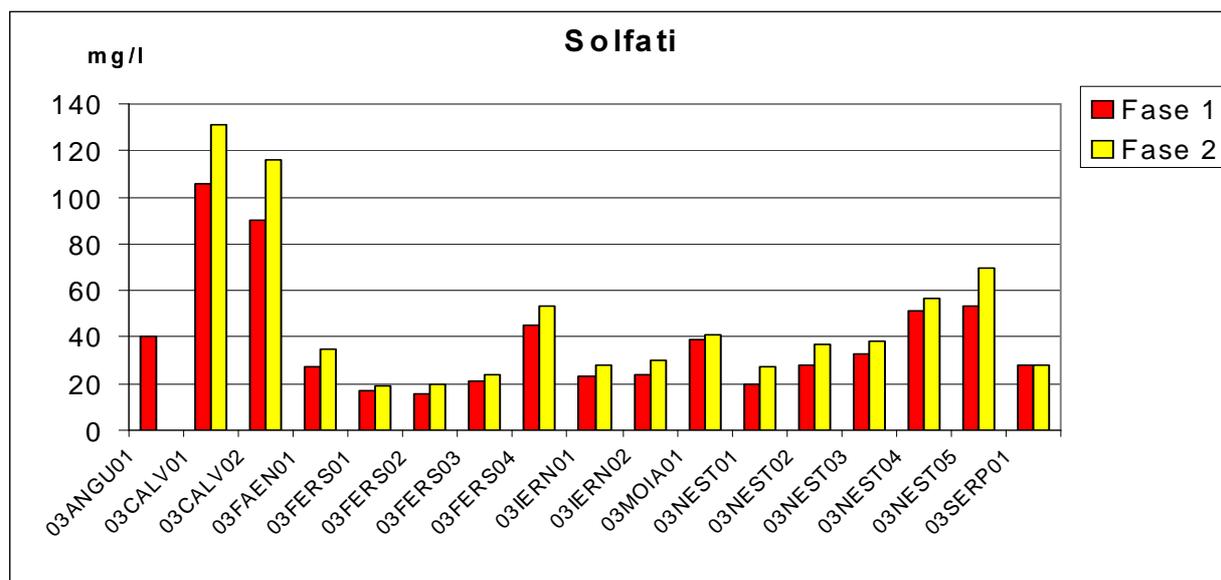
Solfati	mg/l
N valori	33
Media	42,88
Mediana	33,00
Minimo	16,0
Massimo	131,0
Deviazione standard	29,01
Coeff.di variazione	67,65%



3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI

t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	p
SO ₄	38,89	47,12	17	16	-0,81	31	0,423

Nell'istogramma seguente sono riportati i valori dei solfati di ogni stazione distinti per fase di campionamento. Il D. lgs n. 152 non fissa alcun valore standard per questo parametro. Dall'analisi del grafico risulta che i valori più elevati e superiori a 90 mg/l sono stati registrati, in entrambe le fasi, nel T.Calvana (03CALV01, 03CALV02), mentre nella totalità delle altre stazioni i solfati non superano i 70 mg/l.



Fosfati

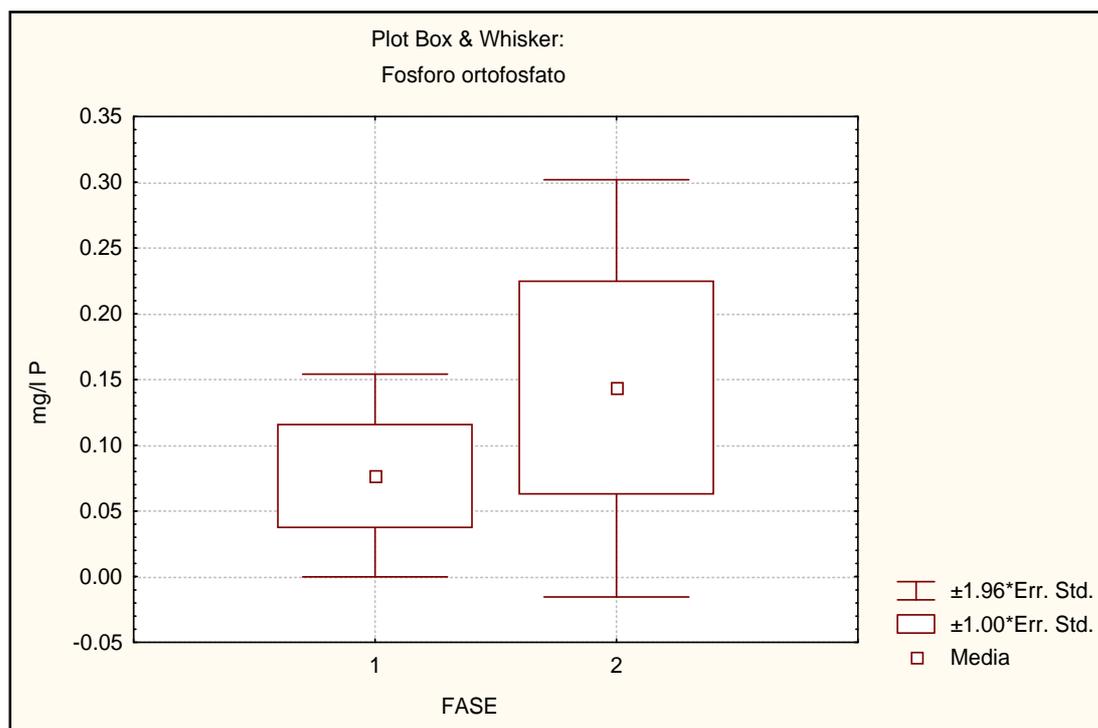
I valori dei fosfati oscillano tra un massimo di 1,00 mg/l (03NEST05) ed un minimo inferiore a 0,02 mg/l, con un valore medio di 0,11 mg/l. Il coefficiente di variazione, pari al 229,37%, indica un'alta variabilità del campione.

Analizzando i risultati ottenuti con il t-test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative (p=0,451). Il valore medio della fase 1 risulta di 0,08 mg/l, mentre è leggermente superiore e pari a 0,14 mg/l nella fase 2.

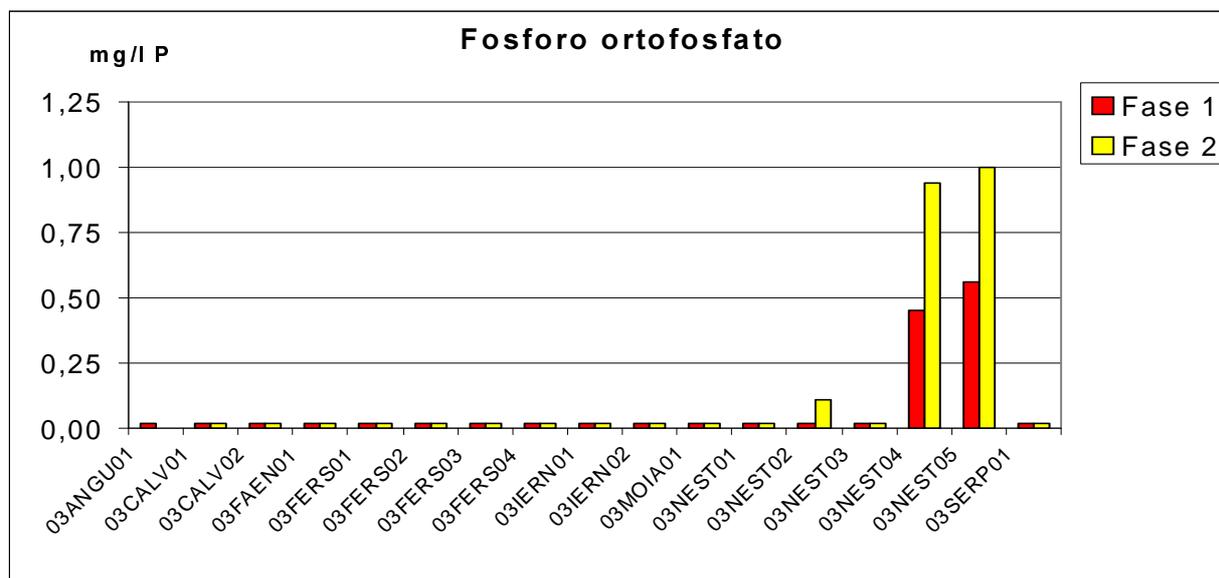
Fosfati	mg/l P
N valori	33
Media	0,11
Mediana	0,02
Minimo	< 0,02
Massimo	1,00
Deviazione standard	0,25
Coeff.di variazione	229,37%

Nell'istogramma della pagina seguente sono riportati i valori dei fosfati di ogni stazione distinti per fase di campionamento. Il D. lgs n. 152 non fissa alcun valore standard per questo parametro. Dall'analisi del grafico risulta che, in entrambe le fasi, nelle stazioni più a valle del F.Nestore (03NEST04, 03NEST05) sono stati registrati i valori più elevati di fosfati, con picchi molto superiori ai valori rilevati nella maggior parte delle altre stazioni, in cui raramente raggiungono 0,02 mg/l P.

3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI



t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	p
P-PO ₄	0,08	0,14	17	16	-0,76	31	0,451



Fosforo totale

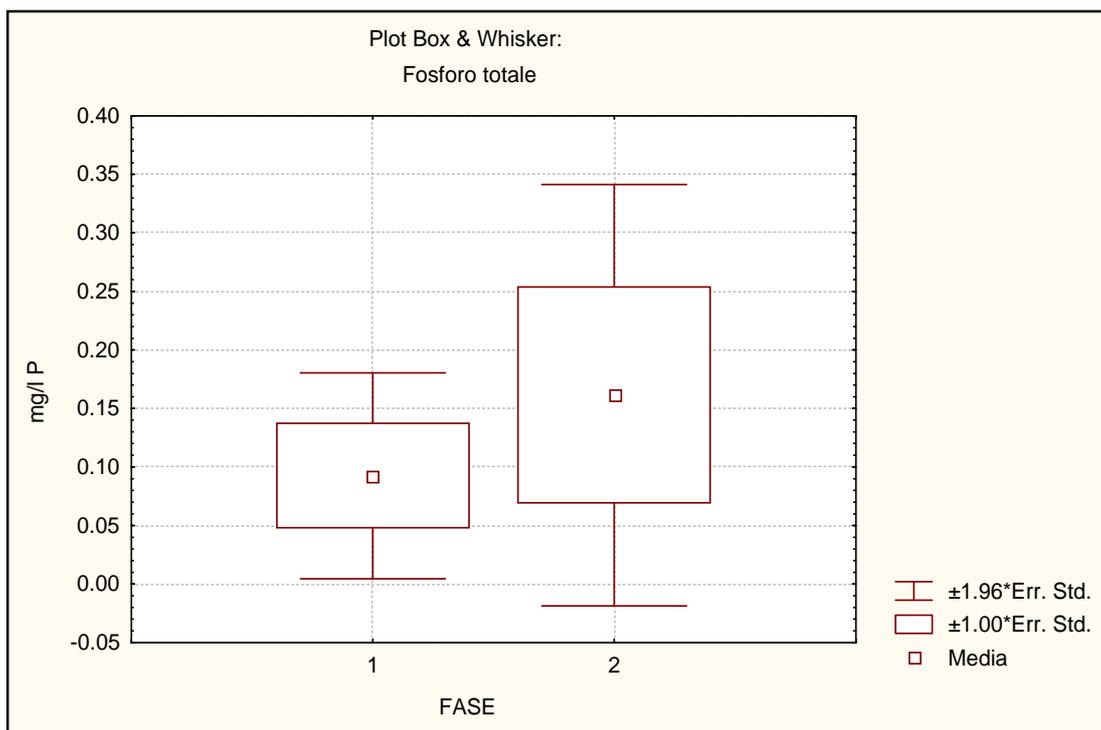
I valori della concentrazione di fosforo totale oscillano tra un massimo di 1,10 mg/l (03NEST04, 03NEST05) ed un minimo inferiore a 0,02 mg/l, con un valore medio di 0,13 mg/l. Il coefficiente di variazione, pari al 225,93%, indica un'alta variabilità del campione.

Analizzando i risultati ottenuti con il t-test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative ($p=0,489$). Il valore medio della fase

P.totale	mg/l P
N valori	33
Media	0,13
Mediana	0,02
Minimo	<0,02
Massimo	1,10
Deviazione standard	0,29
Coeff.di variazione	225,93%

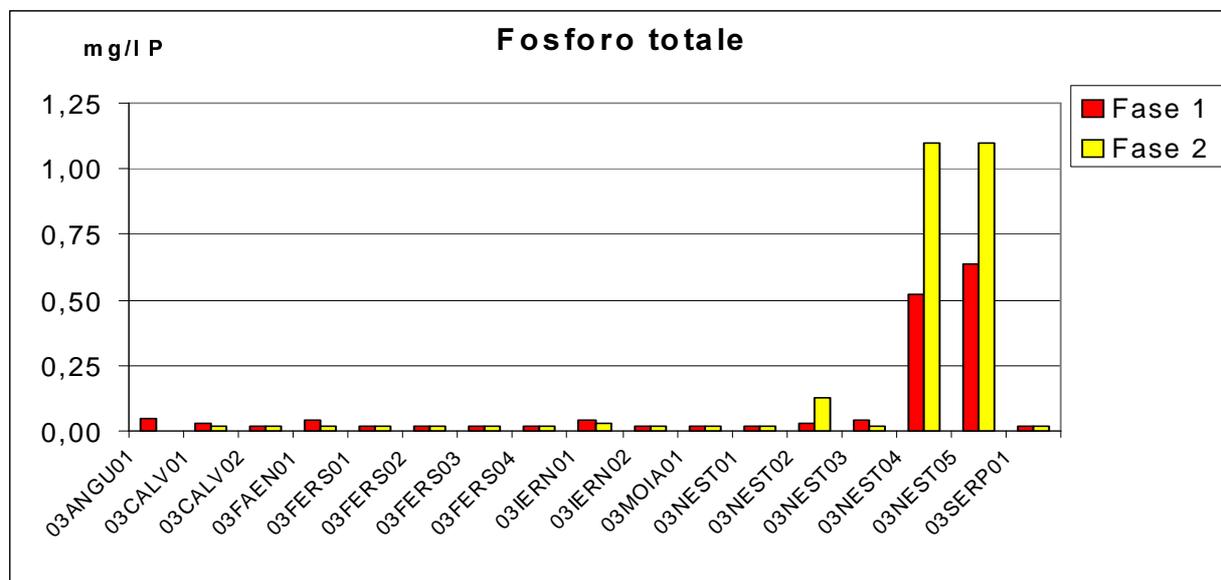
3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI

1 risulta di 0,09 mg/l, mentre è leggermente superiore e pari a 0,16 mg/l nella fase 2.



t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	P
P totale	0,09	0,16	17	16	-0,70	31	0,489

Nell'istogramma seguente sono riportati i valori dei fosfati di ogni stazione distinti per fase di campionamento. Il D. lgs n. 152 non fissa alcun valore imperativo per questo parametro, ma soltanto valori guida pari a 0,07 per i salmonidi e 0,14 per i ciprinidi. Dall'analisi del grafico risulta che, in entrambe le fasi, nelle stazioni più a valle del F.Nestore (03NEST04, 03NEST05) sono stati registrati i valori più elevati di fosfati, con picchi molto superiori ai valori rilevati nella maggior parte delle altre stazioni, in cui raramente raggiungono 0,02 mg/l P.

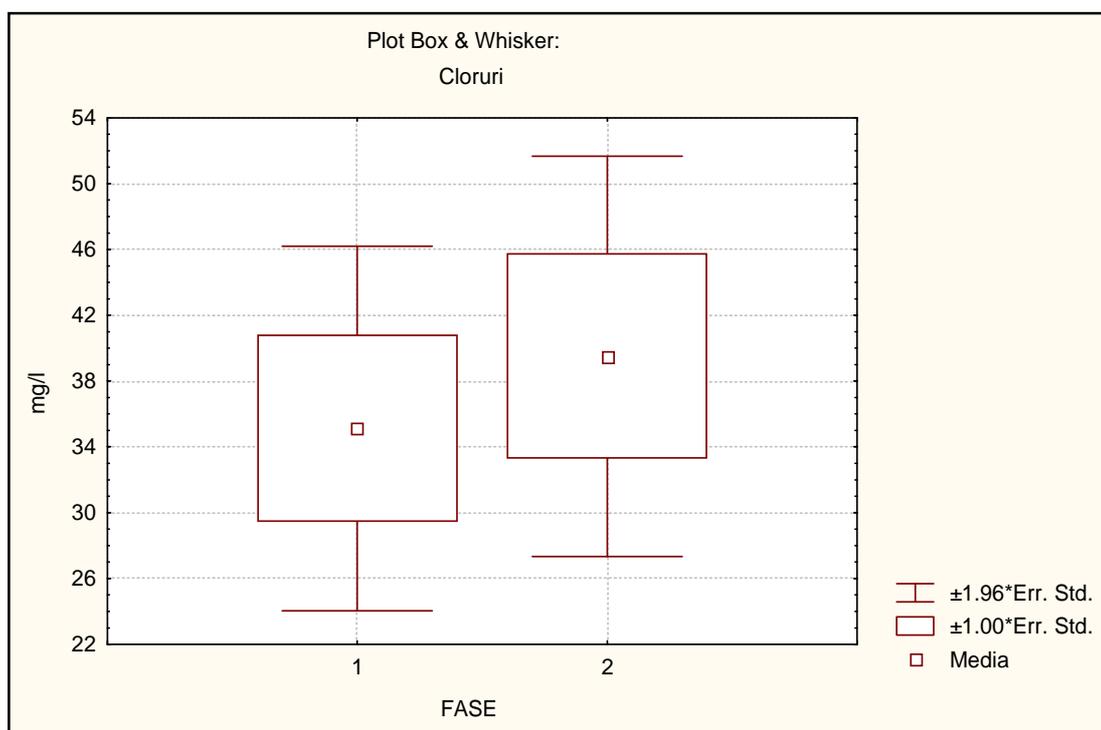


3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI

Cloruri

I valori dei cloruri oscillano tra un massimo di 111,0 mg/l (03ANGU01) ed un minimo di 16,0 mg/l (03FAEN01), con un valore medio di 37,24 mg/l. Il coefficiente di variazione, pari al 63,87%, indica una discreta variabilità del campione. Analizzando i risultati ottenuti con il t- test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative ($p=0,605$). Il valore medio della fase 1 risulta di 35,12 mg/l, mentre è leggermente superiore e pari a 39,50 mg/l nella fase 2.

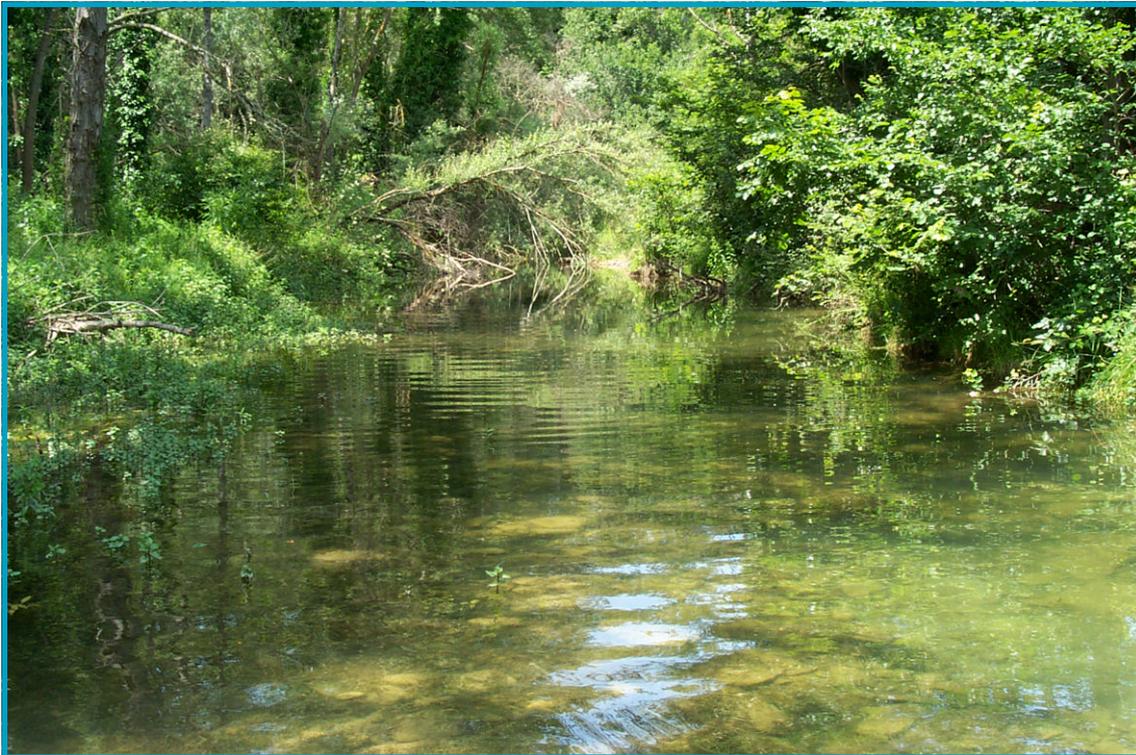
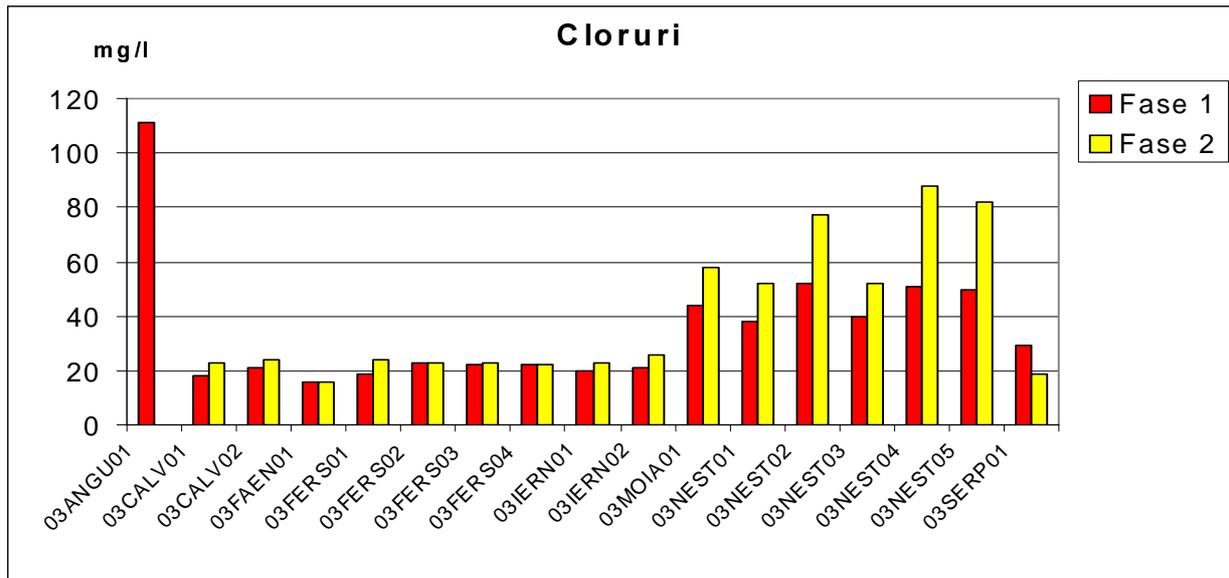
Cloruri	mg/l
N valori	33
Media	37,24
Mediana	24,00
Minimo	16,0
Massimo	111,0
Deviazione standard	23,79
Coeff.di variazione	63,87%



t-test	Media Fase 1	Media Fase 2	N° Validi Fase 1	N° Validi Fase 2	Valore t	gdl	P
Cl	35,12	39,50	17	16	-0,53	31	0,605

Nell'istogramma seguente sono riportati i valori dei cloruri di ogni stazione distinti per fase di campionamento. Il D. lgs n. 152 non fissa alcun valore standard per questo parametro. Dall'analisi del grafico risulta che i valori più elevati sono stati registrati nel F.so Anguillara (03ANGU01), nel F.so Moiano (03MOIA01) ed in tutte le stazioni del F.Nestore.

3.3 - RISULTATI. PARAMETRI CHIMICO-FISICI



Stazione di campionamento sul T.Fersinone

Foto:Dolciami

3.4 RISULTATI. PARAMETRI BIOLOGICI

3.4 Parametri biologici

3.4.1 Mappaggio biologico

I valori dell'Indice Biotico Esteso oscillano tra un massimo di 9 ed un minimo di 5, con un valore medio di 7,25. Il campione, formato da 16 valori, presenta una discreta omogeneità con un coefficiente di variazione pari al 19,86%.

I valori delle classi di qualità oscillano tra un massimo di 4 ed un minimo di 2, con un valore medio di 2,75. Il coefficiente di variazione abbastanza contenuto (28,00%) evidenzia una bassa variabilità del

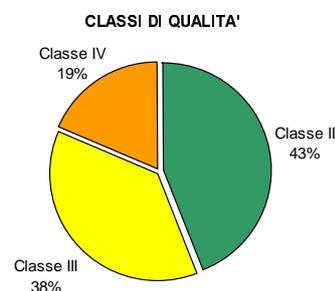
STATISTICA	I.B.E.
N valori	16
Media	7,25
Mediana	7,00
Minimo	5,00
Massimo	9,00
Deviazione standard	1,44
Coeff.di variazione	19,86%

STATISTICA	Classe di qualità I.B.E.
N valori	16
Media	2,75
Mediana	3,00
Minimo	2,00
Massimo	4,00
Deviazione standard	0,77
Coeff.di variazione	28,00%

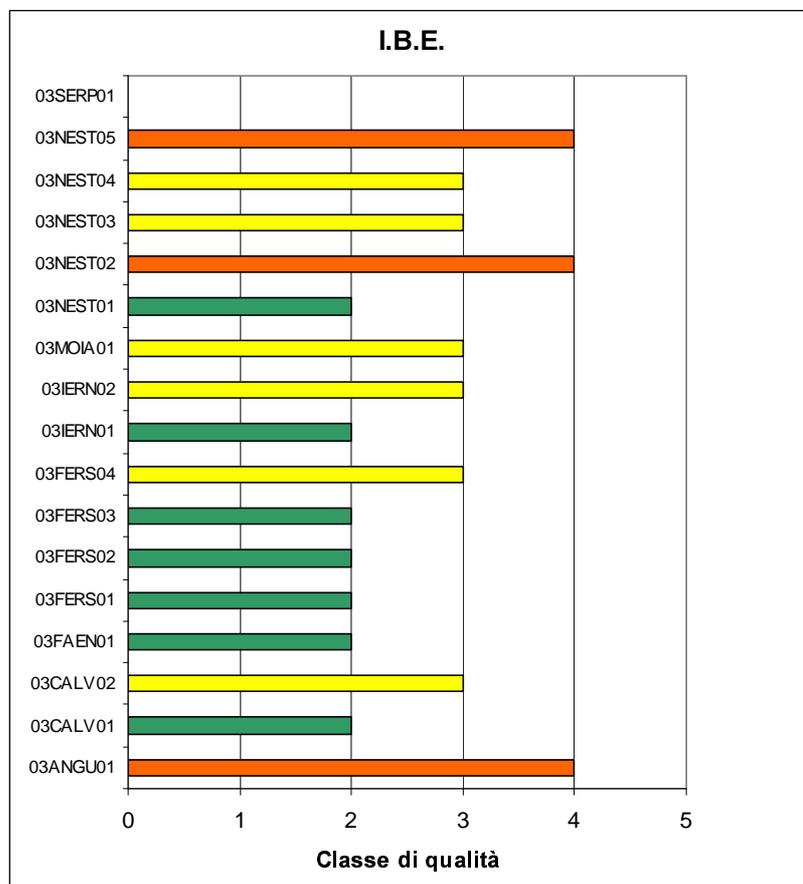
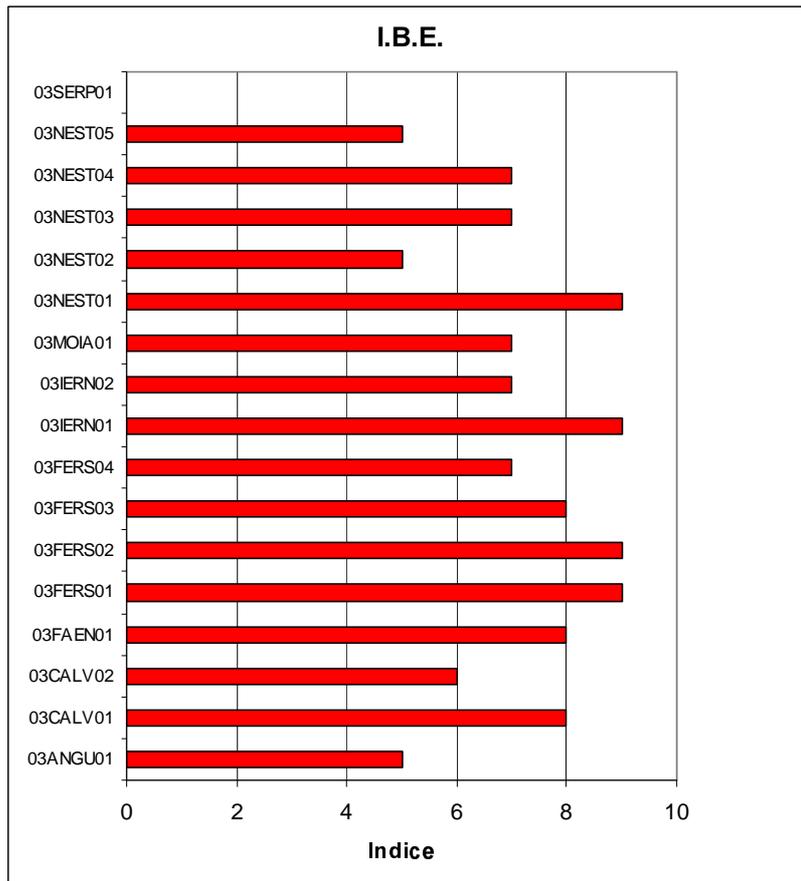
campione attorno alla media.

Per l'Indice Biotico Esteso e per le classi di qualità non è stato possibile confrontare i valori delle due fasi di campionamento, poiché il mappaggio biologico è stato effettuato solamente nella fase 1. Dall'analisi dei grafici seguenti risulta che tre stazioni, pari al 19% del totale, (03ANGU01, 03NEST02, 03NEST05) presentano un ambiente molto inquinato (classe IV); le stazioni che rientrano nella classe III (ambiente inquinato) sono sei (03CALV02, 03FERS04, 03IERN02, 03MOIA01, 03NEST03, 03NEST04) e rappresentano il 37,5% del campione complessivo.

Le restanti stazioni di campionamento (43,8%), che presentano ambienti in cui sono evidenti gli effetti dell'inquinamento (classe II), sono: 03CALV01, 03FAEN01, 03FERS01, 03FERS02, 03FERS03, 03IERN01, 03NEST01. Nel bacino del F.Nestore non sono quindi presenti né corsi d'acqua che appartengono alla I classe di qualità I.B.E. (ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile), né alla V classe di qualità (ambiente fortemente inquinato).



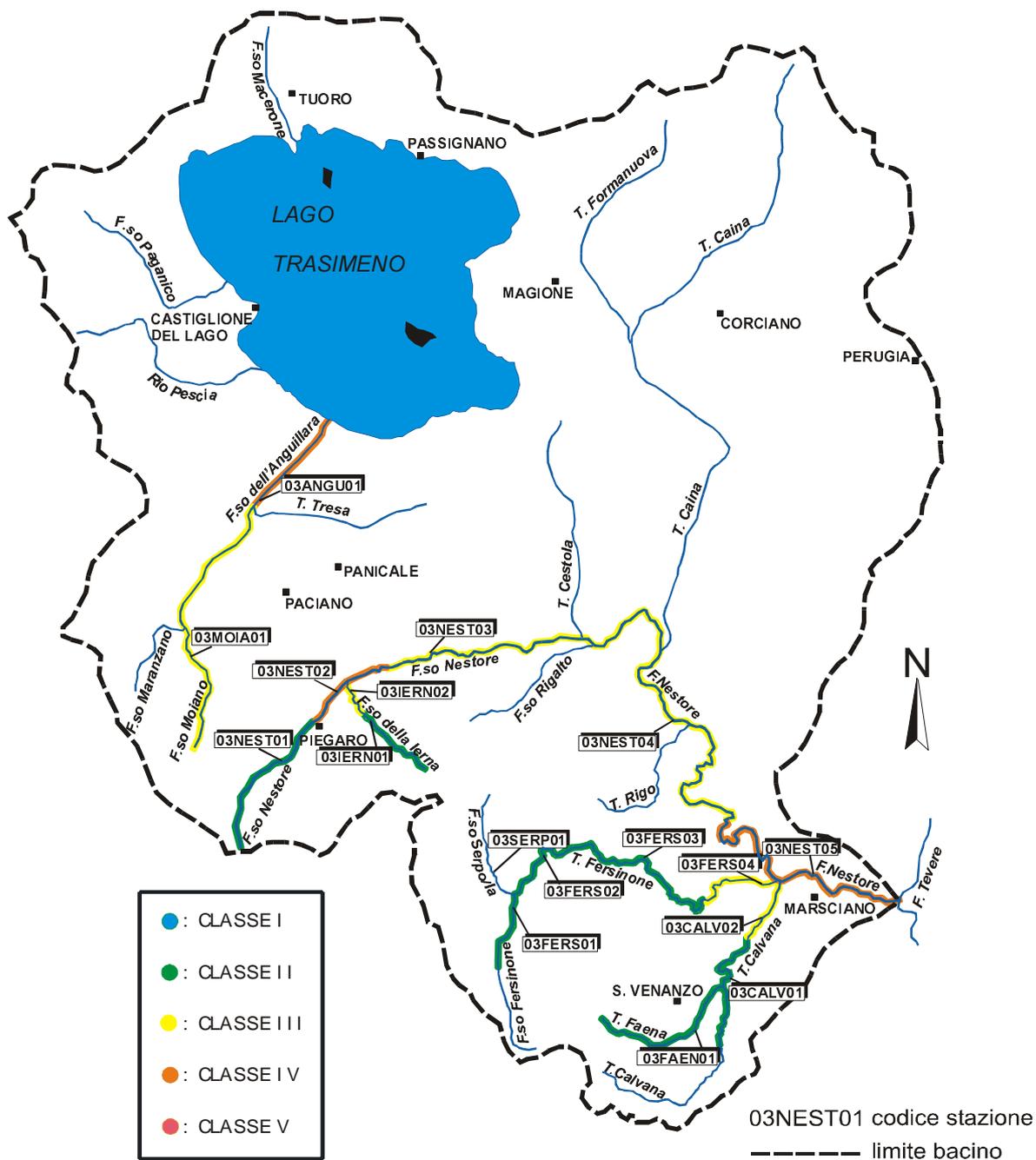
3.4 RISULTATI. PARAMETRI BIOLOGICI



3.4 RISULTATI. PARAMETRI BIOLOGICI

Dall'analisi della cartina seguente risulta che, in generale, la qualità ambientale peggiora secondo il gradiente longitudinale: nei tratti a monte, infatti, prevale la classe II (ambiente in cui sono evidenti effetti dell'inquinamento), mentre quelli più a valle (03CALV02, 03FERS04, 03NEST04) presentano un ambiente inquinato (classe III) e molto inquinato (classe IV), come nel tratto finale del F.Nestore (03NEST05) e nel Fso Anguillara (03ANGU01). Si discosta da questo andamento generale il tratto del F.Nestore che scorre vicino Piegaro (03NEST02) in cui la qualità delle acque peggiora repentinamente (classe IV) rispetto ai tratti a monte (03NEST01) e a valle (03NEST03).

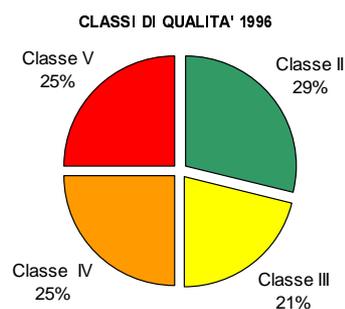
CLASSI DI QUALITA' I.B.E.



3.4 RISULTATI. PARAMETRI BIOLOGICI

La situazione dei corsi d'acqua del bacino del F.Nestore appare, quindi, abbastanza degradata dal punto di vista ambientale, anche se, rispetto alla carta ittica di 1° livello (Mearelli *et alii*, 1996), è da rilevare un generale miglioramento.

Infatti rispetto al passato aumenta la percentuale (dal 29% al 43%) della classe II e diminuisce quella della classe IV (dal 25% al 19%); non sono stati inoltre più rilevati casi di ambiente fortemente inquinato (classe V) che rappresentavano il 25% dei casi nel 1996. In particolare un netto miglioramento interessa l'asta principale del F.Nestore, che nel 1996 presentava la maggior parte delle stazioni tra la classe IV e la classe V di qualità.



Stazione sul T.Fersinone a Migliano

Foto: Dolciami

3.5 - RISULTATI. BILANCIO AMBIENTALE

3.5 Bilancio ambientale

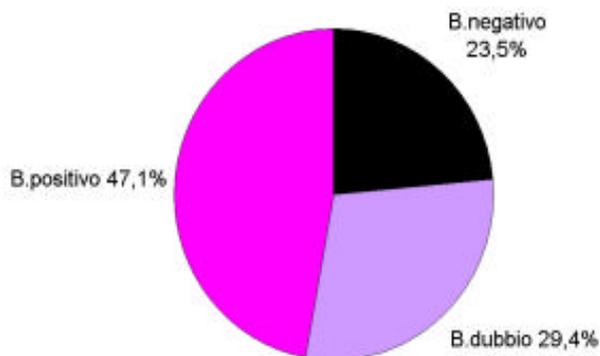
Nel bilancio ambientale sono stati considerati i risultati del mappaggio biologico, unitamente ai valori delle analisi chimico-fisiche, in modo da poter formulare un giudizio complessivo della qualità delle acque che caratterizza ogni singola stazione di campionamento.

Delle 17 stazioni considerate, solo 8 stazioni (47,1%) presentano un bilancio positivo e precisamente: 03CALV01, 03FAEN01, 03FERS01, 03FERS02, 03FERS03, 03IERN01, 03NEST01, 03SERP01.

Il 29,4% del campione presenta un bilancio dubbio. Le 5 stazioni di campionamento che rientrano in tale categoria sono: 03CALV02, 03FERS04, 03IERN02, 03MOIA01, 03NEST03.

Il 23,5% del campione presenta un bilancio negativo. Le 4 stazioni di campionamento considerate in tale categoria sono: 03ANGU01, 03NEST02, 03NEST04, 03NEST05.

Il F.so Anaguillara non risulta idoneo alla vita dei pesci per i valori eccessivi di B.O.D., il F.Nestore presenta in tre stazioni di campionamento un giudizio ambientale negativo, ad evidenziare la cattiva condizione delle acque nel suo tratto finale (03NEST04, 03NEST05) ed intermedio (03NEST02). Particolarmente compromessa, dal punto di vista ambientale, appare la situazione della stazione più a valle del F.Nestore (03NEST05) in cui il giudizio negativo scaturisce dalla non idoneità per la fauna ittica di ben quattro parametri e precisamente: fosforo totale, nitriti, ammoniaca e classe I.B.E.



CARTA ITTICA BACINO FIUME NESTORE - FASE I - BILANCIO AMBIENTALE in base al D.lgs. 152/99

Codice stazione	Temperatura (°C)	Ossigeno disciolto (mg/l O ₂)	pH	BOD ₅ (mg/l O ₂)	Ptot (mg/l)	Nitriti (mg/l NO ₂)	Ammoniaca (mg/l NH ₃)	Classe I.B.E.	GIUDIZIO
03ANGU01								classe IV	B. negativo
03CALV01								classe I	B. positivo
03CALV02								classe III	B. dubbio
03FAEN01								classe I	B. positivo
03FERS01								classe I	B. positivo
03FERS02								classe I	B. positivo
03FERS03								classe I	B. positivo
03FERS04								classe III	B. dubbio
03IERN01								classe I	B. positivo
03IERN02								classe III	B. dubbio
03MOIA01								classe III	B. dubbio
03NEST01								classe I	B. positivo
03NEST02								classe IV	B. negativo
03NEST03								classe III	B. dubbio
03NEST04								classe III	B. dubbio
03NEST05								classe IV	B. negativo
03SERP01								classe I	B. positivo

Idoneo per salmonidi
Idoneo per ciprinidi
Non idoneo per i pesci
Non determinato

classe I
B. positivo
classe II
B. dubbio
classe III
B. negativo
classe IV

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

B. positivo

(salmonidi o ciprinidi) quando tutti i parametri chimico-fisici rientrano negli standard di qualità previsti dal D.lgs. n.152/99

B. dubbio

quando tutti i parametri sono conformi agli standard di qualità previsti dal D.lgs. n.152/99, ma l'E.B.I. è in 3^a classe di qualità o quando almeno un parametro supera gli standard di qualità previsti dal D.lgs. n.152/99 per i salmonidi ed il settore considerato è attribuito alla zona della trota.

B. negativo

quando si riscontrano situazioni non idonee per la fauna ittica secondo il D.lgs. n. 152/99 o la classe E.B.I. è superiore alla 3^a.

3.6 Fauna ittica

3.6.1 Analisi delle popolazioni ittiche: censimento ittico

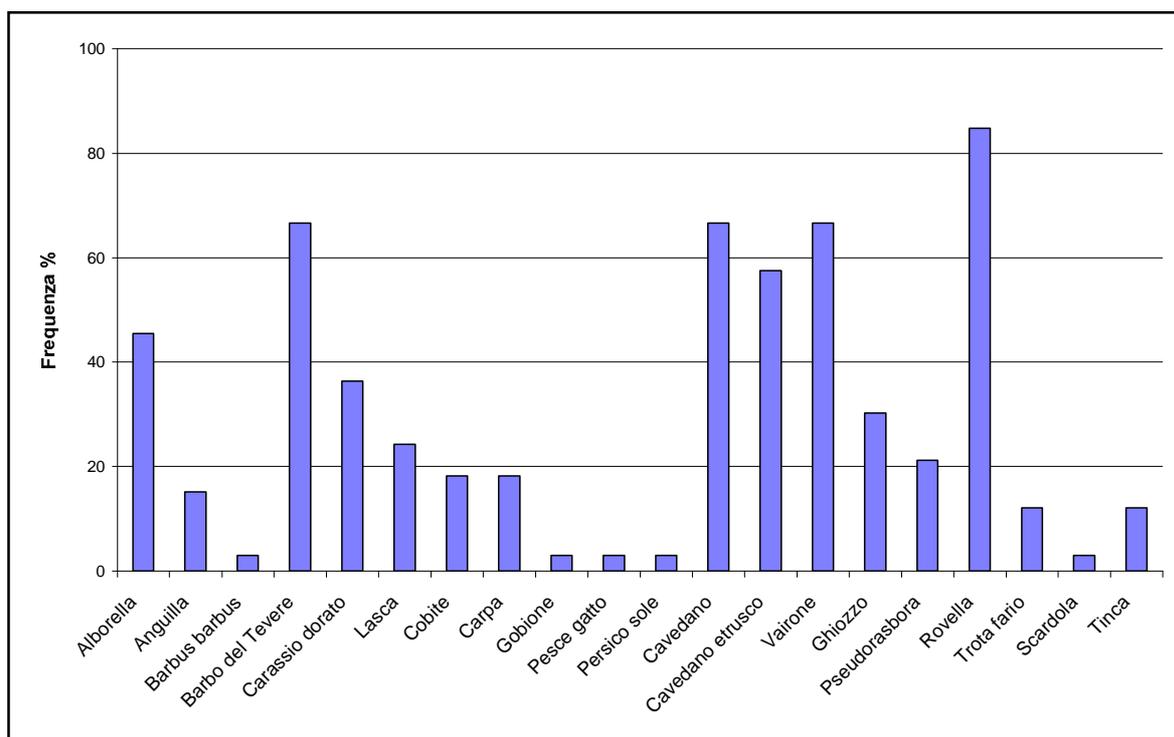
Come si può notare dalla tabella seguente, nel bacino del F.Nestore sono state censite 20 specie ittiche, di cui 10 sono introdotte e 10 indigene. Il confronto con i dati del censimento ittico del 1996 (Mearelli *et alii*, 1996) evidenzia la presenza di 3 nuove specie introdotte (barbo del Danubio, gobione, pseudorasbora), mentre non sono più state rinvenute 2 specie comunque non indigene (ghiozzetto lagunare, persico reale).

SPECIE	NOME SCIENTIFICO	PROVENIENZA	FASE 1	FASE 2	1996
Alborella	<i>Alburnus alburnus alborella</i> De Filippi	Introdotta	x	x	x
Anguilla	<i>Anguilla anguilla</i> Linnaeus	Indigena	x	x	x
Barbo del Danubio	<i>Barbus barbus</i> Linnaeus	Introdotta	x		
Barbo tiberino	<i>Barbus tyberinus</i> Bonaparte	Indigena	x	x	x
Carassio dorato	<i>Carassius auratus</i> Linnaeus	Introdotta	x	x	x
Carpa	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus	Introdotta	x	x	x
Cavedano comune	<i>Leuciscus cephalus</i> Linnaeus	Indigena	x	x	x
Cavedano etrusco	<i>Leuciscus lucumonis</i> Bianco	Indigena	x	x	x
Cobite	<i>Cobitis tenia</i> Linnaeus	Introdotta	x	x	x
Ghiozzetto lagunare	<i>Knipowitschia panizzae</i> Verga	Introdotta			x
Ghiozzo di ruscello	<i>Padogobius nigricans</i> Canestrini	Indigena	x	x	x
Gobione	<i>Gobio gobio</i> Linnaeus	Introdotta	x		
Lasca	<i>Chondrostoma genei</i> Bonaparte	Introdotta	x	x	x
Persico reale	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus	Introdotta			x
Persico sole	<i>Lepomis gibbosus</i> Linnaeus	Introdotta	x		x
Pesce gatto	<i>Ictalurus melas</i> Rafinesque	Introdotta	x		x
Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i> Schlegel	Introdotta	x	x	
Rovella	<i>Rutilus rubilio</i> Bonaparte	Indigena	x	x	x
Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> Linnaeus	Indigena	x		x
Tinca	<i>Tinca tinca</i> Linnaeus	Indigena	x	x	x
Trota fario	<i>Salmo trutta</i> Linnaeus	Indigena	x	x	x
Vairone	<i>Leuciscus souffia</i> Risso	Indigena	x	x	x

3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Nella tabella a lato e nel grafico seguente è stata riportata la diffusione di ogni specie nel bacino del F.Nestore, espressa come percentuale delle presenze sul totale delle stazioni: la specie più diffusa è risultata la rovella che è stata censita nell'82,35% delle stazioni, seguita dal barbo tiberino (76,47%), dal vairone (70,59%), dal cavedano comune (64,71%) e dal cavedano etrusco (58,82%). Tra le restanti specie alcune (alborella, carassio dorato, ghiozzo di ruscello) risultano abbastanza comuni (47,06%); frequenti sono anche l'anguilla, il cobite, la carpa e la pseudorasbora (23,53%). Specie di frequenza più rara sono la trota fario e la tinca (11,76%) unitamente al barbo del Danubio, al gobione, al pesce gatto, al persico sole ed alla scardola che sono state catturate solo nel 5,88% delle stazioni di campionamento.

SPECIE	%
Alborella	47,06
Anguilla	23,53
Barbo del Danubio	5,88
Barbo tiberino	76,47
Carassio dorato	47,06
Lasca	23,53
Cobite	23,53
Carpa	23,53
Gobione	5,88
Pesce gatto	5,88
Persico sole	5,88
Cavedano comune	64,71
Cavedano etrusco	58,82
Vairone	70,59
Ghiozzo di ruscello	47,06
Pseudorasbora	23,53
Rovella	82,35
Trota fario	11,76
Scardola	5,88
Tinca	11,76



Frequenza percentuale delle specie ittiche censite nell'area indagata

3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

3.6.2 Distribuzioni

Alborella (*Alburnus alburnus alborella* De Filippi)

Famiglia: *Cyprinidae*

Ordine: *Cypriniformes*

L'alborella è una specie introdotta in Umbria, che predilige le acque stagnanti ed i tratti di pianura e pedemontani dei corsi d'acqua a bassa velocità di corrente. Nei laghi vive spesso in branchi vicino alla superficie dell'acqua, nutrendosi prevalentemente di zooplancton. Si riproduce tra giugno ed agosto.

Rispetto alla carta ittica del 1996, la distribuzione dell'alborella risulta praticamente invariata ed interessa un'ampia porzione del bacino, pari al 47,06% delle stazioni di campionamento. La sua presenza è stata infatti rilevata nel F.Nestore (03NEST03, 03NEST04, 03NEST05), nel T.Fersinone (03FERS03, 03FERS04), nel F.so Moiano (03MOIA01), in una stazione del F.so Ierna (03IERN02) e del T.Calvana (03CALV01).



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Anguilla (*Anguilla anguilla* Linnaeus)

Famiglia: *Anguillidae*

Ordine: *Anguilliformes*

Generalmente l'anguilla è una specie facilmente adattabile a differenti condizioni ecologiche, che vive prevalentemente in zone pedemontane o di pianura nei corsi d'acqua o nei laghi, nutrendosi di girini, piccoli pesci, invertebrati acquatici.

L'anguilla è una specie catadroma che si riproduce nell'Oceano Atlantico per poi migrare nelle coste europee e nelle acque interne. In Umbria la presenza di innumerevoli sbarramenti lungo il percorso di risalita dal mare rende molto difficile la sua diffusione e le sue popolazioni devono essere necessariamente sostenute tramite sistematici ripopolamenti. Per tali motivi, pur essendo una specie autoctona, nel bacino del F. Nestore presenta una distribuzione frammentaria ed è stata rilevata in sole quattro stazioni (03MOIA01, 03FERS02, 03FERS03, 03NEST05), che rappresentano il 23,53% del totale. Anche nella carta ittica del 1996 la presenza dell'anguilla appare discontinua ed interessava il F.so Moiano, il F.so Anguillara e due stazioni del F. Nestore.



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Barbo del Danubio (*Barbus barbus* Linnaeus)

Famiglia: *Cyprinidae*

Ordine: *Cypriniformes*

Il barbo del Danubio è una specie gregaria che predilige acque correnti e ben ossigenate. Si riproduce da maggio a luglio e si nutre di piccoli invertebrati e larve di insetti, che ricerca sul fondo. In Italia il barbo del Danubio è una specie alloctona; il suo areale di distribuzione originario comprende parte della Francia, dell'Inghilterra e dell'Europa orientale.

Nel bacino del F.Nestore è specie di recente introduzione, infatti durante il censimento ittico del 1996 non ne era stata accertata la presenza; attualmente è diffuso unicamente nel tratto più a valle del F.Nestore (03NEST05), che rappresenta il 5,88% del totale delle stazioni di campionamento.



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Barbo tiberino (*Barbus tyberinus* Bonaparte)

Famiglia: *Cyprinidae*

Ordine: *Cypriniformes*

Il barbo tiberino è una specie autoctona che predilige i tratti fluviali pedemontani, con moderata velocità di corrente e fondali ghiaiosi. Si nutre prevalentemente di invertebrati acquatici e si riproduce da aprile a giugno, depositando le uova sotto i sassi. Il barbo tiberino è molto sensibile al degrado ambientale; nel bacino del F. Nestore risulta comunque una delle specie più diffuse (76,47%), in quanto presente in tutti i corsi d'acqua ad eccezione del F.so Moiano (03MOIA01) e del F.so Anguillara (03ANGU01); la sua distribuzione, rispetto al 1996, rimane pressochè invariata.

BARBO TIBERINO



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Carassio dorato (*Carassius auratus* Linnaeus)

Famiglia: *Cyprinidae*

Ordine: *Cypriniformes*

Il carassio dorato è una specie alloctona, introdotta in Europa dall'Asia orientale nel XVII secolo, che presenta molte varietà cromatiche selezionate dall'uomo per scopi ornamentali (pesce rosso), ma che, una volta in libertà, riacquista dopo poche generazioni la colorazione bruna con riflessi bronzii o argentati tipica delle forme selvatiche. Il carassio dorato predilige acque a corso lento o stagnanti con abbondante vegetazione acquatica, è molto resistente e si adatta a vivere in diverse condizioni ambientali. Si nutre prevalentemente di larve di insetti, lombrichi e vegetali e si riproduce da maggio a luglio, depositando le uova sulle piante acquatiche.

Il carassio dorato risulta una specie in espansione e, rispetto al censimento del 1996, presenta una distribuzione più estesa e continua (47,06%) che interessa il F.so Moiano (03MOIA01), il F.so Anguillara (03ANGU01), il T. Calvana (03CALV01, 03CALV02), il F.so Ierna (03IERN02) ed il tratto centrale e terminale del F. Nestore (03NEST03, 03NEST04, 03NEST05).



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Carpa (*Cyprinus carpio* Linnaeus)
Famiglia: *Cyprinidae*
Ordine: *Cypriniformes*

La carpa è una specie che in Italia fu introdotta, probabilmente dall'Asia orientale, in epoca romana e che risulta oggi ampiamente diffusa nei corsi d'acqua di pianura e nelle acque stagnanti. Vive soprattutto in acque profonde, nutrendosi di larve di insetti, molluschi e anche vegetali che preleva dal fondo. Si riproduce da maggio a luglio depositando le uova sulle piante acquatiche. Rispetto al censimento del 1996, la diffusione della carpa appare in espansione, pur risultando attualmente presente solamente in due corsi d'acqua: il F.so Anguillara (03ANGU01) e in parte del F.Nestore (03NEST03, 03NEST04, 03NEST05), che rappresentano il 23,53% delle stazioni campionate.



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Cavedano (*Leuciscus cephalus* Linnaeus)

Famiglia: *Cyprinidae*

Ordine: *Cypriniformes*

Il cavedano è una specie autoctona, ampiamente diffusa in tutta Italia e altamente adattabile, che predilige le acque correnti delle aree pedemontane e pianeggianti; spesso è presente anche nei laghi. Negli stadi giovanili tende a vivere in piccoli gruppi per poi divenire solitario da adulto. Si nutre di piccoli crostacei, larve di insetti, ma anche di pesci e girini; si riproduce da aprile a giugno depositando le uova su pietre o sulla vegetazione.

Nel bacino del F.Nestore il cavedano è ampiamente diffuso (64,71%); la sua presenza interessa quasi tutti i corsi d'acqua indagati, ad eccezione del F.so Anguillara (03ANGU01), del F.so Serpolla (03SERP01) e del T.Faena (03FAEN01). Rispetto alla carta ittica del 1996 la sua distribuzione rimane praticamente invariata, sebbene ne fosse stata accertata la presenza anche nel F.so Anguillara.



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Cavedano etrusco (*Leuciscus lucumonis* Bianco)

Famiglia: Cyprinidae

Ordine: Cypriniformes

Il cavedano etrusco è una specie endemica dei corsi d'acqua dell'Italia centrale che vive in simpatria con il cavedano comune, con il quale è stato lungamente confuso dal punto di vista sistematico. Predilige corsi d'acqua poco profondi con fondali ghiaiosi o sabbiosi e con moderata velocità di corrente.

Nel bacino del F.Nestore è abbastanza diffuso (58,82%) e, rispetto al 1996, appare in discreta espansione; si localizza di preferenza nella parte più a monte del bacino (03NEST01, 03NEST02, 03NEST03, 03FERS01, 03FERS02, 03FERS03, 03IERN02, 03SERP01), anche se è risultato presente anche nelle stazioni più a valle del T.Calvana (03CALV02) e del F.Nestore (03NEST05).



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Cobite (*Cobitis taenia* Linnaeus)

Famiglia: *Cobitidae*

Ordine: *Cypriniformes*

Il cobite è una specie comune in Umbria, che vive in zone pianeggianti o collinari; predilige acque limpide e poco profonde con fondale sabbioso o soprattutto melmoso, da cui ricava anche il cibo costituito principalmente da larve di insetti, piccoli invertebrati e vegetali. Si riproduce tra aprile e luglio, depositando le uova tra la vegetazione o sulle pietre delle rive.

La diffusione del cobite nel bacino del F.Nestore non è molto ampia (23,53%) ed interessa il F.so Moiano (03MOIA01) e la parte più a valle del F.Nestore (03NEST04, 03NEST05) e del T.Fersinone (03FERS04). Rispetto alla carta ittica del 1996 la sua distribuzione non ha subito profonde variazioni, sebbene ne fosse stata accertata la presenza anche nel F.so Anguillara e risultasse invece assente nel tratto terminale del F.Nestore.

COBITE



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Ghiozzo di ruscello (*Padogobius nigricans* Canestrini)

Famiglia: *Gobiidae*

Ordine: *Perciformes*

Il ghiozzo di ruscello è una specie autoctona, endemica dell'Italia centrale, che vive sui fondali ghiaiosi e ciottolosi di corsi d'acqua a corrente moderata. Si nutre prevalentemente di larve di insetti, crostacei, molluschi e gasteropodi e si riproduce da maggio a giugno, depositando le uova sotto le pietre. Il ghiozzo presenta una discreta sensibilità all'inquinamento ed alla carenza di ossigeno; la sua distribuzione è quindi spesso condizionata dalla qualità delle acque.

Rispetto alla carta ittica del 1996, in cui ne era stata accertata la presenza solo nel F.so lerna e nella stazione più a monte del F.Nestore (03NEST01), si riscontra un aumento della sua diffusione (47,06%): infatti, oltre ai tratti sopra citati, attualmente è distribuito anche nel T.Fersinone (03FERS03, 03FERS04), nel T.Calvana (03CALV02) ed in un ulteriore tratto del F.Nestore (03NEST02, 03NEST03).



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Gobione (*Gobio gobio* Linnaeus)

Famiglia: *Cyprinidae*

Ordine: *Cypriniformes*

Il gobione è una specie introdotta in Umbria; il suo areale originario si estende infatti solo in alcuni fiumi dell'Italia settentrionale (Po, Adige, Isonzo), in cui predilige le zone di pianura. Il gobione è un pesce bentonico che si riproduce da maggio a giugno, deponendo le uova tra i massi e la vegetazione; si nutre prevalentemente di molluschi, larve di insetti, piccoli crostacei che preleva dal fondo. Rispetto alla carta ittica del 1996, in cui era risultato assente, la diffusione del gobione nel bacino del F. Nestore è in espansione, anche se attualmente occupa un areale minimo (5,88%), che interessa la sola stazione più a valle del F. Nestore (03NEST05).



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Lasca (*Chondrostoma genei* Bonaparte)

Famiglia: *Cyprinidae*

Ordine: *Cypriniformes*

La lasca è una specie alloctona in Umbria, diffusa in origine nei corsi d'acqua di pianura e collinari dell'Italia settentrionale e del versante adriatico centrale; il suo habitat è costituito dalle acque correnti, anche veloci, dei settori fluviali pedemontani, in cui vive formando branchi. Si nutre, raschiando il fondo con la bocca, di organismi vegetali ed animali e si riproduce da marzo a maggio, depositando le uova sui fondali ciottolosi o ghiaiosi.

La sua diffusione, rispetto alla carta ittica del 1996, risulta leggermente aumentata (23,53%), pur rimanendo circoscritta al T.Fersinone (03FERS02, 03FERS03, 03FERS04) ed alla stazione più a valle del F.Nestore (03NEST05).



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Persico sole (*Lepomis gibbosus* Linnaeus)

Famiglia: *Centrarchidae*

Ordine: *Perciformes*

Il persico sole è una specie alloctona in Italia, essendo originaria dell'America nord-occidentale; per le sue buone capacità di adattamento, per la predazione che esercita sugli stadi giovanili di altre specie, per la prolificità e per le cure parentali che elargisce alla propria prole, può avere un impatto negativo sulle comunità ittiche indigene con cui interagisce nei luoghi in cui viene introdotta. Il persico sole predilige acque a lento scorrimento o stagnanti con abbondante vegetazione; ha una alimentazione carnivora, che spesso comprende uova o avannotti di altri pesci. Si riproduce da maggio a luglio e la femmina deposita le uova in una buca scavata precedentemente dal maschio. Così come nel 1996, nel bacino del F.Nestore questa specie è di diffusione estremamente limitata (5,88%), risultando presente in un'unica stazione del F.Nestore (03NEST05).



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Pesce gatto (*Ictalurus melas* Rafinesque)

Famiglia: *Ictaluridae*

Ordine: *Siluriformes*

Il pesce gatto è una specie introdotta in Italia; è originaria, infatti, dell'America settentrionale dove vive nei corsi d'acqua a lento corso o nelle acque stagnanti con abbondante vegetazione. E' un predatore notturno che si nutre di invertebrati, di uova o avannotti di altri pesci; si riproduce da marzo a luglio deponendo le uova in un incavo naturale o in buche scavate sul fondo.

Nella carta ittica del 1996 il pesce gatto, pur presentando una distribuzione limitata, appariva localmente abbondante tanto da essere la specie dominante in un tratto del F.Nestore (località Mercatello); attualmente la specie è in regressione e la sua diffusione appare estremamente diminuita (5,88%) e localizzata al settore più a valle del F.Nestore (03NEST05), dove peraltro è assai rara.



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Pseudorasbora (*Pseudorasbora parva* Schlegel)

Famiglia: *Cyprinidae*

Ordine: *Cypriniformes*

La pseudorasbora è una specie alloctona in Italia, essa è infatti originaria dell'Asia orientale, dove vive di preferenza nelle acque a lento corso con fondali argillosi o limosi; si nutre prevalentemente di crostacei planctonici e di larve di ditteri, in particolare chironomidi.

La diffusione della pseudorasbora appare in netta espansione: assente nel censimento del 1996, attualmente è presente nel 23,53% delle stazioni ed interessa un ampio tratto del F.Nestore (03NEST02, 03NEST04, 03NEST05), con popolazioni localmente anche molto abbondanti.



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Rovella (*Rutilus rubilio* Bonaparte)

Famiglia: *Cyprinidae*

Ordine: *Cypriniformes*

La rovella è una specie indigena del bacino del F.Tevere; il suo habitat è costituito dalle acque ferme o a corrente moderata, con rive ricche di vegetazione tra la quale si riproduce da aprile a giugno. Vive in branchi numerosi, nutrendosi di larve di insetti, piccoli crostacei, vegetali. La rovella è una specie tipica delle zone pianeggianti e collinari, sensibile al degrado della qualità delle acque. Nel bacino del F.Nestore è una delle specie più diffuse (82,35%), essendo presente nella maggior parte dei corsi d'acqua, ad eccezione del F.so Anguillara (03ANGU01), del T.Faena (03FAEN01) e della stazione più a monte del T.Calvana (03CALV01). Rispetto al 1996 la distribuzione di questa specie presenta maggiore continuità e consistenza, probabilmente risentendo positivamente del generale miglioramento ambientale dei corsi d'acqua del bacino.



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Scardola (*Scardinius erythrophthalmus* Linnaeus)

Famiglia: *Cyprinidae*

Ordine: *Cypriniformes*

La scardola è una specie autoctona in Italia, diffusa nelle acque stagnanti o a corrente moderata ricche di vegetazione di tutta Europa, ad eccezione della Penisola Iberica e delle Isole Italiane. Vive in branchi vicino alla superficie dell'acqua ed alle rive, nutrendosi di vegetali, invertebrati e piccoli pesci. Si riproduce da aprile a luglio, depositando le uova tra la vegetazione.

Così come nel 1996, la distribuzione della scardola nel bacino del F. Nestore è estremamente limitata (5,88%) ed interessa la sola stazione più a valle del F. Nestore (03NEST05).



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Tinca (*Tinca tinca* Linnaeus)

Famiglia: *Cyprinidae*

Ordine: *Cypriniformes*

La tinca è una specie autoctona, diffusa nelle zone di pianura con acque poco profonde, stagnanti o a lento corso di tutta Europa. La tinca è un pesce bentonico, prevalentemente notturno, che ama vivere tra la vegetazione ed i fondali melmosi in cui trova il nutrimento (anellidi, insetti, molluschi e vegetali) e in cui si riproduce tra maggio e luglio.

Rispetto al censimento del 1996, la diffusione della tinca appare meno ampia (11,76%) e limitata a due settori contigui del F.so Ierna (03IERN02) e del F.so Nestore (03NEST03).



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Trota fario (*Salmo trutta* Linnaeus)

Famiglia: *Salmonidae*

Ordine: *Salmoniformes*

La trota fario è una specie autoctona che vive in acque fresche, ben ossigenate, limpide, caratterizzate da corrente rapida e da fondo roccioso, sassoso o ghiaioso. Si riproduce durante l'inverno e si nutre di insetti, crostacei ed anche piccoli pesci.

La trota fario è specie tipica delle zone montane o pedemontane; nel bacino del F.Nestore la sua diffusione appare leggermente regredita rispetto al 1996 e molto limitata (11,76%), interessando il F.so Serpolla (03SERP01) e la stazione più a monte del T.Fersinone (03FERS01).



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Vairone (*Leuciscus souffia* Risso)

Famiglia: *Cyprinidae*

Ordine: *Cypriniformes*

Il vairone è una specie autoctona che vive nei tratti pedemontani dei corsi d'acqua, prediligendo le acque fresche e ben ossigenate con fondali ghiaiosi. Vive in branchi preferibilmente vicino al fondo, nutrendosi di invertebrati bentonici, ma talvolta cattura anche insetti sulla superficie dell'acqua. Si riproduce tra maggio ed agosto, deponendo le uova sul fondo.

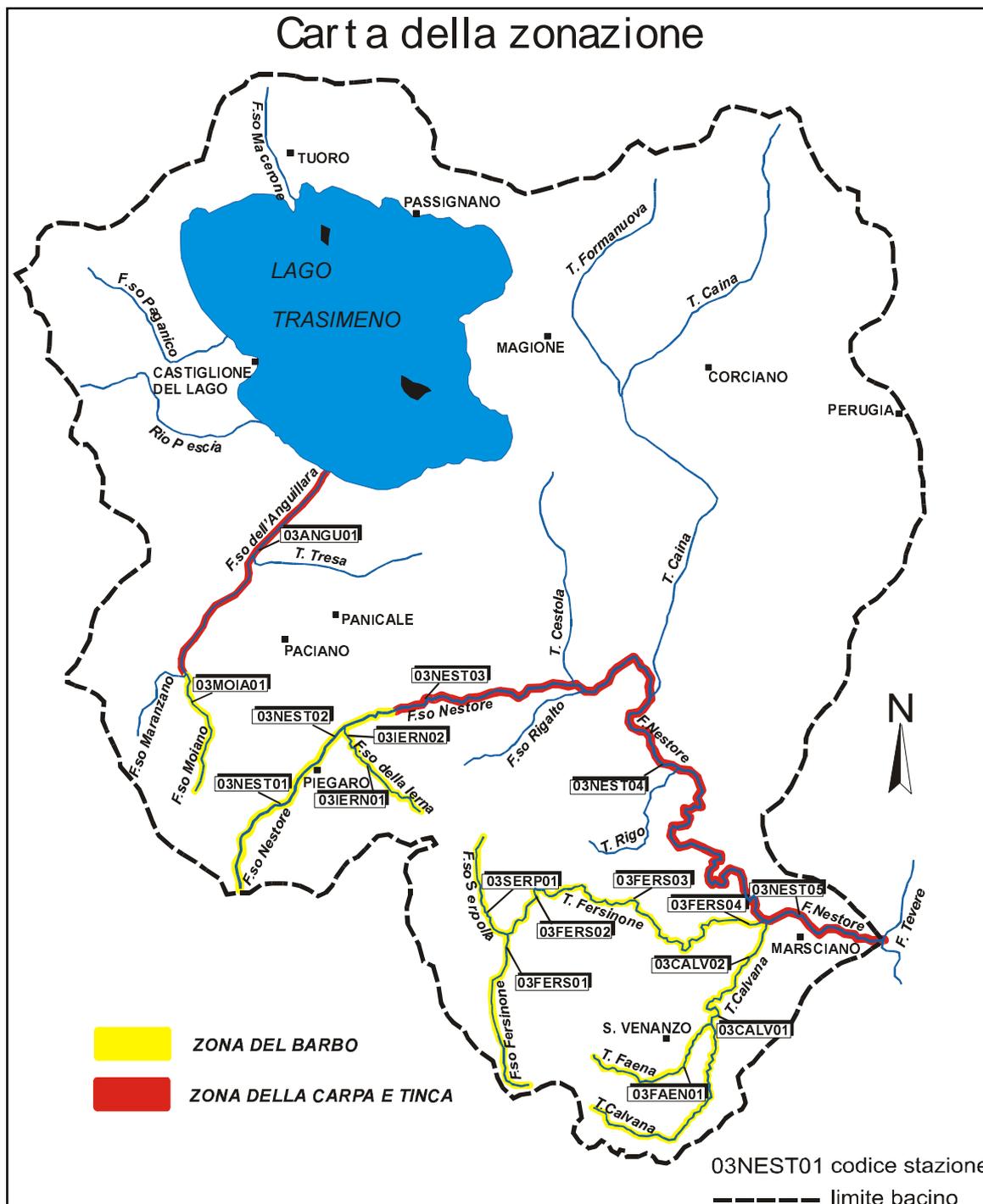
Rispetto al censimento del 1996, la distribuzione del vairone rimane praticamente invariata; è una delle specie più diffuse (70,59%) e la sua presenza interessa tutte le stazioni più a monte dei corsi d'acqua del bacino.



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

3.6.3 Zonazione

Sulla base del censimento ittico e del bilancio ambientale, ogni tratto campionato è stato attribuito ad una determinata zona ittica. Nella figura seguente, attraverso l'uso di differenti colori, sono state rappresentate le zone ittiche di riferimento e la loro relativa distribuzione all'interno del bacino.



Il bacino del F.Nestore è caratterizzato da corsi d'acqua che scorrono in territori pedemontani o pianeggianti e la cui la velocità dell'acqua non è, pertanto, mai molto elevata: le comunità ittiche sono quindi composte prevalentemente da ciprinidi. Tale situazione è confermata dai risultati della zonazione: nel bacino del F.Nestore sono infatti assenti i tratti fluviali appartenenti alla regione salmonicola (zona superiore e zona inferiore della trota). La maggior parte (76,5%) delle stazioni di campionamento appartiene alla zona del barbo, che è caratterizzata da acque abbastanza veloci ed

3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

ossigenate e da una comunità ittica con ciprinidi reofili dominanti. Le stazioni rimanenti (23,5%) sono attribuibili alla zona della carpa e della tinca, zona caratterizzata da acque più lente e povere di ossigeno e da una comunità dominata da ciprinidi limnofili associati ai predatori. Il legame tra gradiente longitudinale e comunità ittiche risulta evidente nell'asta principale del F.Nestore: in tale corso d'acqua, infatti, il tratto più a monte (03NEST01, 03NEST02) presenta una fauna appartenente alla zona del barbo che viene sostituita più a valle da specie attribuibili alla zona della carpa e della tinca (03NEST03, 03NEST04, 03NEST05). Oltre al F.Nestore risulta appartenente a quest'ultima zona anche il F.so Anguillara (03ANGU01).

Rispetto alla carta ittica del 1996 (Mearelli *et alii*, 1996) la zonazione del bacino del F.Nestore rimane in massima parte invariata: solamente il F.so Moiano infatti, che attualmente è stato classificato come appartenente alla zona del barbo, presentava in passato condizioni attribuibili alla zona della carpa e della tinca.



Stazione di campionamento sul F.Nestore a Mercatello

Foto: Dolciami

3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

3.6.4 Indici di comunità

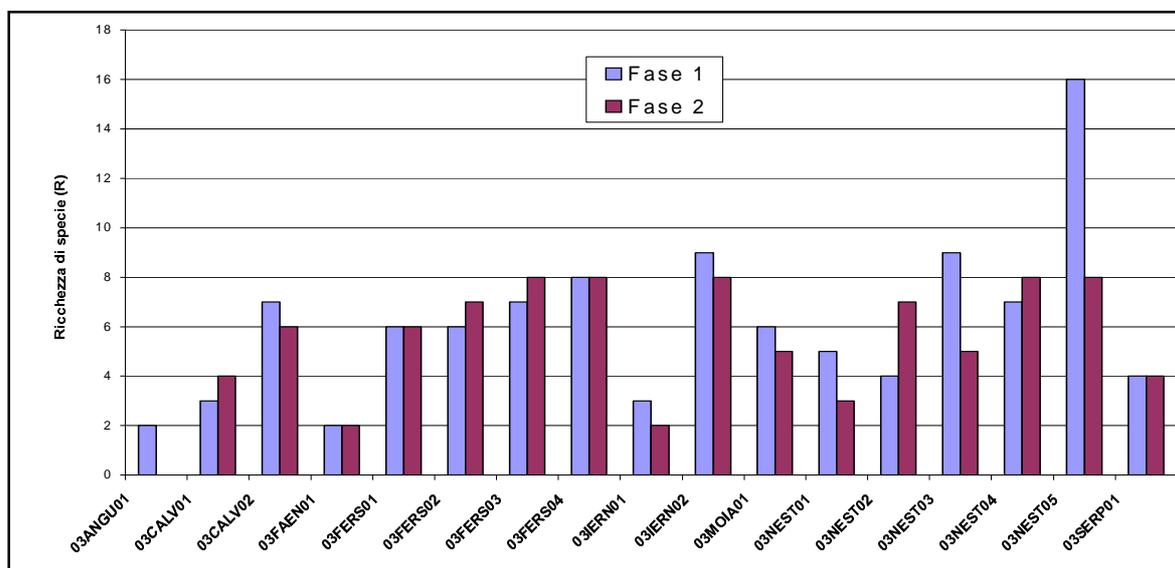
Indice di ricchezza di specie (richness)

L'indice di ricchezza di specie misura il numero di specie presenti in una comunità.

L'analisi statistica del campione è stata distinta per fase di campionamento: nella fase 1 i valori oscillano tra un massimo di 16 specie (03NEST05) ed un minimo di 2 specie con una media di 6,12; nella fase 2 il campione presenta un valore massimo di 8 specie ed un minimo di 2 specie con una media di 5,63.

L'istogramma seguente mostra i valori dell'indice di richness di ogni stazione distinti per fase di campionamento. Come si può notare dal grafico, la comunità ittica dei corsi d'acqua del bacino si presenta abbastanza articolata e mai monospecifica. La ricchezza di specie aumenta, inoltre, da monte a valle secondo un gradiente longitudinale, il valore maggiore (16 specie) risulta infatti nel tratto finale del F.Nestore (03NEST05); in tale settore è anche evidente una elevata differenza tra le due fasi: nella fase 1 sono state infatti rilevate il doppio delle specie presenti nella fase 2.

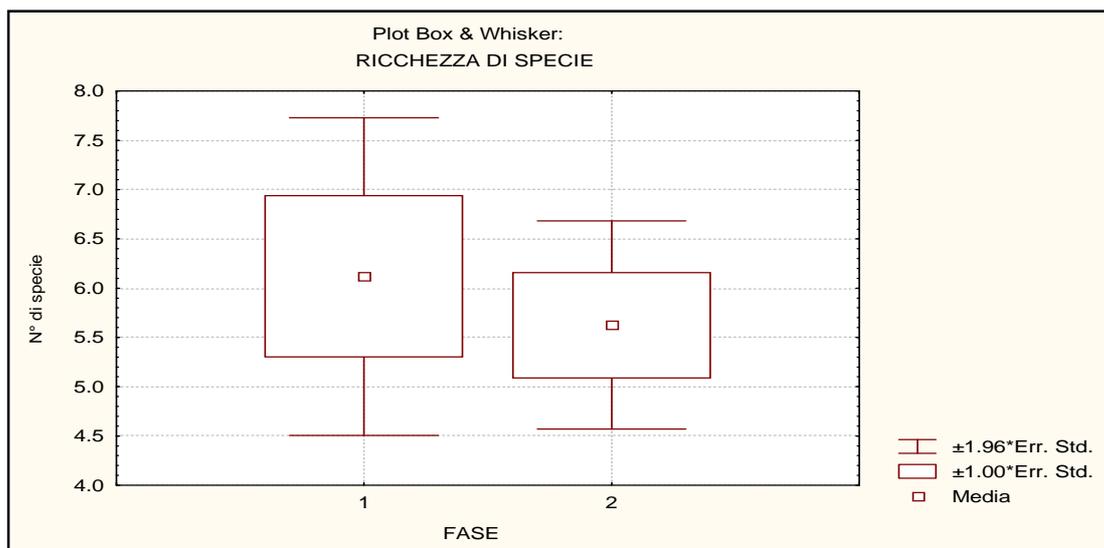
	Fase 1	Fase 2
Numero Valori	17	16
Media	6,12	5,63
Minimo	2,00	2,00
Massimo	16,00	8,00
Deviazione Standard	3,39	2,16



Misurazione dei parametri ittici sul T.Fersinone

Foto:Dolciami

3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA



t-test	valore t	gdl	p
RICHNESS	0,495	31	0,624

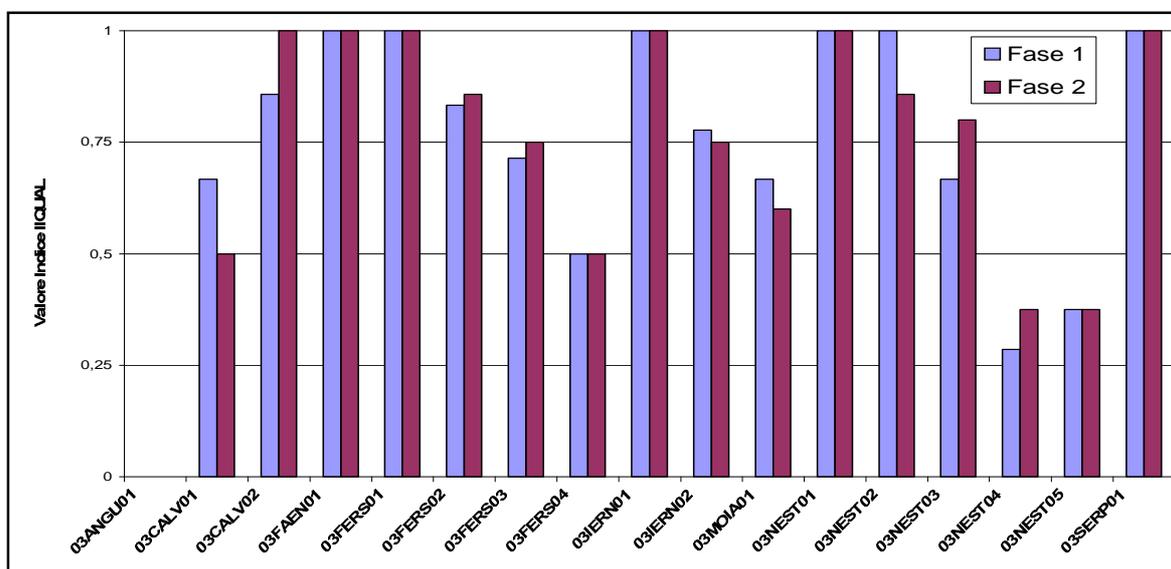
Analizzando i risultati del t-test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative ($p=0,624$).

Indice di integrità qualitativa

L'indice di integrità qualitativa esprime il grado di alterazione delle comunità ittiche attraverso il rapporto tra il numero delle specie autoctone ed il totale delle specie presenti.

L'analisi statistica del campione è stata distinta per fase di campionamento: nella fase 1 i valori oscillano tra un massimo di 1,00 ed un minimo di 0,00 (03ANGU01) con una media di 0,73; nella fase 2 il campione presenta un valore massimo

	Fase 1	Fase 2
Numero Valori	17	16
Media	0,73	0,77
Minimo	0,00	0,38
Massimo	1,00	1,00
Deviazione Standard	0,29	0,23

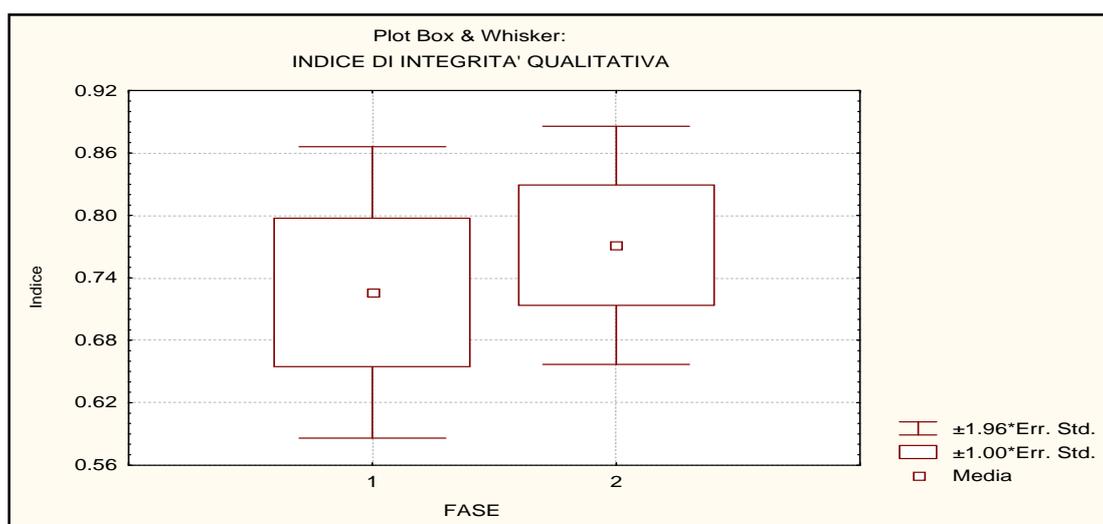


3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

di 1,00 ed un minimo di 0,38 con una media di 0,77.

L'istogramma seguente mostra i dati dell'indice di integrità qualitativo di ogni stazione distinti per fase di campionamento. Dal grafico si può notare che solamente cinque stazioni (03FAEN01, 03FERS01, 03IERN01, 03NEST01, 03SERP01) presentano, in entrambe le fasi di campionamento, condizioni di massima integrità qualitativa (IIQUAL=1,00). In due stazioni il valore dell'IIQUAL è pari ad 1,00 in una fase di campionamento (03CALV02, fase 2; 03NEST02, fase 1) mentre è leggermente inferiore nell'altra fase. La condizione peggiore (IIQUAL=0,00) è stata riscontrata nel F.so Anguillara in cui tutte le specie censite sono risultate non autoctone.

Analizzando i risultati del t-test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative ($p=0,63$).



t-test	valore t	gdl	p
IIQUAL	0,487	31	0,63

Indice di diversità (Shannon)

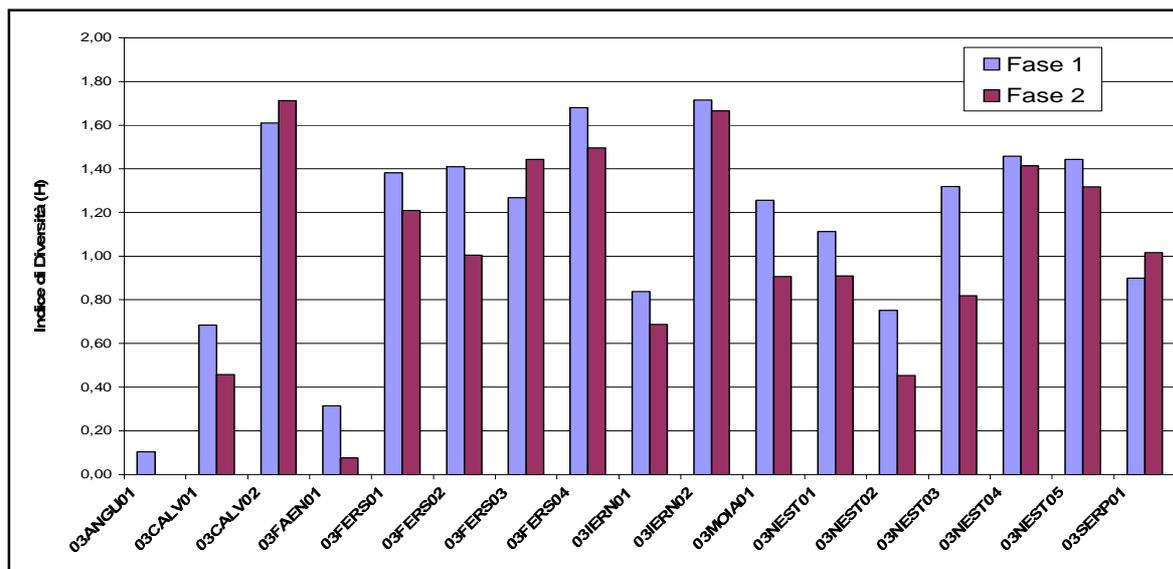
L'indice di diversità prende in considerazione il numero delle specie presenti e le loro abbondanze relative: la diversità è maggiore tanto più il valore dell'indice si allontana da zero.

L'analisi statistica del campione è stata distinta per fase di campionamento: nella fase 1 i valori oscillano tra un massimo di 1,72 (03IERN02) ed un minimo di 0,10 (03ANGU01), con una media di 1,13; nella fase 2 il campione presenta un valore massimo di 1,71 (03CALV02) ed un minimo di 0,08 (03FAEN01), con una media di 1,04.

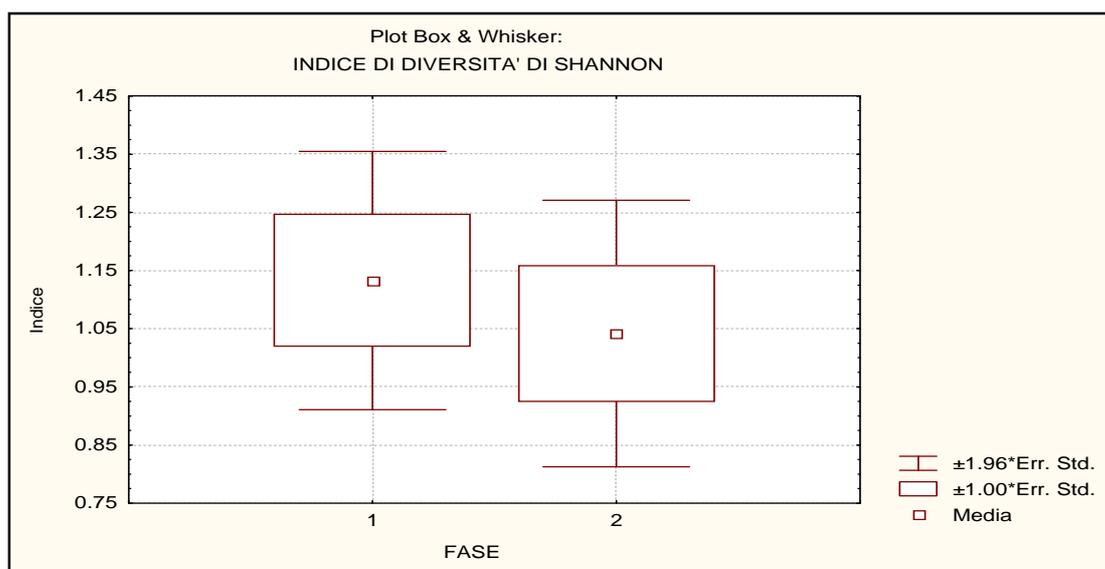
	Fase 1	Fase 2
Numero Valori	17	16
Media	1,13	1,04
Minimo	0,10	0,08
Massimo	1,72	1,71
Deviazione Standard	0,47	0,47

L'istogramma seguente mostra i dati dell'indice di diversità di ogni stazione distinti per fase di campionamento. Dal grafico si può notare che la maggior parte dei corsi d'acqua presenta una discreta diversità di specie che aumenta secondo un gradiente longitudinale da monte a valle (03CALV02, 03FERS04, 03IERN02, 03NEST04). Le condizioni di minore biodiversità sono state riscontrate nel F.so Anguillara (03ANGU01), dovute alla netta prevalenza del carassio sulla carpa (uniche specie rilevate) e nel T.Faena (03FAEN01) in cui si può anche notare una discreta differenza dei valori nelle due fasi di campionamento.

3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA



Analizzando i risultati del t-test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative ($p=0,58$).



t-test	valore t	gdl	p
SHANNON	0,559	31	0,58

Indice di dominanza (Simpson)

L'indice di dominanza esprime la prevalenza numerica di poche specie sulle altre che compongono la comunità: valori elevati evidenziano quindi una ripartizione non equa delle risorse.

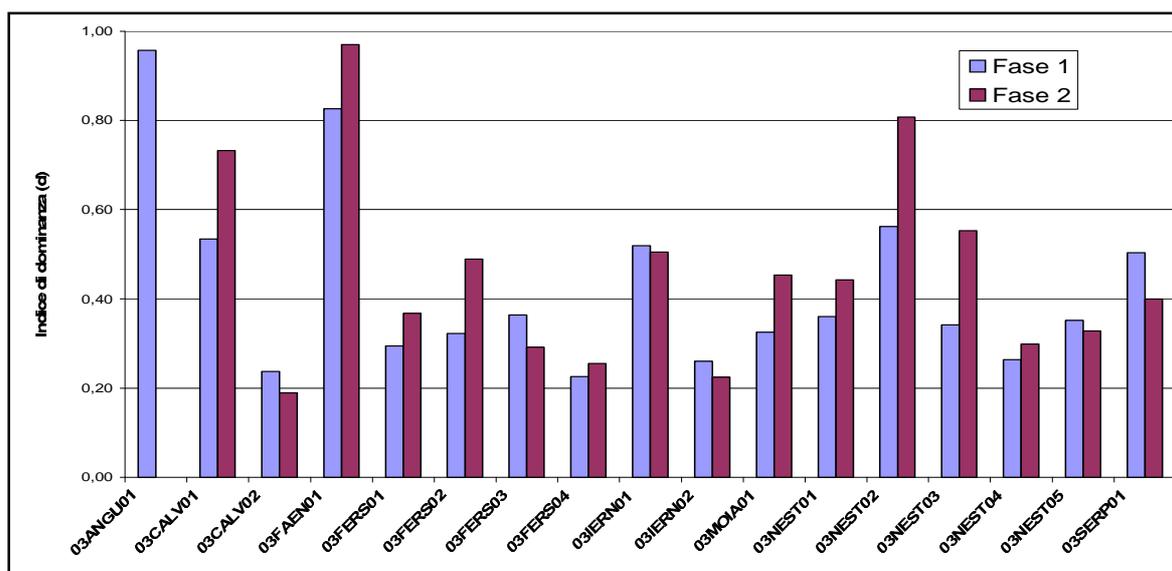
L'analisi statistica del campione è stata distinta per fase di campionamento: nella fase 1 i valori oscillano tra un massimo di 0,96 (03ANGU01) ed un minimo di 0,23 (03FERS04), con una media di 0,43; nella fase 2 il campione presenta un valore massimo di 0,97 (03FAEN01) ed un minimo di 0,19

3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

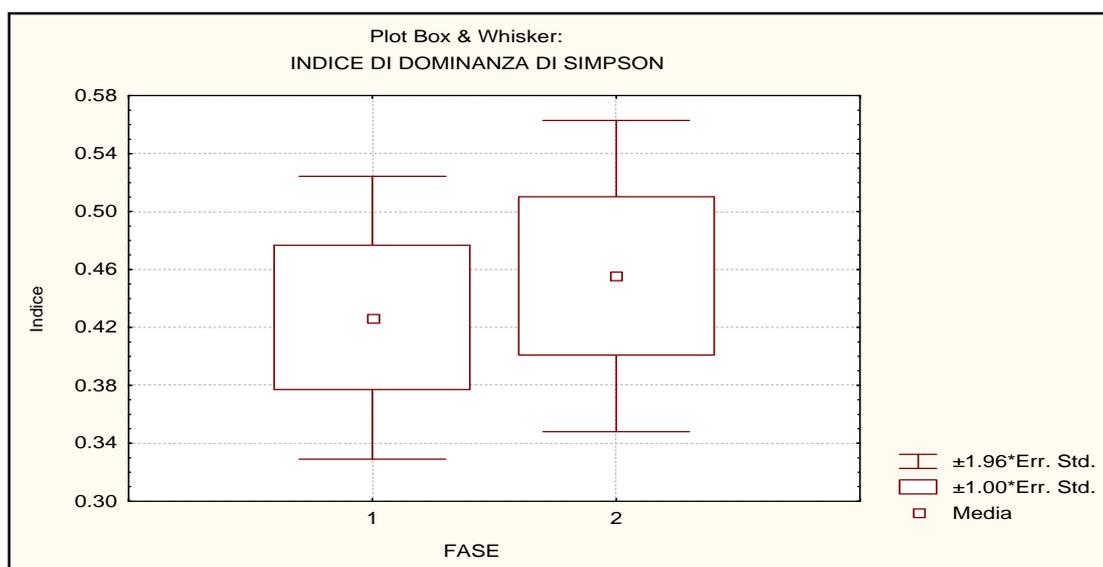
(03CALV02), con una media di 0,46.

L'istogramma seguente mostra i valori dell'indice di dominanza di ogni stazione distinti per fase di campionamento. Sebbene le medie nelle due fasi non siano molto alte, alcune stazioni presentano valori elevati soprattutto nella seconda fase (03FAEN01, 03NEST02, 03CALV01). Un'alta dominanza (0,96) si riscontra anche nel F.so Anguillara (03ANGU01), in cui il campionamento è stato effettuato solo nella fase 1. Le altre stazioni presentano valori minori ed un andamento più omogeneo tra le fasi; la minore dominanza si riscontra nella stazione più a valle del T.Calvana (03CALV02).

	Fase 1	Fase 2
Numero Valori	17	16
Media	0,43	0,46
Minimo	0,23	0,19
Massimo	0,96	0,97
Deviazione Standard	0,21	0,22



Analizzando i risultati del t-test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative ($p=0,699$).



t-test	valore t	gdl	p
SIMPSON	-0,390	31	0,699

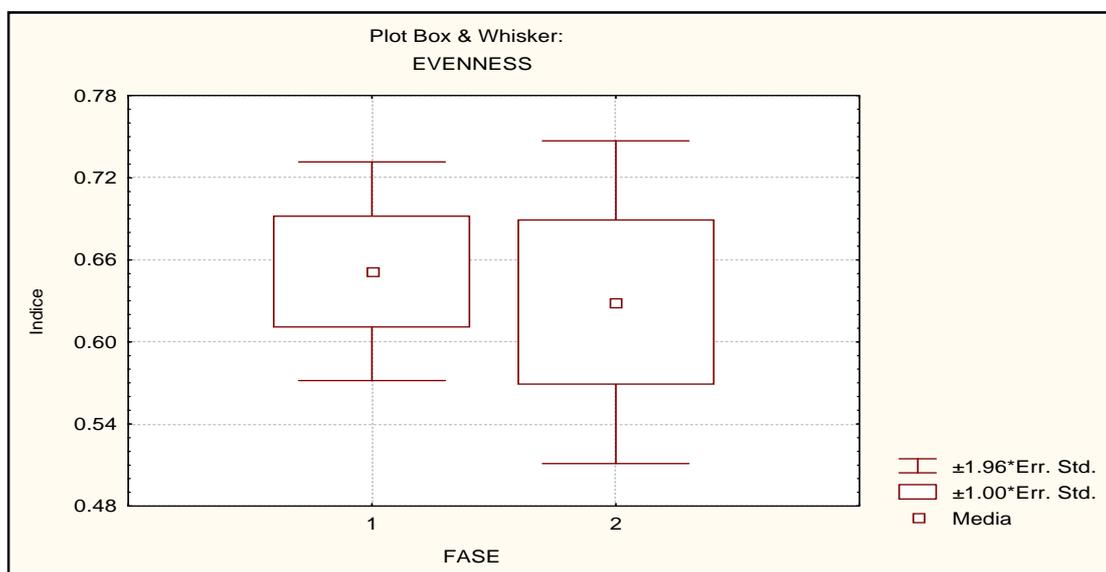
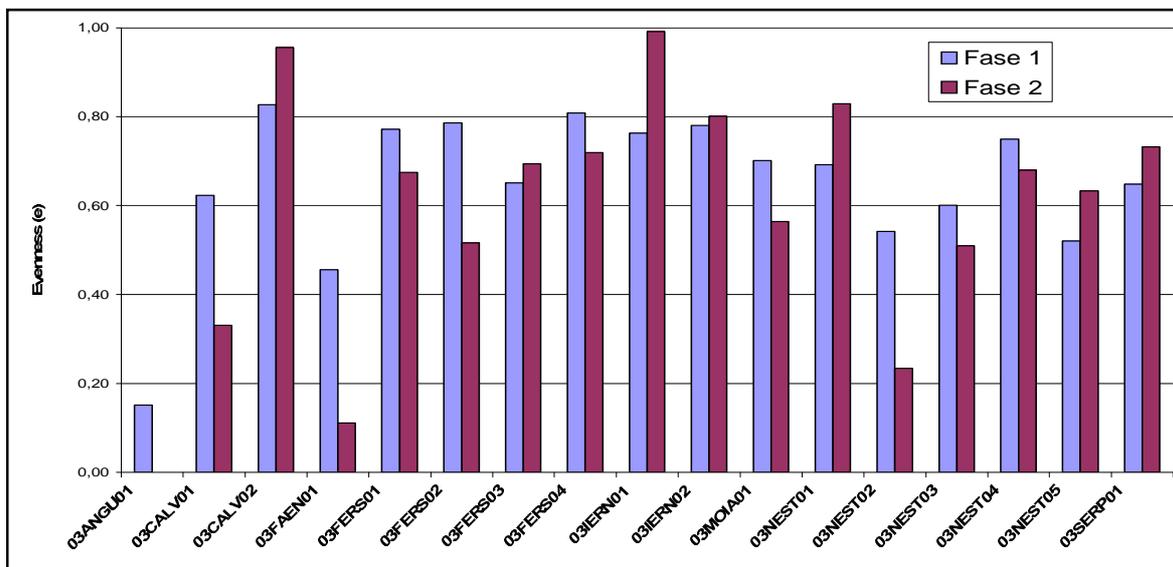
3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Indice di evenness

L'indice di evenness esprime la distribuzione delle abbondanze degli individui all'interno delle specie presenti in una comunità: assume quindi un valore minimo se una specie predomina su tutte le altre e massimo se le specie presentano equiripartizione delle abbondanze. L'analisi statistica del campione è stata distinta per fase di campionamento: nella fase 1 i valori oscillano tra un massimo di 0,83 (03CALV02) ed un minimo di 0,15 (03ANGU01), con una media di 0,65; nella fase 2 il campione presenta un valore massimo di 0,99 (03IERN01) ed un minimo di 0,11 (03FAEN01), con una media di 0,63.

	Fase 1	Fase 2
Numero Valori	17	16
Media	0,65	0,63
Minimo	0,15	0,11
Massimo	0,83	0,99
Deviazione Standard	0,17	0,24

L'istogramma seguente mostra i dati dell'indice di evenness di ogni stazione distinti per fase di campionamento. In generale si rileva una discreta omogeneità del campione ad eccezione del F.so Anguillara (03ANGU01), in cui l'indice è particolarmente basso. Si nota anche un modesta differenza dei valori tra le due fasi, ad eccezione di alcune stazioni (03CALV01, 03FAEN01, 03NEST02) in cui l'equiripartizione risulta molto più elevata nella fase 1.



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

Analizzando i risultati del t-test ed il diagramma Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative ($p=0,755$).

t-test	valore t	gdl	p
EVENNESS	0,315	31	0,755

Densità e standing crop

I valori di densità oscillano tra un massimo di 3,98 ind/m² (03NEST05) ed un minimo di 0,06 ind/m² (03ANGU01), con una media di 0,88 ind/m². Il campione presenta una modesta variabilità, con una deviazione standard pari a 0,77.

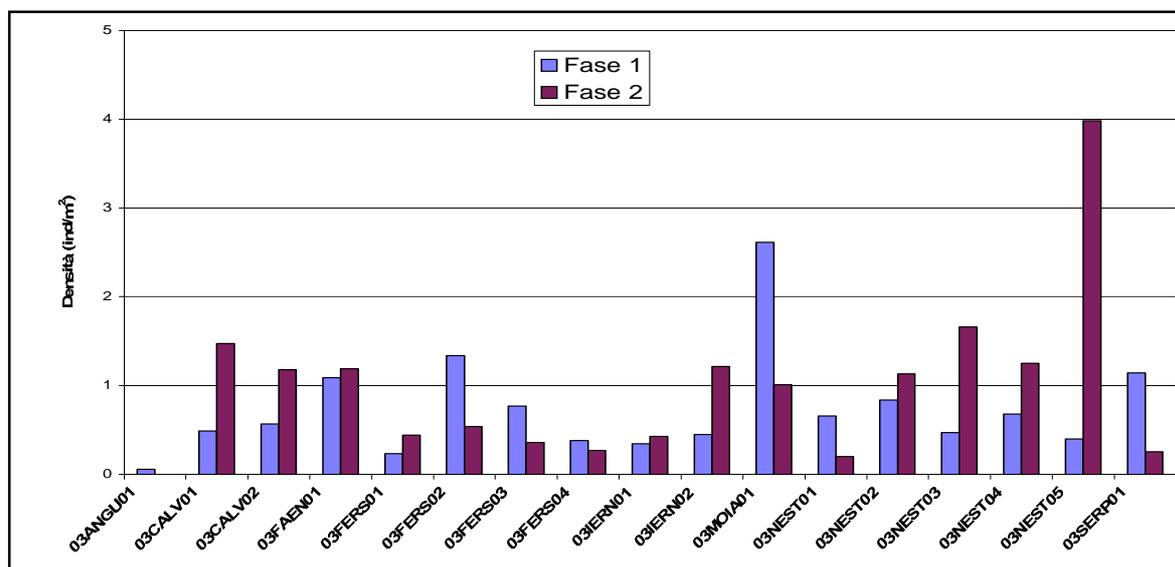
Lo standing crop presenta dei valori che oscillano tra un massimo di 41,87 g/m² ed un minimo di 1,29 g/m², con un valore medio di 12,96 g/m². La variabilità del campione è elevata, con una deviazione standard pari a 11,50.

Densità	ind/m ²
Numero Valori	33
Media	0,88
Minimo	0,06
Massimo	3,98
Deviazione Standard	0,77

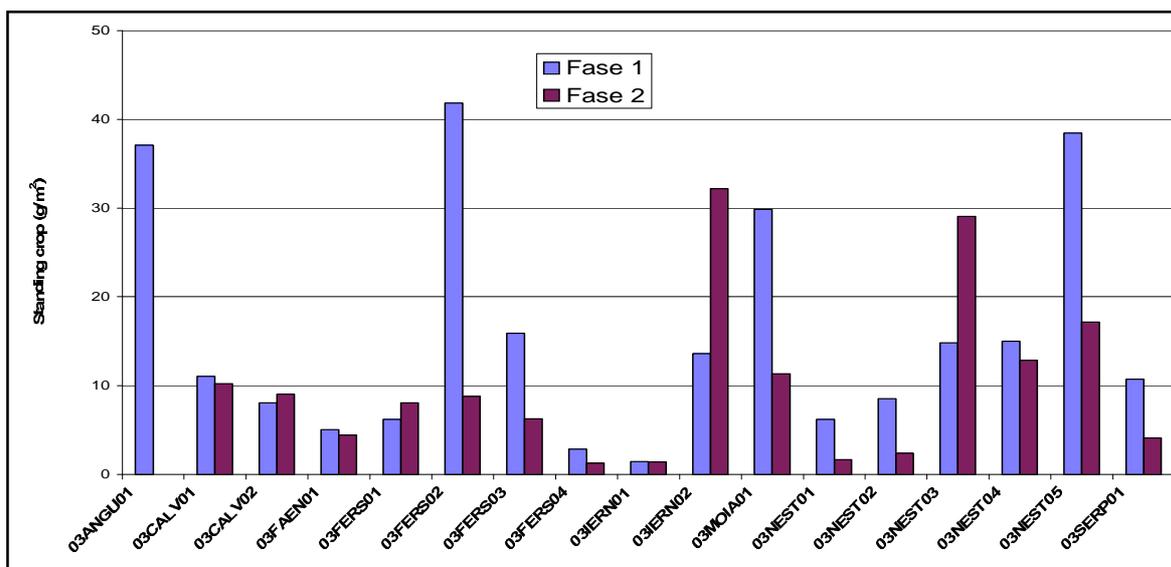
Standing crop	g/m ²
Numero Valori	33
Media	12,96
Minimo	1,29
Massimo	41,87
Deviazione Standard	11,50

Il due istogrammi seguenti mostrano i valori di densità e standing crop di ogni stazione distinti per fase di campionamento.

Nella fase 1 i valori maggiori (2,61 ind/m²) di densità sono stati rilevati nel F.so Moiano (03MOIA01) e nella fase 2 nel tratto più a valle del F.Nestore (03NEST05); inoltre lo stesso F.Nestore presenta una discreta differenza di valori tra le fasi che diventa particolarmente evidente in due stazioni (03NEST03, 03NEST05).



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

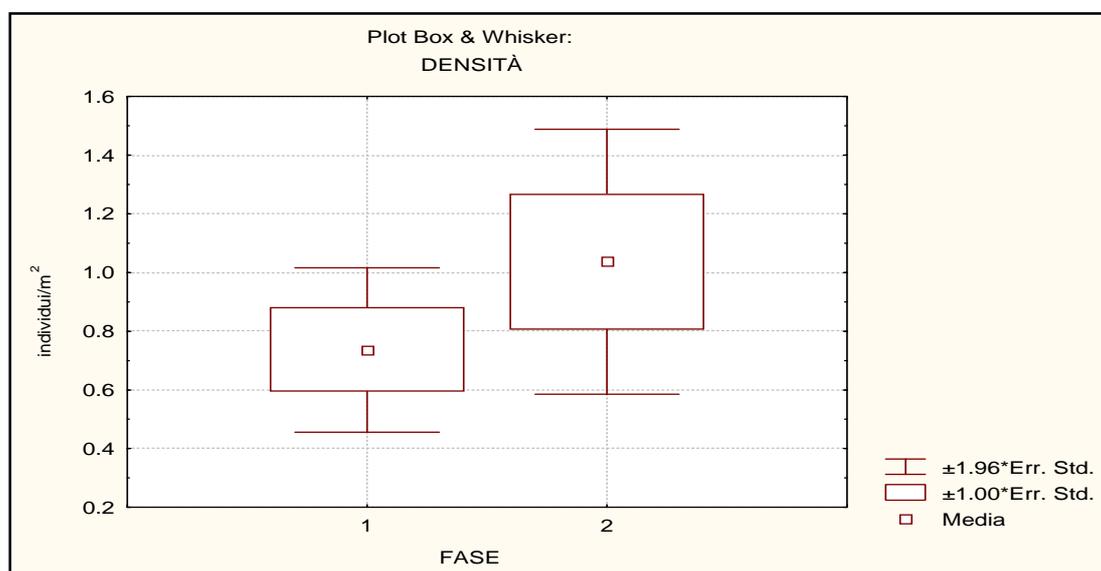


Analizzando il grafico dello standing crop risulta una elevata disomogeneità del campione: alcuni settori fluviali, in almeno una fase di campionamento, presentano valori di biomassa che superano i 20 g/m² (03ANGU01, 03FERS02, 03IERN02, 03MOIA01, 03NEST03, 03NEST05), mentre sono particolarmente bassi i valori registrati in altre stazioni (03FERS04, 03IERN01). Alcune stazioni, inoltre, presentano una differenza pronunciata tra le due fasi di campionamento: valori superiori nella fase 1 caratterizzano un tratto del T.Fersinone (03FERS02), il F.so Moiano (03MOIA01) ed il settore più a valle del F.Nestore (03NEST05), mentre una stazione del F.so Ierna (03IERN02) e del F.Nestore (03NEST03) presentano un andamento inverso e valori più elevati nella fase 2.

Analizzando i risultati dei t-test ed i diagrammi Box & Whisker è stato possibile stabilire che le differenze tra i valori medi delle due fasi di campionamento non sono statisticamente significative, sia per la densità ($p=0,269$) che per lo standing crop ($p=0,160$).

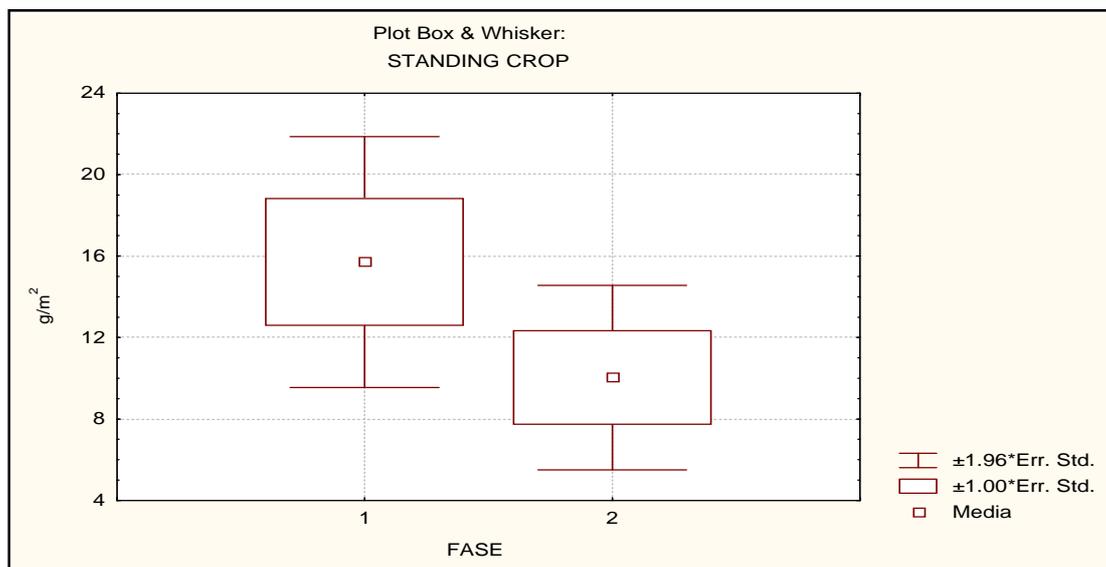
La densità media del campione complessivo aumenta leggermente nella fase 2 (fase 1: 0,74 ind/m²; fase 2: 1,04 ind/m²), mentre il contrario avviene per lo standing crop (fase 1: 15,71 g/m²; fase 2: 10,04 g/m²). Questo andamento appare abbastanza logico poiché la comunità ittica della maggior parte dei settori indagati è composta prevalentemente da ciprinidi. Tali specie si riproducono durante la primavera, in un periodo che si trova a cavallo delle due fasi di campionamento: le differenze nei valori medi di densità e standing crop, registrati nelle due fasi, sono quindi conseguenti al reclutamento naturale dei giovani dell'anno nel campione della fase 2.

Nel grafico seguente sono riportati i valori medi di densità e standing crop delle differenti specie



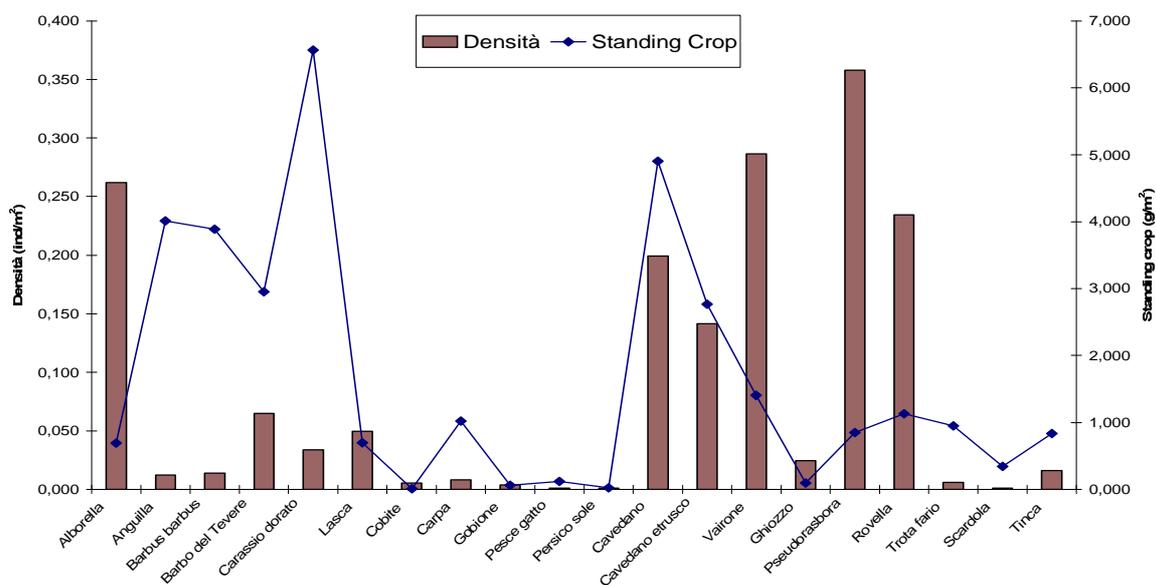
3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

t-test	valore t	gdl	p
Densità	1,123	31	0,269



t-test	valore t	gdl	p
Standing crop	1,438	31	0,160

ittiche. La specie che presenta il maggiore valore di densità risulta la pseudorasbora (0,36 ind/m²), seguita dal vairone, dall'alborella e dalla rovelia (valori medi > 0,2 ind/m²). I valori più elevati di standing crop sono da attribuirsi tuttavia a specie con maggior mole corporea, come il carassio dorato, il cavedano, e l'anguilla (valori medi > 4g/m²).



3.6 RISULTATI. FAUNA ITTICA

3.6.5 Stazioni di campionamento

Stazione Anguillara 1 – Località Mazzaralli

Comunità ittica

In questo settore il bilancio ambientale è negativo in quanto i valori riscontrati per la domanda biologica di ossigeno (B.O.D.₅) non sono idonei per la fauna ittica. Anche i risultati relativi al mappaggio biologico confermano tale giudizio: infatti la stazione considerata rientra nella IV classe di qualità I.B.E. (ambiente molto inquinato).

Per le caratteristiche ambientali e per le specie rinvenute questo settore fluviale viene classificato nella zona della carpa e della tinca.

Bilancio ambientale		Idoneo per salmonidi	Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
Vocazione ittica naturale	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca
	Comunità ittica			
Comunità ittica	Anguilla			Carpa e Tinca
	Trota fario			
	Vairone			
	Barbo tiberino			
	Ghiozzo			
	Barbo del Danubio			
	Gobione			
	Cavedano etrusco			
	Cavedano comune			
	Rovella			
	Lasca			
	Alborella			
	Cobite			
	Tinca			
	Carassio dorato			
Carpa				
Scardola				
Persico sole				
Pesce gatto				
Pseudorasbora				
Specie presente		Specie assente		

Indici di comunità

In questa stazione i campionamenti sono stati effettuati solamente nella prima fase. L'indice di integrità qualitativo è pari a zero in quanto le uniche due specie rinvenute (carassio dorato e carpa) sono entrambe esotiche: questo valore denota una totale alterazione della fauna ittica autoctona. Anche l'indice di diversità risulta estremamente basso rispetto alle medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 1,13; fase 2: 1,04). Per quanto riguarda l'indice di dominanza i valori superano nettamente le medie calcolate per il bacino (fase 1: 0,43; fase 2: 0,46) ed evidenziano una forte dominanza del carassio dorato rispetto

	Fase 1
N° specie	2
IQUAL	0,00
Diversità	0,10
Dominanza	0,96
Evenness	0,15

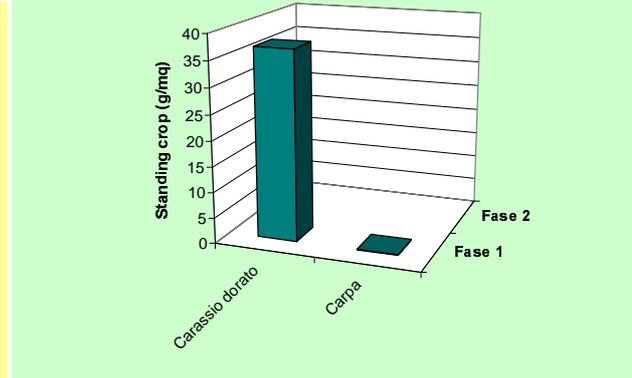
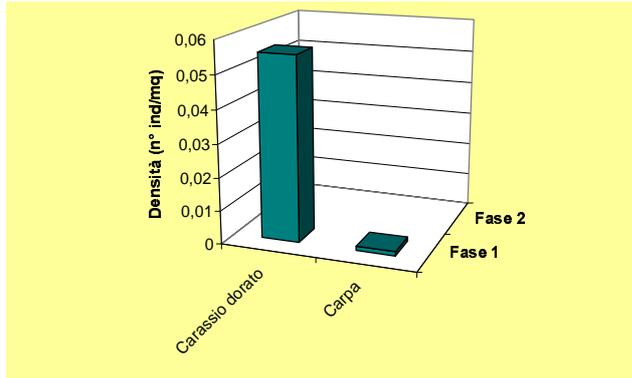
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

alla carpa. Particolarmente basso risulta l'indice di evenness: ciò indica una non equa ripartizione delle risorse.

Densità e standing crop

Sia per i valori di densità che per quelli dello standing crop contribuisce in modo preponderante il carassio dorato. Il valore della densità risulta il più basso tra quelli calcolati per l'intero bacino, sebbene l'elevata taglia media raggiunta dal carassio dorato renda lo standing crop

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	0,06	37,14



tra i più alti dell'intero bacino.

Struttura di popolazione e accrescimento

Per nessuna delle specie rinvenute è stato possibile analizzare la struttura di popolazione e l'accrescimento.



Campionamento ittico sul Fosso Anguillara

Foto Ghetti

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Stazione Calvana 1 – Località Rotecastello

Comunità ittica

In questo settore il bilancio ambientale è positivo, e il mappaggio biologico risulta nella II classe di qualità dell'I.B.E. (ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento).

Per le caratteristiche ambientali e per le specie rinvenute la stazione viene attribuita alla zona del barbo.

Bilancio ambientale		Idoneo per salmonidi	Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
Vocazione ittica naturale	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca
	Comunità ittica			
Specie presente	Anguilla			Specie assente
	Trota fario			
	Vairone			
	Barbo tiberino			
	Ghiozzo			
	Barbo del Danubio			
	Gobione			
	Cavedano etrusco			
	Cavedano comune			
	Rovella			
	Lasca			
	Alborella			
	Cobite			
	Tinca			
	Carassio dorato			
Carpa				
Scardola				
Persico sole				
Pesce gatto				
Pseudorasbora				

Indici di comunità

Nella fase 2 è stata rinvenuta una specie in più (alborella) rispetto alla fase 1. Tra le specie rilevate il vairone ed il barbo tiberino risultano autoctone, mentre il carassio e l'alborella sono introdotte: quindi l'indice di integrità qualitativa diminuisce da 0,67 nella fase 1 a 0,50 nella fase 2.

A causa del ridotto numero di specie, i valori dell'indice di diversità per entrambe le fasi risultano abbastanza bassi e nettamente inferiori alle medie del bacino (fase 1: 1,13; fase 2: 1,04). L'indice di dominanza, che aumenta da 0,53 nella fase 1 a 0,73 nella fase 2, risulta superiore alle medie del bacino (fase 1: 0,43; fase 2: 0,46), per la forte prevalenza del vairone e del barbo tiberino sulle altre specie. Nella fase 1 l'indice di evenness non si discosta molto dalla media calcolata per l'intero bacino (0,65); mentre diminuisce molto nella fase 2 (0,33), indicando una peggiore ripartizione delle abbondanze.

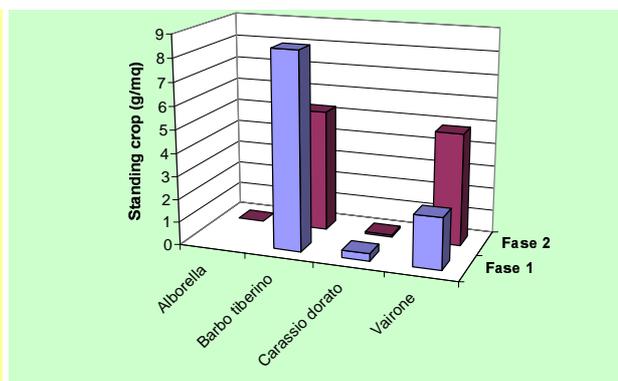
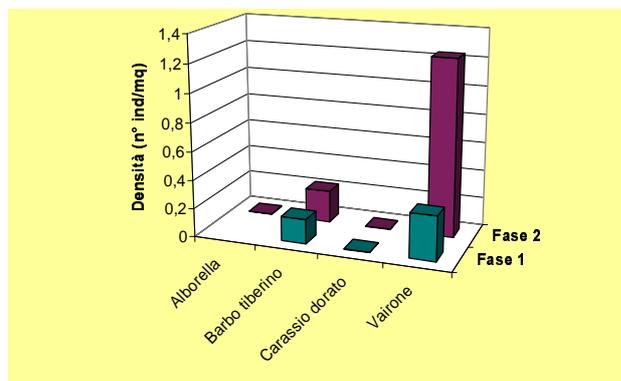
	Fase 1	Fase 2
N° specie	3	4
IIQUAL	0,67	0,50
Diversità	0,69	0,46
Dominanza	0,53	0,73
Evenness	0,62	0,33

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Densità e standing crop

Nel passaggio dalla prima alla seconda fase triplicano i valori di densità, soprattutto grazie all'apporto del reclutamento naturale dei giovani vaironi dell'anno; i valori di standing crop, il cui maggior contributo viene dato dal barbo tiberino, al contrario diminuiscono leggermente.

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	0,49	11,07
Fase 2	1,47	10,24



Struttura di popolazione e accrescimento

Per il barbo ed il vairone sono stati analizzati la struttura di popolazione e l'accrescimento.

Barbo

Statistica descrittiva

Il campione è costituito da 95 individui, di età compresa tra 0,58 e 7,00 anni, in cui prevalgono gli esemplari di piccole dimensioni con poco più di un anno di età (valore medio 1,66 anni). I valori di lunghezza oscillano tra un minimo di 3,80 cm ed un massimo di 28,80 cm, con una media di 12,25 cm. Il peso varia da un minimo di 0,44 g a un massimo di 341,00 g, con una media di 38,39 g.

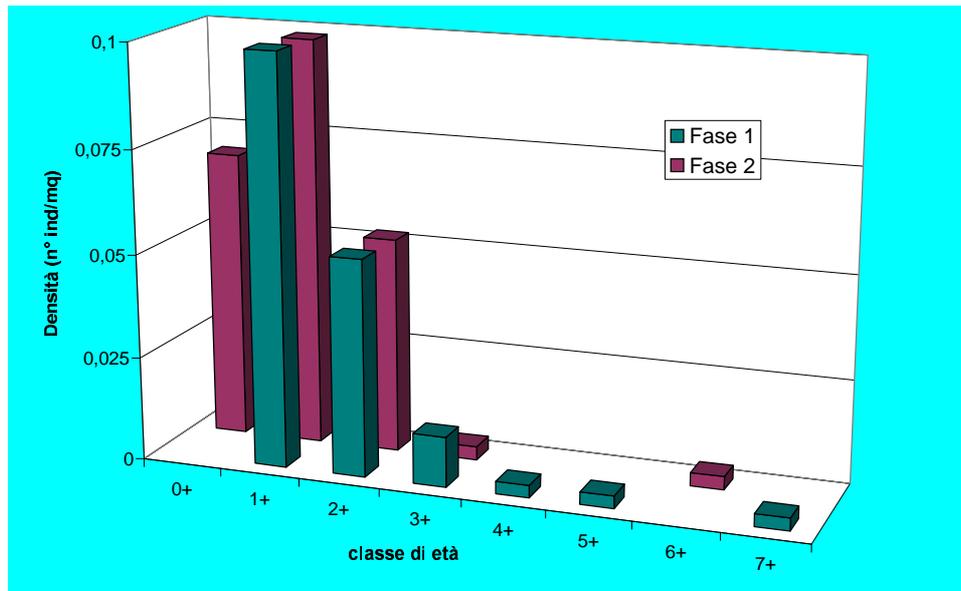
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	95	95	95
Media	1,66	12,25	38,39
Minimo	0,58	3,80	0,44
Massimo	7,00	28,80	341,00
Varianza	1,31	26,96	3536,30
Deviaz. standard	1,15	5,19	59,47

Struttura di popolazione

La popolazione si presenta strutturata in 8 classi di età, che vanno dalla 0+ alla 7+. Complessivamente si rileva una discreta struttura di popolazione, pur essendo poco rappresentate le classi più vecchie. Nella fase 1 si registra un numero elevato di giovani ed una buona continuità delle classi presenti, mentre l'abbondanza di esemplari maturi appare modesta (2,12 ind/100m², 12,29%) e ancor più quella degli individui di taglia legale (0,91 ind/100m², 5,27%). Per quanto riguarda la fase 2, si aggiunge la presenza degli individui della classe 0+, che raggiungono la densità di 6,94 ind/100m² e rappresentano il 30,66% del totale, ad indicare la valenza riproduttiva del settore. Sempre in questa fase, inoltre, si registra una diminuzione del grado di continuità a causa dell'assenza di alcune classi d'età (4+, 5+, 7+), che comporta la riduzione degli esemplari maturi (0,65 ind/100m², 2,87%) e di quelli di taglia legale (0,65 ind/100m², 2,87%).

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	6	5
Classi totali	7	8
Continuità	0,86	0,63
Densità totale (ind/m ²)	0,17	0,23
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	6,94
% 0+	0,00	30,66
Densità maturi (ind/100 m ²)	2,12	0,65
% maturi	12,29	2,87
Densità taglia legale (ind/100 m ²)	0,91	0,65
% taglia legale	5,27	2,87

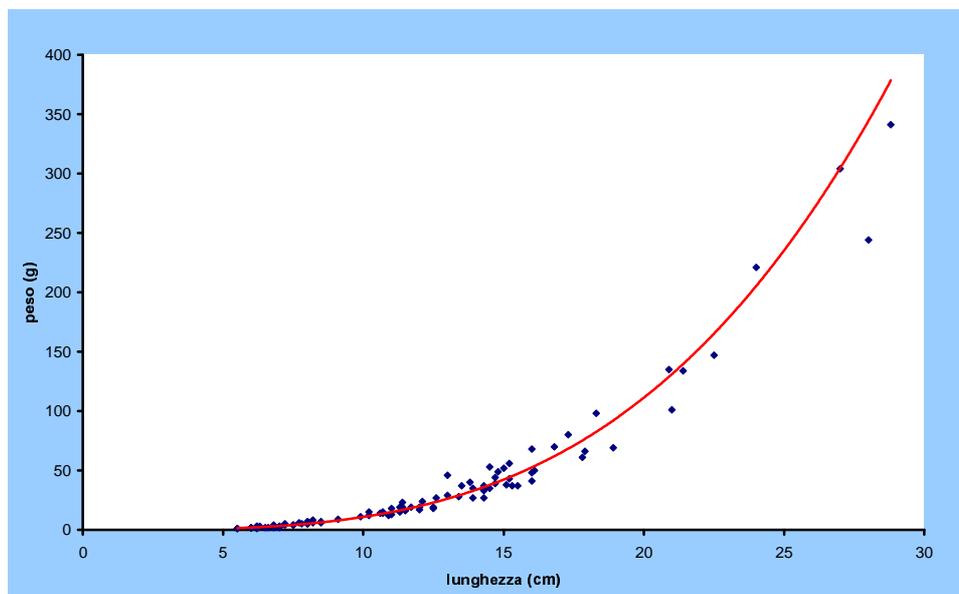
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0048x^{3,3584} \quad (R^2=0,974)$$



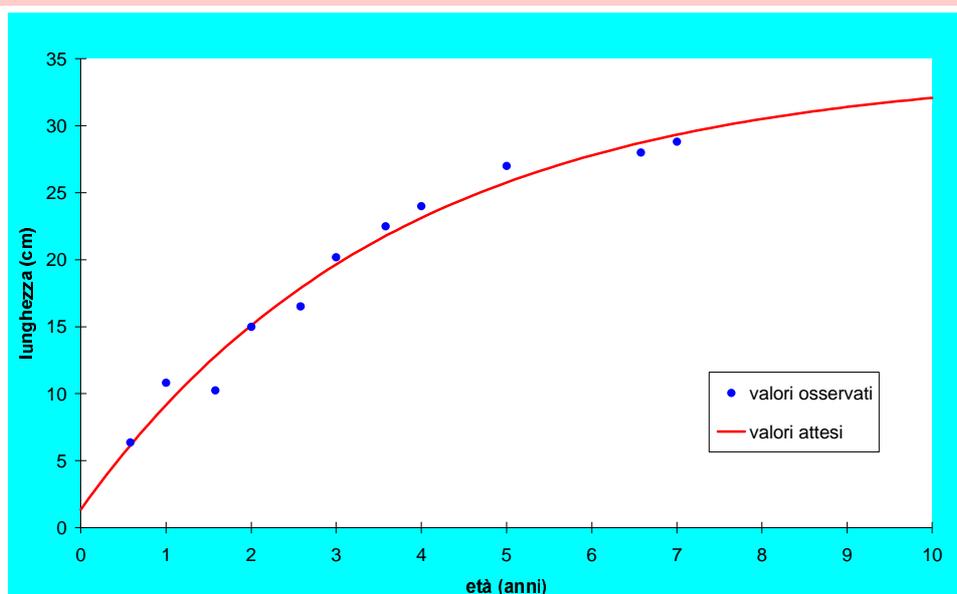
Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,36 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria, con esemplari che si accrescono maggiormente in peso piuttosto che in lunghezza. Tale valore risulta superiore a quello calcolato per il campione complessivo, che è pari a 3,17.

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva dell'accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t=34,27\{1-e^{[-0,2708(t+0,146)]}\}$$

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



La lunghezza massima teorica (34,27 cm) non è elevata e risulta inferiore alla media calcolata per tutte le popolazioni del bacino (36,46 cm), mentre la velocità di accrescimento ($K=0,27$) risulta la più elevata tra quelle registrate per la specie. La taglia legale, pari a 20 cm, viene raggiunta tra i 3 e i 4 anni di età. Il parametro ϕ , che permette di confrontare accrescimenti diversi, è pari a 2,50 ed è il più alto tra i valori calcolati per le popolazioni di barbo nel bacino del F.Nestore.

Vairone

Statistica descrittiva

Il campione è costituito da 378 individui, con una netta prevalenza degli esemplari giovani. L'età è infatti compresa tra 0,66 e 4,08 anni con un valore medio di 1,50. I valori di lunghezza oscillano tra un minimo di 3,00 ed un massimo di 14,60 cm, con una media di 6,96 cm. Il peso varia da un minimo di 0,20 ad un massimo di 40,00 g, con un valore medio pari a 4,83 g.

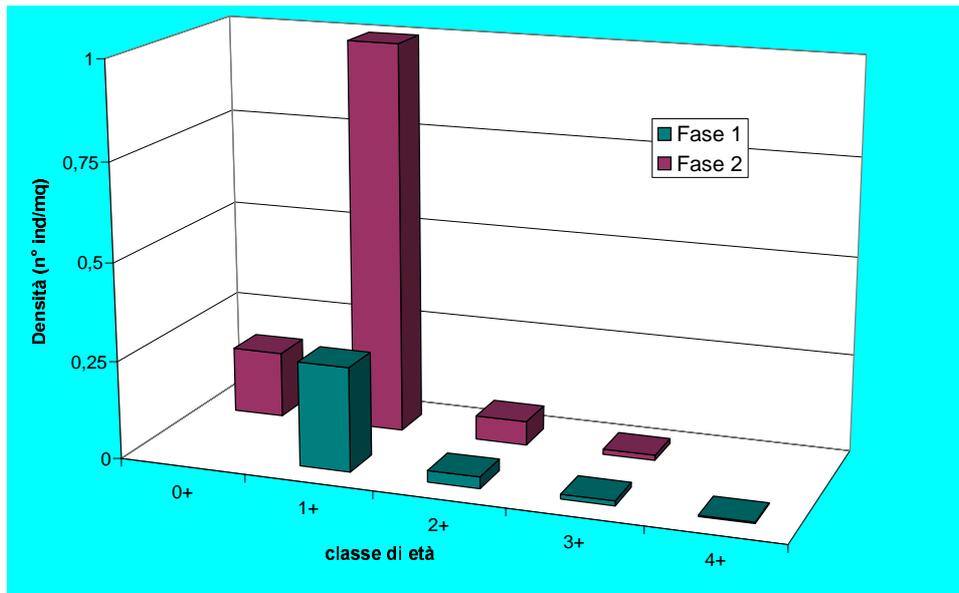
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	378	378	378
Media	1,50	6,96	4,83
Minimo	0,66	3,00	0,20
Massimo	4,08	14,60	40,00
Varianza	0,31	5,07	37,97
Deviaz. standard	0,56	2,25	6,16

Struttura di popolazione

Nella fase 1 sono presenti 4 classi di età, che vanno con il massimo grado di continuità dalla 1+ alla 4+, mentre discreta appare l'abbondanza di individui maturi (4,48 ind/100m², 14,42%). Nella fase 2, scompare la classe 4+, ma si aggiungono i giovani dell'anno (classe 0+), che raggiungono densità elevate (16,91 ind/100m² pari al 13,61% del campione); comunque il grado di continuità della struttura diminuisce al valore di 0,80. L'abbondanza degli esemplari maturi aumenta in questa fase in termini assoluti (7,41 ind/100m²), ma diminuisce in percentuale (5,96%). La densità maggiore in entrambe le fasi risulta quella degli esemplari appartenenti alla classe 1+.

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	4	4
Classi totali	4	5
Continuità	1,00	0,80
Densità totale (ind/m²)	0,31	1,24
Densità 0+ (ind/100 m²)	0,00	16,91
% 0+	0,00	13,61
Densità maturi (ind/100 m²)	4,48	7,41
% maturi	14,42	5,96

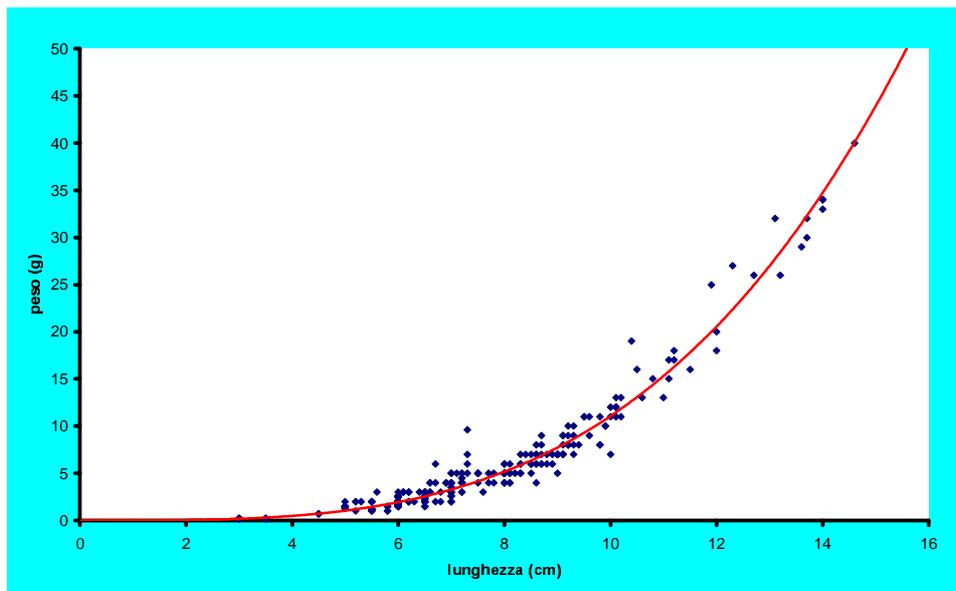
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0044x^{3,4041} \quad (R^2=0,9503)$$



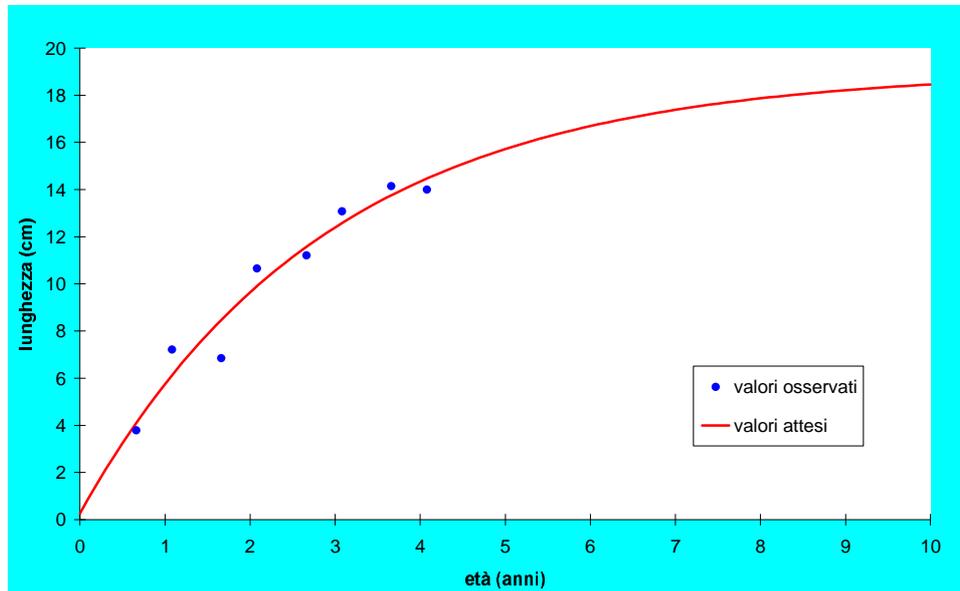
Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,40 ed indica condizioni di accrescimento lontane dall'isometria, con esemplari che si accrescono più in larghezza che in lunghezza. Tale valore risulta superiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,03.

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva dell'accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t = 19,046 \{1 - e^{-0,3463 (t+0,039)}\}$$



La lunghezza massima teorica, pari a 19,05 cm, assume il valore più basso tra quelli calcolati per le altre popolazioni della specie, mentre la velocità di accrescimento ($K=0,346$) è la più elevata e si discosta molto dalla media del bacino ($K=0,248$).

Il parametro ϕ , che permette di confrontare accrescimenti diversi, è pari a 2,1 ed, insieme a quello della stazione 03FERS01, è il più elevato tra i valori calcolati per le popolazioni del vairone nel bacino del F.Nestore.



Campionamento ittico sul T.Calvana

Foto: Ghetti

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Stazione Calvana 2 – Località Marsciano

Comunità ittica

In questo settore il bilancio ambientale è positivo Per quanto riguarda il mappaggio biologico la stazione rientra nella III classe di qualità I.B.E. (ambiente inquinato). Per le caratteristiche ambientali e per le specie rinvenute questo tratto fluviale viene classificato nella zona del barbo.

Bilancio ambientale		Idoneo per salmonidi	Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
Vocazione ittica naturale	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca
	Anguilla			Comunità ittica
Trota fario				
Vairone				
Barbo tiberino				
Ghiozzo				
Barbo del Danubio				
Gobione				
Cavedano etrusco				
Cavedano comune				
Rovella				
Lasca				
Alborella				
Cobite				
Tinca				
Carassio dorato				
Carpa				
Scardola				
Persico sole				
Pesce gatto				
Pseudorasbora				
Specie presente		Specie assente		

Indici di comunità

Complessivamente la comunità ittica è abbastanza ricca di specie (7 nella fase 1, 6 nella fase 2) e risulta composta prevalentemente da specie autoctone, sebbene la presenza del carassio nella fase 1 riduca l'indice di integrità qualitativa da 1,00 (fase 2) a 0,86 (fase 1). Dato il buon numero di specie rilevate e le loro abbondanze relative, i valori dell'indice di diversità sono elevati e superano nettamente i valori medi calcolati per l'intero bacino in entrambe le fasi di campionamento (fase 1: 1,13, fase 2: 1,04). I valori dell'indice di

dominanza, leggermente più elevati nella fase 1, risultano invece inferiori alle medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 0,43, fase 2: 0,46) ed indicano una buona ripartizione delle risorse tra le specie ittiche presenti. Anche i valori molto elevati dell'indice di evenness evidenziano un'equa ripartizione delle abbondanze relative delle specie ittiche presenti nella comunità.

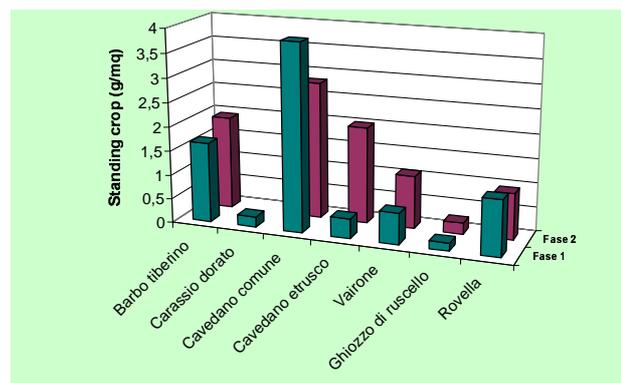
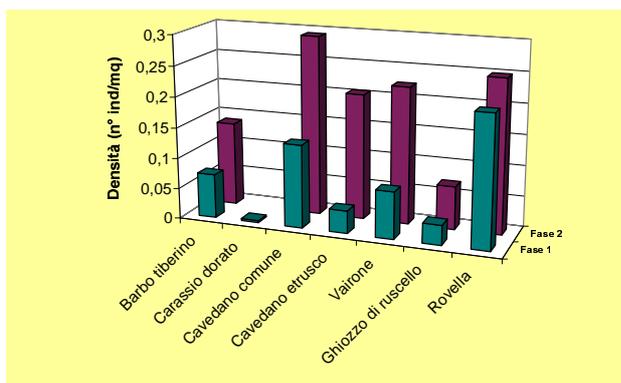
	Fase 1	Fase 2
N° specie	7	6
IIQUAL	0,86	1,00
Diversità	1,61	1,71
Dominanza	0,24	0,19
Evenness	0,83	0,96

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Densità e standing crop

La densità raddoppia nel passaggio tra la prima e la seconda fase per la comparsa dei giovani dell'anno delle specie cavedano comune, rovello, vairone, barbo, dovuta al reclutamento naturale. La riproduzione di queste specie, infatti, è avvenuta nel periodo intercorso tra le due fasi. Anche lo standing crop aumenta nella fase 2, sebbene in modo meno consistente rispetto alla densità, soprattutto grazie al contributo di cavedano etrusco, barbo tiberino e vairone.

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	0,57	8,08
Fase 2	1,18	9,04



Struttura di popolazione e accrescimento

L'analisi della struttura di popolazione è stata effettuata per il barbo, il vairone, il cavedano comune e la rovello. Per il barbo ed il vairone è stato analizzato anche l'accrescimento.

Barbo

Statistica descrittiva

Il campione di 46 individui è costituito totalmente da esemplari giovani, di età compresa tra 0,41 e 2,41 anni, con un valore medio pari a 1,41 anni. Le lunghezze oscillano tra un minimo di 5,00 cm e un massimo di 16,00 cm con una media di 11,39 cm. I valori del peso variano da un minimo di 1,00 g ad un massimo di 52,00 g con una media di 18,24 g.

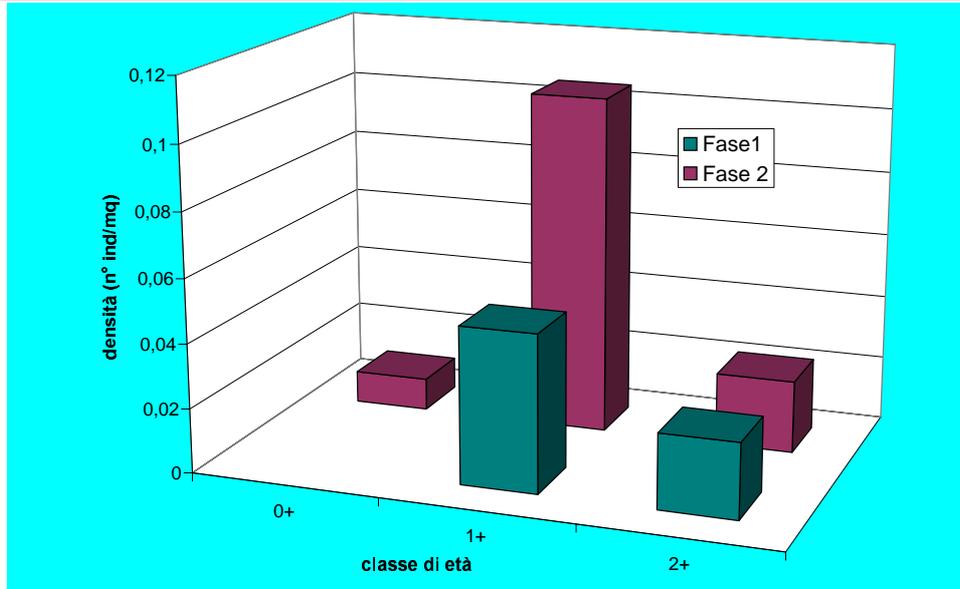
	ETA* (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	46	46	46
Media	1,41	11,39	18,24
Minimo	0,41	5,00	1,00
Massimo	2,41	16,00	52,00
Varianza	0,24	6,93	148,41
Deviaz. standard	0,49	2,63	12,18

Struttura di popolazione

Sono state rilevate tre classi totali, che vanno da 0+ a 2+: complessivamente si esprime un giudizio negativo per l'assenza di individui appartenenti alle classi più vecchie. Per lo stesso motivo risulta nulla sia la densità degli esemplari maturi (il barbo raggiunge la maturità sessuale al terzo anno di età), sia la densità degli individui con taglia legale (20cm). In entrambe le fasi il maggior numero di individui appartiene alla classe 1+, mentre nella fase 2 si aggiunge la comparsa dei giovani dell'anno (classe 0+), che rappresentano il 7,24% del campione.

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	2	3
Classi totali	2	3
Continuità	1,00	1,00
Densità totale (ind/m ²)	0,07	0,14
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	1,00
% 0+	0,00	7,24
Densità maturi (ind/100 m ²)	0,00	0,00
% maturi	0,00	0,00
Densità taglia legale (ind/100 m ²)	0,00	0,00
% taglia legale	0,00	0,00

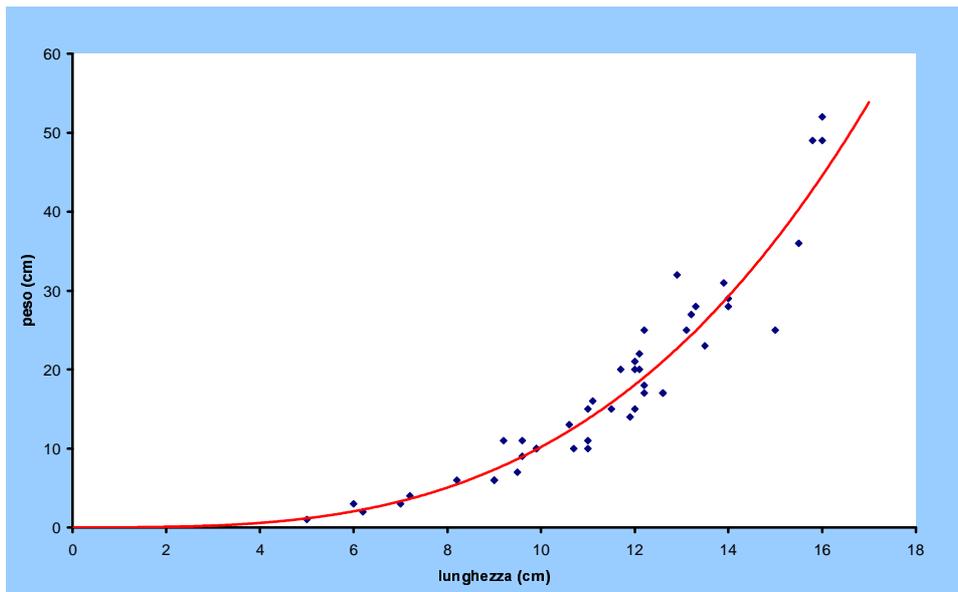
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0074x^{3,1404} \quad (R^2=0,9537)$$



Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,14 ed indica condizioni di crescita allometriche. Tale valore risulta di poco inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,17. Dato l'esiguo numero di classi di età presenti, in questa stazione non è stato effettuato l'accrescimento teorico in lunghezza.

Vairone

Statistica descrittiva

Il campione è costituito da 62 individui, di età compresa tra 0,50 e 5,08 anni con un valore medio di 1,46 anni. Le lunghezze variano da un minimo di 3,00 a un massimo di 15,00 cm, con una media pari a 7,27 cm. I valori del peso oscillano tra un minimo di 0,50 a un massimo di 40,00 g, con una media di 6,20 g.

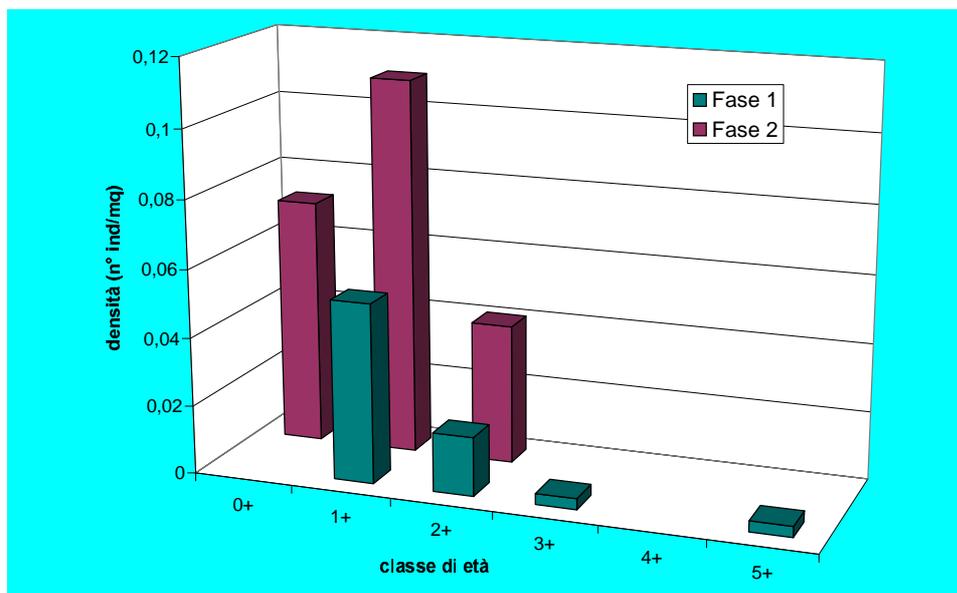
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	62	62	62
Media	1,46	7,27	6,20
Minimo	0,50	3,00	0,50
Massimo	5,08	15,00	40,00
Varianza	0,67	6,45	37,19
Deviaz. standard	0,82	2,54	6,10

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Struttura di popolazione

Nel complesso la popolazione si presenta strutturata in 6 classi di età, che vanno dalla 0+ alla 5+. Nella fase 1 si registra una densità molto bassa con un buon grado di continuità (0,80) ed una elevata percentuale di individui maturi (30,99%). Nella fase 2 diminuisce nettamente il grado di continuità della struttura (0,50) mentre la densità aumenta soprattutto poiché si aggiungono i giovani dell'anno (classe 0+), che rappresentano il 32,31% del campione; il contributo degli esemplari adulti aumenta in questa fase in termini assoluti (4,08 ind/100m²), ma non in percentuale (18,32%). In entrambe le fasi il maggior numero di individui appartiene alla classe 1+.

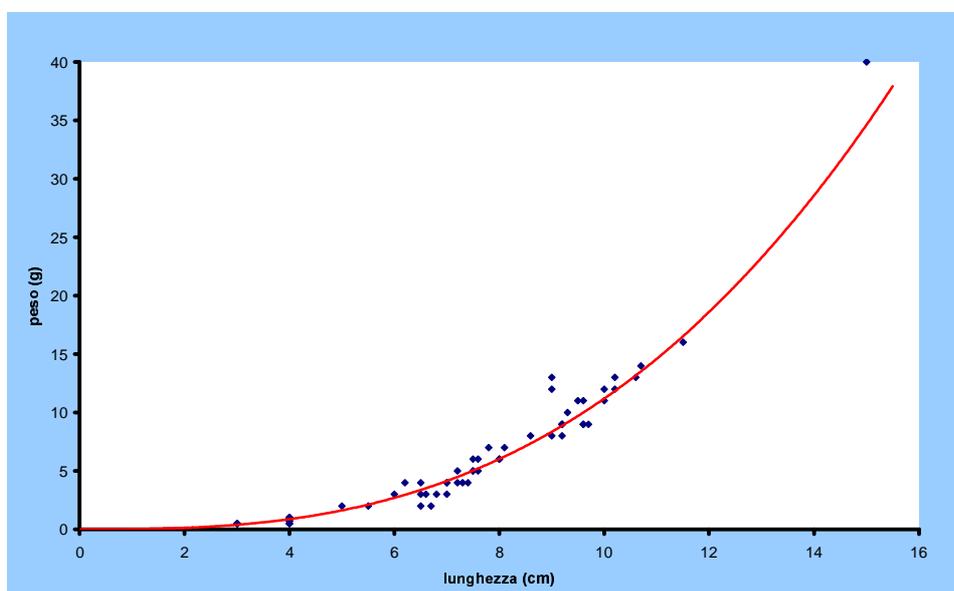
	Fase 1	Fase 2
Numero classi	4	3
Classi totali	5	6
Continuità	0,80	0,50
Densità totale (ind/m ²)	0,08	0,22
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	7,20
% 0+	0,00	32,31
Densità maturi (ind/100 m ²)	2,37	4,08
% maturi	30,99	18,32



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0184x^{2,7853} \quad (R^2=0,9631)$$



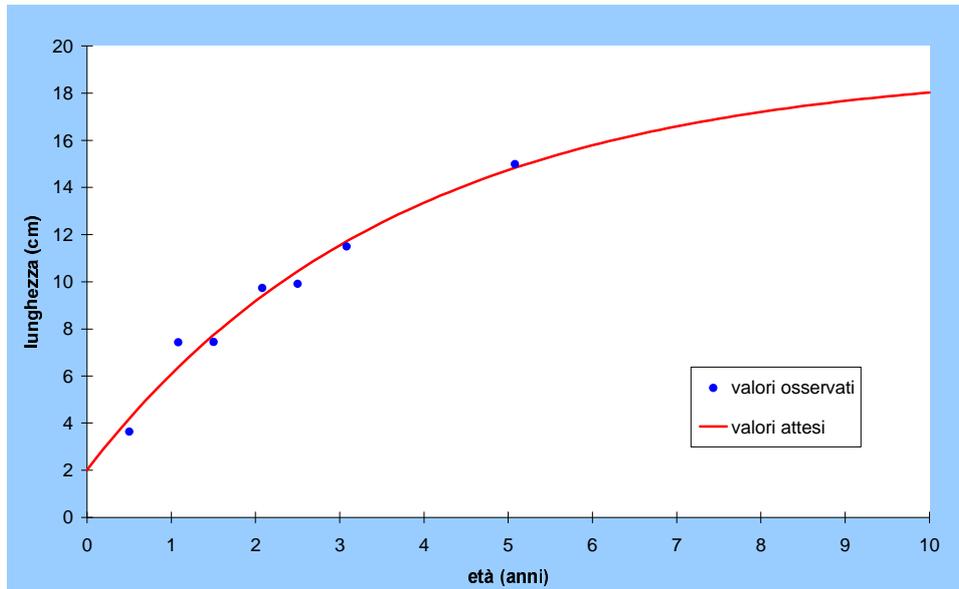
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Il valore del coefficiente di regressione è pari a 2,79 ed indica condizioni lontane dall'isometria, con esemplari che si accrescono notevolmente in lunghezza tanto da risultare esili e longilinei. Tale valore risulta inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,03.

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva dell'accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t = 19,175 \{1 - e^{-0,2703 (t+0,412)}\}$$



La lunghezza massima teorica (19,18 cm) è inferiore alla media calcolata per tutte le popolazioni del bacino (21,95 cm), mentre la velocità di accrescimento (K) è pari a 0,27 e risulta superiore alla media calcolata per l'intero bacino (K=0,25). Il parametro ϕ , che permette di confrontare gli accrescimenti di popolazioni diverse, è pari a 1,20 e risulta il più basso tra tutti i valori calcolati per le specie nel bacino del F.Nestore.

Cavedano comune

Statistica descrittiva

Il campione di 90 individui è costituito in prevalenza da esemplari giovani, di età compresa tra 0,41 e 3,41 anni, con una media di 1,16 anni. I valori di lunghezza variano da un minimo di 4,00 a un massimo di 20,00 cm, con una media di 9,52 cm. I pesi oscillano da un minimo di 1,00 a un massimo di 89,00 g, con un valore medio che sfiora i 18 g.

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	90	90	90
Media	1,16	9,52	17,99
Minimo	0,41	4,00	1,00
Massimo	3,41	20,00	89,00
Varianza	0,82	25,46	492,20
Deviaz. standard	0,91	5,05	22,19

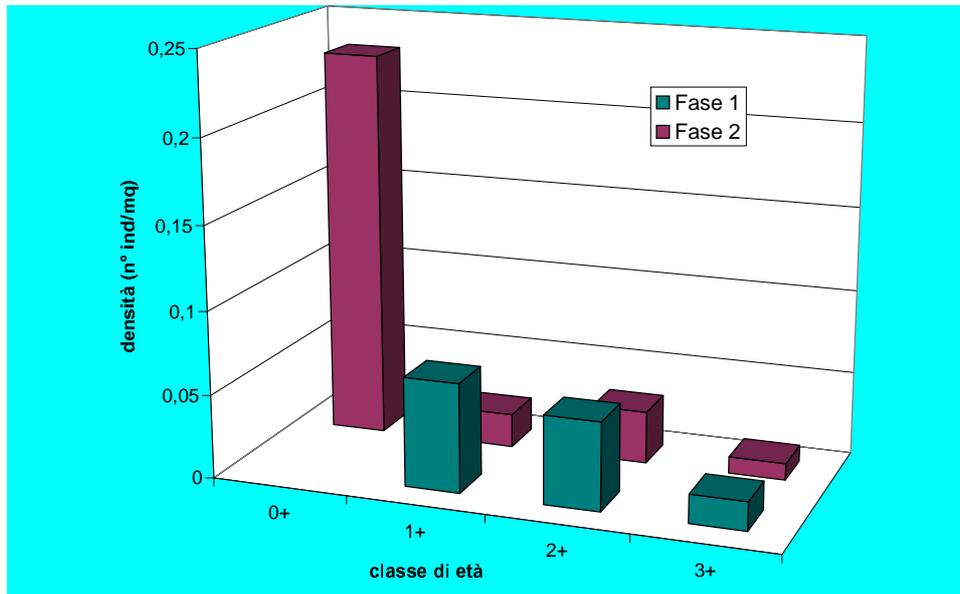
Struttura di popolazione

Sono state rilevate in totale 4 classi di età che vanno dalla 0+ alla 3+; in entrambe le fasi il grado di continuità risulta massimo. Complessivamente si evidenzia un'assenza delle classi di età più vecchie, con una bassa densità di individui maturi e una densità di esemplari di taglia legale (25 cm) pari a zero.

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	3	4
Classi totali	3	4
Continuità	1,00	1,00
Densità totale (ind/m²)	0,14	0,29
Densità 0+ (ind/100 m²)	0,00	23,14
% 0+	0,00	79,07
Densità maturi (ind/100 m²)	1,72	1,00
% maturi	12,72	3,42
Densità taglia legale (ind/100 m²)	0,00	0,00
% taglia legale	0,00	0,00

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Nella fase 2 molto rappresentata (79,07%) risulta la classe dei giovani dell'anno (classe 0+) ad indicare la valenza riproduttiva del settore.



Rovella

Statistica descrittiva

Il campione è costituito da 108 individui di età compresa tra 0,41 e 3,41 anni. Le lunghezze variano da 3,00 a 11,70 cm con un valore medio di 7,27 cm. I valori del peso oscillano da un minimo di 0,50 a un massimo di 19,00 g, con una media pari a 4,68 g.

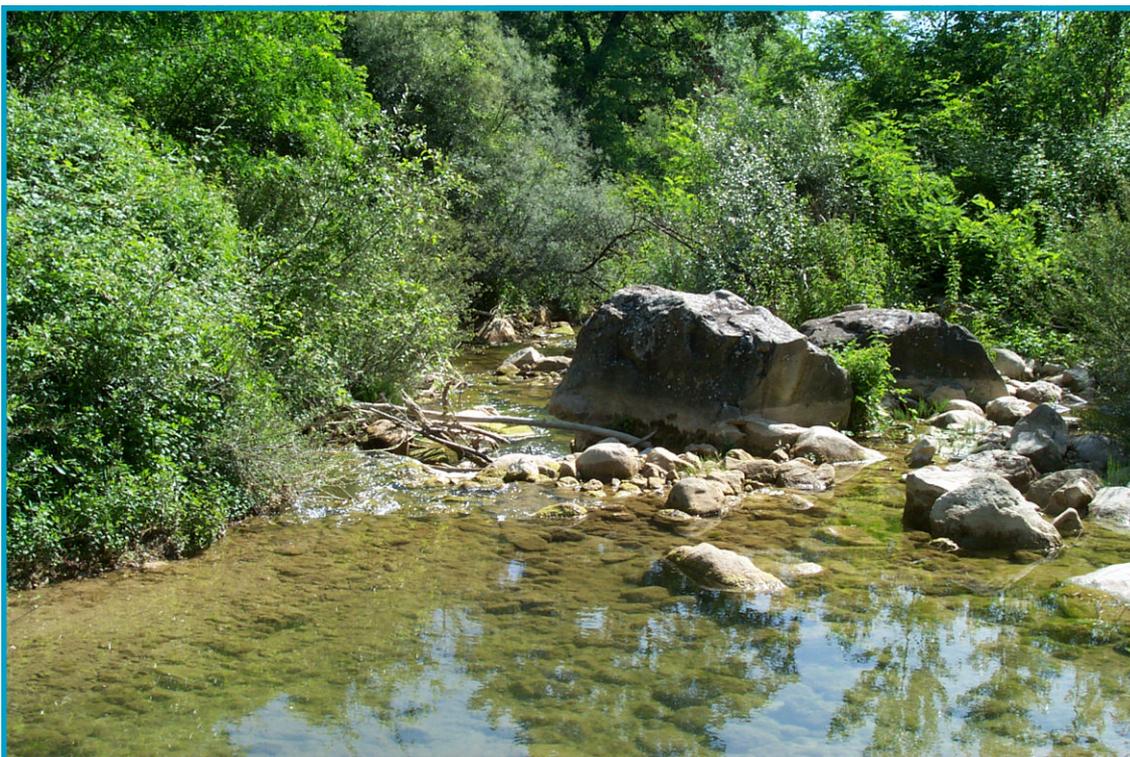
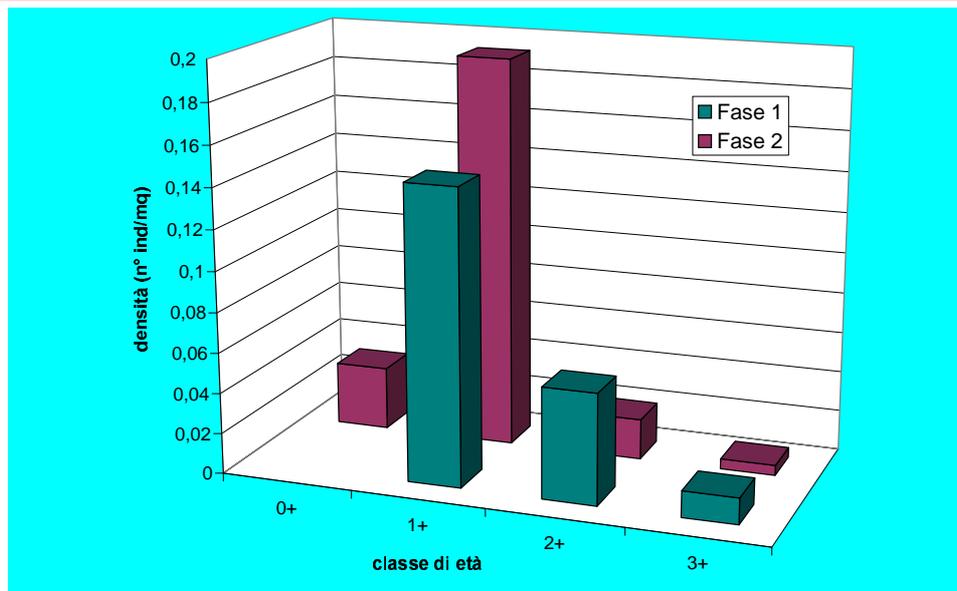
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	108	108	108
Media	1,39	7,27	4,68
Minimo	0,41	3,00	0,50
Massimo	3,41	11,70	19,00
Varianza	0,32	1,84	6,98
Deviaz. standard	0,56	1,36	2,64

Struttura di popolazione

Complessivamente la popolazione si presenta ben strutturata in 4 classi di età, che vanno dalla 0+ alla 3+, raggiungendo il massimo grado di continuità. In entrambe le fasi il maggior numero di individui appartiene alla classe 1+. Nella fase 1 appare buona l'abbondanza degli individui maturi (31,71%, 6,74 ind/100m²), mentre diminuisce nella fase 2, sia in assoluto (2,50 ind/100m²) che in percentuale (10,04%). Nella seconda fase, inoltre, compaiono i giovani dell'anno (classe 0+), che rappresentano il 12,6% del campione.

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	3	4
Classi totali	3	4
Continuità	1,00	1,00
Densità totale (ind/m²)	0,21	0,25
Densità 0+ (ind/100 m²)	0,00	3,13
% 0+	0,00	12,6
Densità maturi (ind/100 m²)	6,74	2,50
% maturi	31,71	10,04

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Stazione di campionamento sul T.Calvana a Marsciano

Foto:Dolciami

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Stazione Faena 1- Località San Venanzo

Comunità ittica

In questo settore i valori riscontrati per i parametri ambientali rientrano negli standard di idoneità per la fauna ittica previsti dal D. lgs. n. 152. Anche i risultati relativi al mappaggio biologico confermano tale giudizio positivo, infatti la stazione considerata rientra nella II classe di qualità I.B.E. (ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento).

Per le caratteristiche ambientali e per le specie rinvenute questo tratto fluviale viene assegnato alla zona del barbo.

Bilancio ambientale		Idoneo per salmonidi	Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
Vocazione ittica naturale	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca
	Comunità ittica			
Specie presente	Anguilla			Specie assente
	Trota fario			
	Vairone			
	Barbo tiberino			
	Ghiozzo			
	Barbo del Danubio			
	Gobione			
	Cavedano etrusco			
	Cavedano comune			
	Rovella			
	Lasca			
	Alborella			
	Cobite			
	Tinca			
	Carassio dorato			
Carpa				
Scardola				
Persico sole				
Pesce gatto				
Pseudorasbora				

Indici di comunità

In entrambe le fasi l'indice di integrità qualitativo assume il valore massimo (IIQUAL=1,00), poiché le due specie rilevate sono entrambe autoctone (vairone, barbo tiberino). Per lo scarso numero di specie rinvenute e per le loro abbondanze relative l'indice di diversità risulta nettamente minore, in entrambe le fasi, alle medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 1,13; fase 2: 1,04) e nella fase 2 assume perfino il valore più basso di tutto il bacino. Sempre nella fase 2 l'indice di dominanza risulta il più elevato tra tutti i settori fluviali considerati, mentre nella fase 1 è leggermente minore; i valori di entrambe le fasi, comunque, superano notevolmente le medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 0,43; fase 2:

	Fase 1	Fase 2
N° specie	2	2
IIQUAL	1,00	1,00
Diversità	0,32	0,08
Dominanza	0,83	0,97
Evenness	0,46	0,11

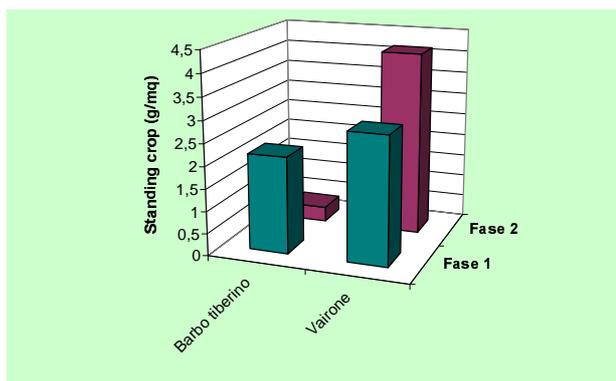
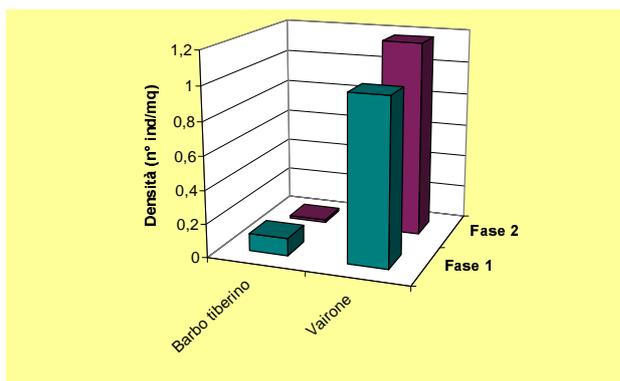
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

0,46). Questi risultati denotano una chiara dominanza di una specie, il vairone, sull'altra (barbo tiberino). I valori dell'indice di evenness sono molto bassi ed evidenziano una non equa ripartizione delle risorse tra le specie presenti; nella fase 2 l'indice di evenness assume il valore più basso di tutto il bacino del F.Nestore.

Densità e standing crop

Sia i valori di densità che di standing crop risultano abbastanza omogenei nelle due fasi. Nella fase 2 si rileva, comunque, una maggior prevalenza del vairone, sia in termini numerici che in quantità di biomassa.

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	1,09	5,05
Fase 2	1,19	4,49



Struttura di popolazione e accrescimento

Per il vairone sono state effettuate le analisi della struttura di popolazione e dell'accrescimento.

Vairone

Statistica descrittiva

Il campione, abbastanza numeroso, è costituito da 239 individui, che presentano un'età compresa tra 0,08 e 4,50 anni; il valore medio è pari a 1,29 anni. Le lunghezze variano da un minimo di 3,00 cm e un massimo di 13,50 cm, con una media di 6,23 cm. I valori del peso ricadono nell'intervallo tra 0,20 e 30,00 g, mentre il peso medio è pari a 3,70 g.

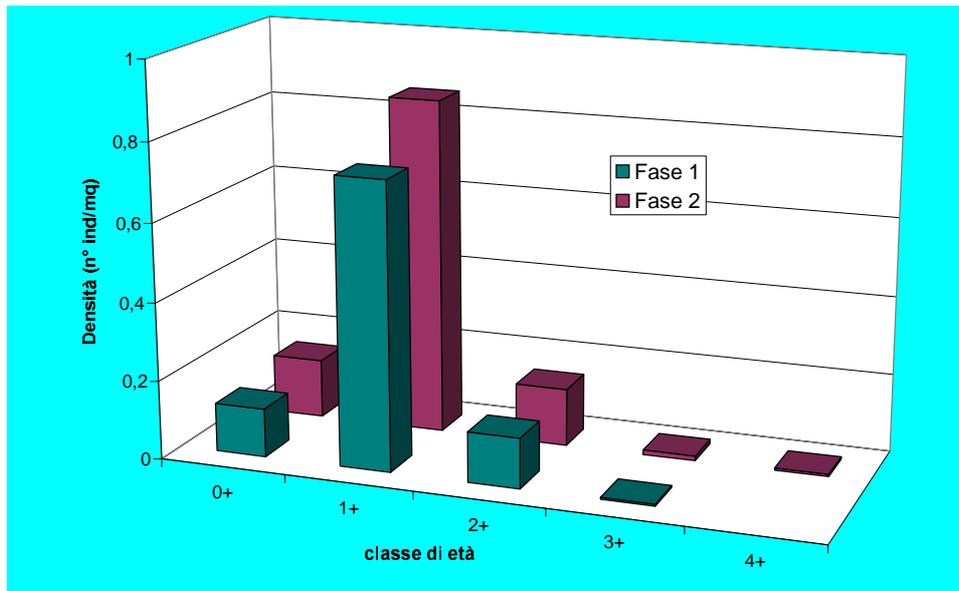
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	239	239	239
Media	1,29	6,23	3,70
Minimo	0,08	3,00	0,20
Massimo	4,50	13,50	30,00
Varianza	0,55	5,14	18,81
Deviaz. standard	0,74	2,27	4,34

Struttura di popolazione

La popolazione si presenta complessivamente strutturata in 5 classi di età, che vanno dalla 0+ alla 4+. Nel passaggio tra la prima e la seconda fase non si evidenziano differenze notevoli; in particolare nella fase 2 si è riscontrato un maggior grado di continuità, per la presenza della classe 4+, ed un leggero aumento della densità. In entrambe le fasi appare buona sia la percentuale degli esemplari dell'anno (classe 0+), che si attesta su circa il 13% del totale, che la presenza di individui maturi che rappresentano circa il 14% della popolazione.

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	4	5
Classi totali	5	5
Continuità	0,80	1,00
Densità totale (ind/m²)	0,99	1,17
Densità 0+ (ind/100 m²)	12,38	15,06
% 0+	12,54	12,84
Densità maturi (ind/100 m²)	13,28	16,43
% maturi	13,45	14,01

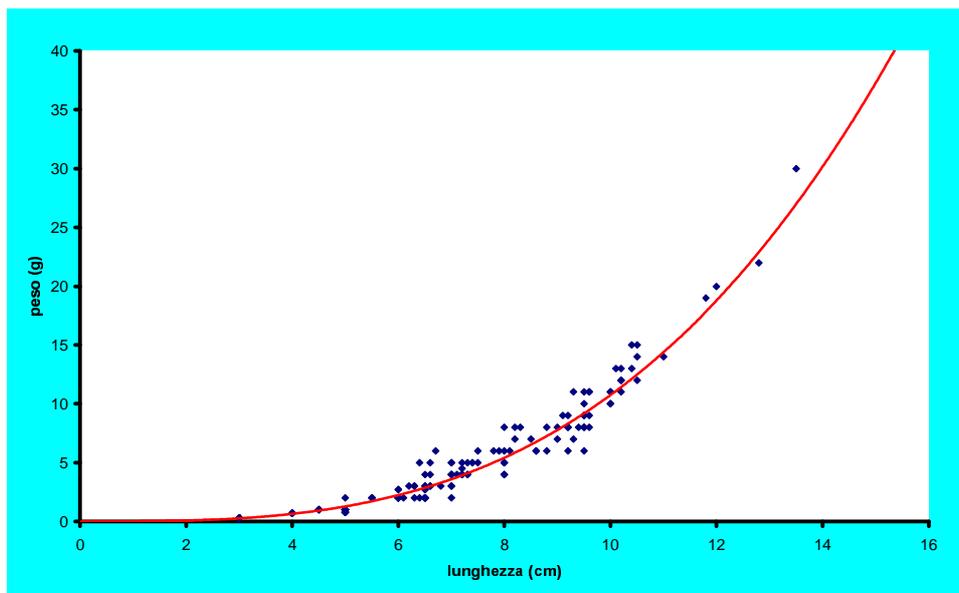
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0091x^{3,0703} (R^2=0,9657)$$



Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,07 ed è leggermente superiore al valore di 3 che indica condizioni di crescita isometriche. Il coefficiente risulta inoltre superiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,03.

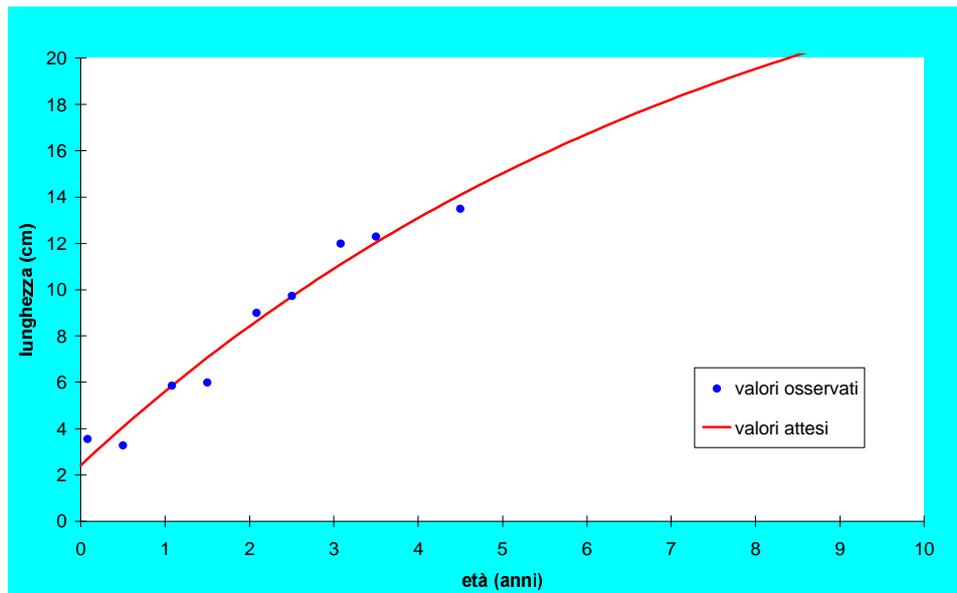
Accrescimento teorico in lunghezza

La curva dell'accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t=29,278\{1-e^{-0,1268(t+0,678)}\}$$

La lunghezza massima teorica (29,28 cm) assume il valore più elevato tra quelli calcolati per tutte le popolazioni del bacino, la cui media è pari a 21,95 cm; mentre la velocità di accrescimento presenta il valore più basso ($K=0,13$). Il parametro ϕ , che permette di confrontare accrescimenti diversi, è pari a 2,04 ed è superiore alla media ($\phi=1,91$) dei valori calcolati per le popolazioni di vairone nel bacino del F.Nestore.

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Stazione Fersinone 1 – Località Pornello

Comunità ittica

In questo settore il bilancio ambientale è positivo, in quanto tutti i parametri chimico-fisici risultano

Bilancio ambientale		Idoneo per salmonidi	Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
Vocazione ittica naturale	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca
	Comunità ittica			
Comunità ittica	Anguilla			Specie assente
	Trota fario			
	Vairone			
	Barbo tiberino			
	Ghiozzo			
	Barbo del Danubio			
	Gobione			
	Cavedano etrusco			
	Cavedano comune			
	Rovella			
	Lasca			
	Alborella			
	Cobite			
	Tinca			
	Carassio dorato			
Carpa				
Scardola				
Persico sole				
Pesce gatto				
Pseudorasbora				

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

idei per i salmonidi; anche i risultati relativi al mappaggio biologico confermano tale giudizio, infatti la stazione considerata rientra nella seconda classe di qualità I.B.E. (ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento). Per le caratteristiche ambientali e per le specie rinvenute il settore viene attribuito alla zona del barbo.

Indici di comunità

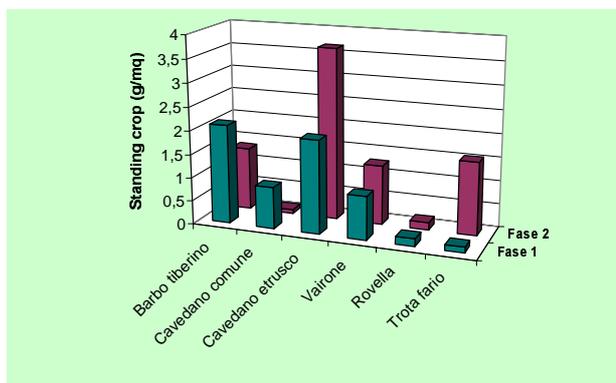
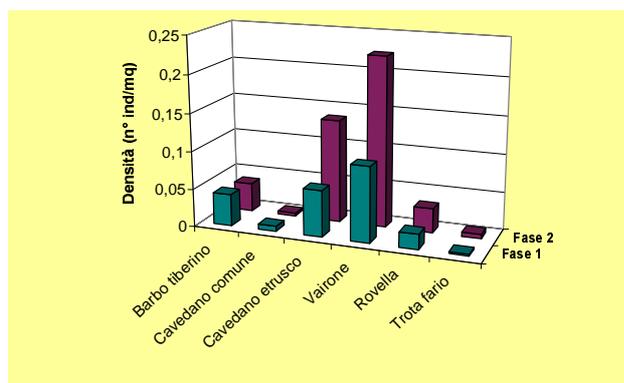
In entrambe le fasi sono presenti 6 specie, tutte autoctone, per cui l'indice IIQUA L assume il valore massimo (1). L'indice di diversità assume valori molto elevati e superiori alle medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 1,13; fase 2: 1,04). Al contrario l'indice di dominanza si mantiene in entrambe le fasi al di sotto della media (fase 1: 0,43; fase 2: 0,46); le specie dominanti sono cavedano etrusco e vairone. Per l'indice di evenness si riscontrano dei valori abbastanza elevati e superiori alle medie del bacino (fase 1: 0,65; fase 2: 0,63): ciò significa che le risorse sono equamente ripartite tra le specie presenti.

	Fase 1	Fase 2
N° specie	6	6
IIQUAL	1,00	1,00
Diversità	1,38	1,21
Dominanza	0,30	0,37
Evenness	0,77	0,68

Densità e standing crop

Entrambi i parametri non risultano molto elevati, anche se si registra un leggero aumento dei valori nella fase 2 rispetto alla fase 1; ciò è dovuto soprattutto al maggior numero di cavedani etruschi e vaironi catturati nella stagione autunnale. La specie che fornisce il maggior contributo in termini di densità è il vairone, mentre per quanto riguarda il peso le specie dominanti sono il barbo tiberino nella fase 1 e il cavedano etrusco in entrambe le fasi.

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	0,23	6,20
Fase 2	0,44	8,07



Struttura di popolazione e accrescimento

La struttura di popolazione e l'accrescimento sono stati analizzati per il barbo, il cavedano etrusco e il vairone.

Barbo

Statistica descrittiva

Il campione è poco numeroso (33 individui): le età attribuite risultano comprese tra 0,5 e 7 anni, mentre il valore medio è pari a 2,18 anni; gli individui di taglia minore misurano 4,5 cm, quelli di taglia maggiore raggiungono i 28 cm; il valore medio si attesta sui 12,56 cm. I valori relativi al peso oscillano tra 1 e 256 g; il peso medio del campione sfiora i 45 g.

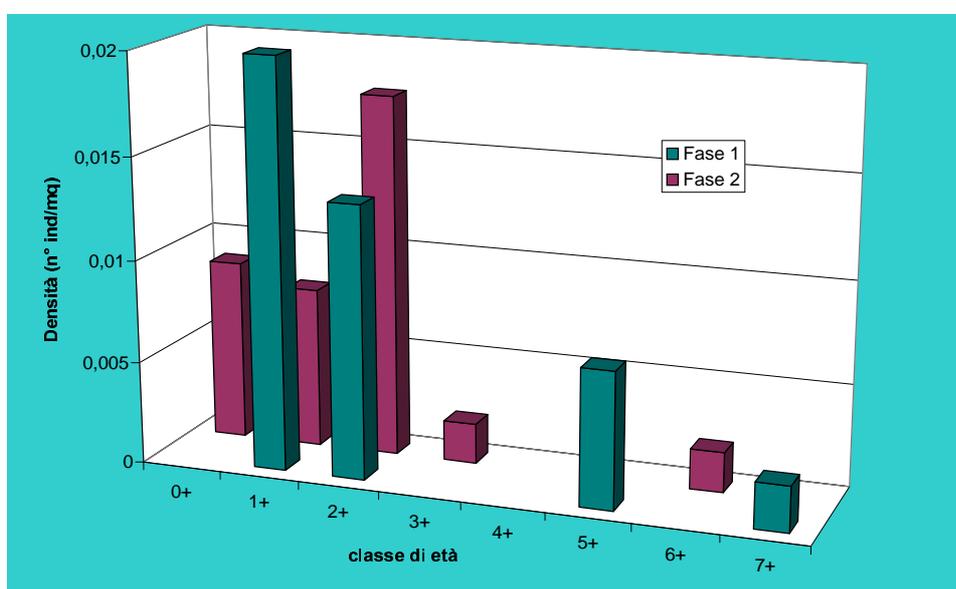
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	33	33	33
Media	2,18	12,56	44,79
Minimo	0,50	4,50	1,00
Massimo	7,00	28,00	256,00
Varianza	2,92	43,51	4568,23
Deviaz. standard	1,71	6,60	67,59

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Struttura di popolazione

In questo caso la struttura della popolazione risulta penalizzata dal basso grado di continuità tra le classi (fase 1: 0,57; fase 2: 0,63) e dai ridotti valori di densità (0,04 ind/m²). Nella fase 1 la popolazione appare strutturata in 4 classi di età, con la 1+ rappresentata dal maggior numero di individui. Nella fase 2 si registra la presenza di 5 classi: tra queste la classe dominante è la 2+. Degna di nota la comparsa dei giovani dell'anno (0+) nella fase 2, che costituiscono il 23,08% della popolazione (0,88 ind/m²); tale presenza depone a favore della valenza riproduttiva del settore. Buone nella fase 1 le percentuali relative agli individui maturi e degli individui che superano la taglia legale (21,05%); tali categorie nella fase 2 subiscono un notevole decremento che può essere attribuito all'abbandono dell'area da parte dei riproduttori una volta trascorso il periodo di frega.

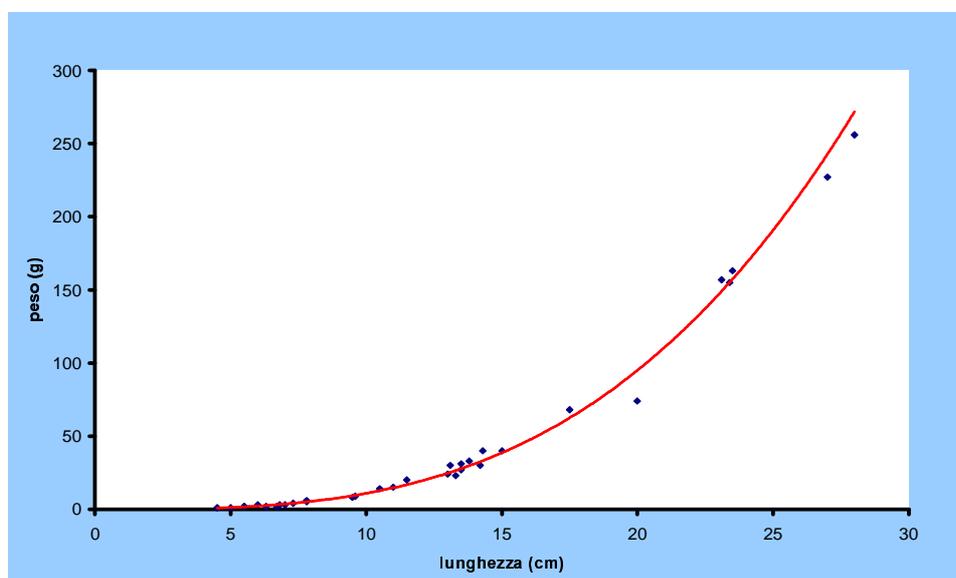
	Fase 1	Fase 2
Numero classi	4	5
Classi totali	7	8
Continuità	0,57	0,63
Densità totale (ind/m ²)	0,04	0,04
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	0,88
% 0+	0,00	23,08
Densità maturi (ind/100 m ²)	0,89	0,40
% maturi	21,05	10,26
Densità taglia legale (ind/100 m ²)	0,89	0,20
% taglia legale	21,05	5,13



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0081x^{3,1276}(R^2=0,9905)$$



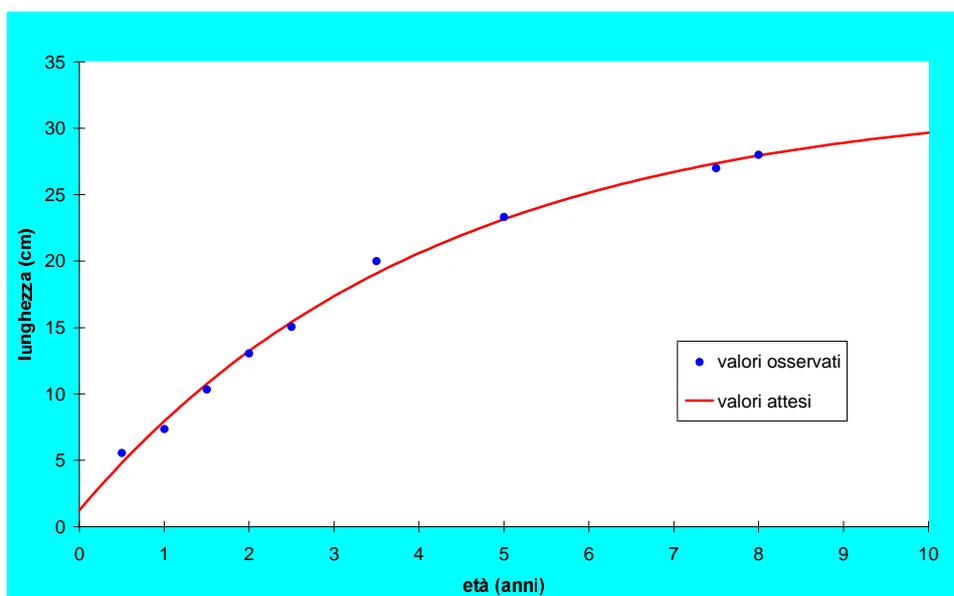
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,13 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria. Tale valore risulta leggermente inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,17.

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t = 32,42 \{ 1 - e^{-0,2426(t+0,16)} \}$$



La lunghezza massima teorica (32,42 cm) assume il valore meno elevato tra quelli calcolati per le altre popolazioni del bacino; per la velocità di accrescimento si registra un valore abbastanza elevato ($K=0,243$) e superiore alla media che è pari a 0,226. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti diversi, è pari a 2,41 ed è inferiore alla media (2,46) calcolata fra le altre popolazioni del bacino del F.Nestore.

Cavedano etrusco

Statistica descrittiva

Complessivamente sono stati catturati 79 esemplari, di età compresa tra 0,5 e 6,5 anni; si osserva la prevalenza di individui giovani, infatti l'età media attribuita è pari a soli 1,85 anni. Le lunghezze ricadono nell'intervallo compreso tra 5 e 24,2 cm, con un valore medio che sfiora i 12 cm. I pesi variano da 1 a 174 g (valore medio: 28,45 g).

	ETA* (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	79	79	79
Media	1,85	11,85	28,45
Minimo	0,50	5,00	1,00
Massimo	6,50	24,20	174,00
Varianza	1,35	16,86	1032,76
Deviaz. standard	1,16	4,11	32,14

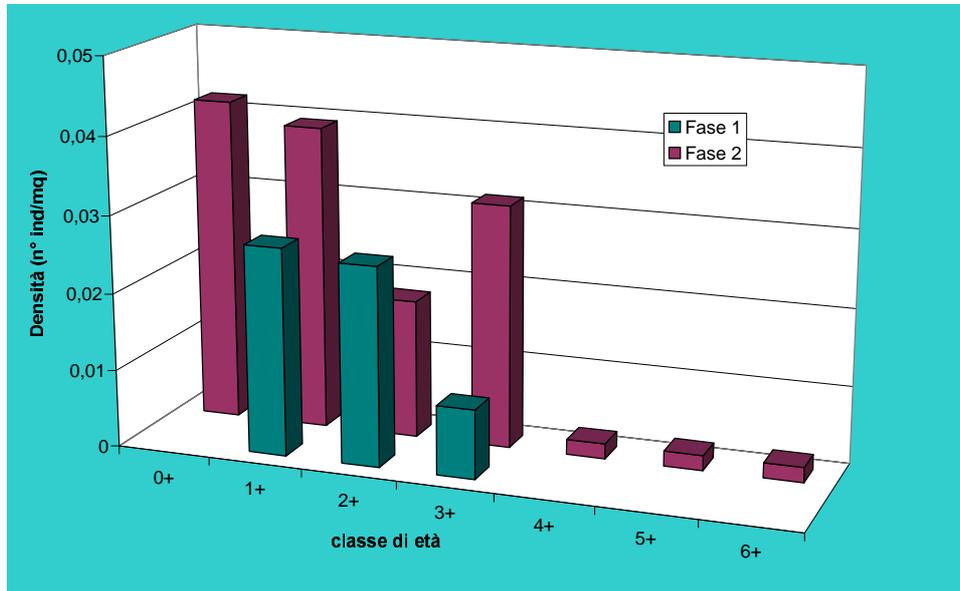
Struttura di popolazione

La popolazione presenta nella fase 2 condizioni nettamente migliori rispetto alla fase 1: tale giudizio deriva dal miglior grado di continuità (fase 1: 0,5; fase 2: 1), dal maggior numero di classi presenti (fase 1: 3; fase 2: 7) e dalla maggiore densità complessiva (fase 1: 0,06 ind/m²; fase 2: 0,14 ind/m²). Nella fase 1 si rileva la presenza di sole 3 classi di età, che vanno con continuità dalla 1+ alla 3+; tra le classi

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	3	7
Classi totali	6	7
Continuità	0,50	1,00
Densità totale (ind/m²)	0,06	0,14
Densità 0+ (ind/100 m²)	0,00	4,18
% 0+	0,00	30,68
Densità maturi (ind/100 m²)	3,46	5,52
% maturi	56,27	40,47
Densità taglia legale (ind/100m²)	0,00	0,00
% taglia legale	0,00	0,00

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

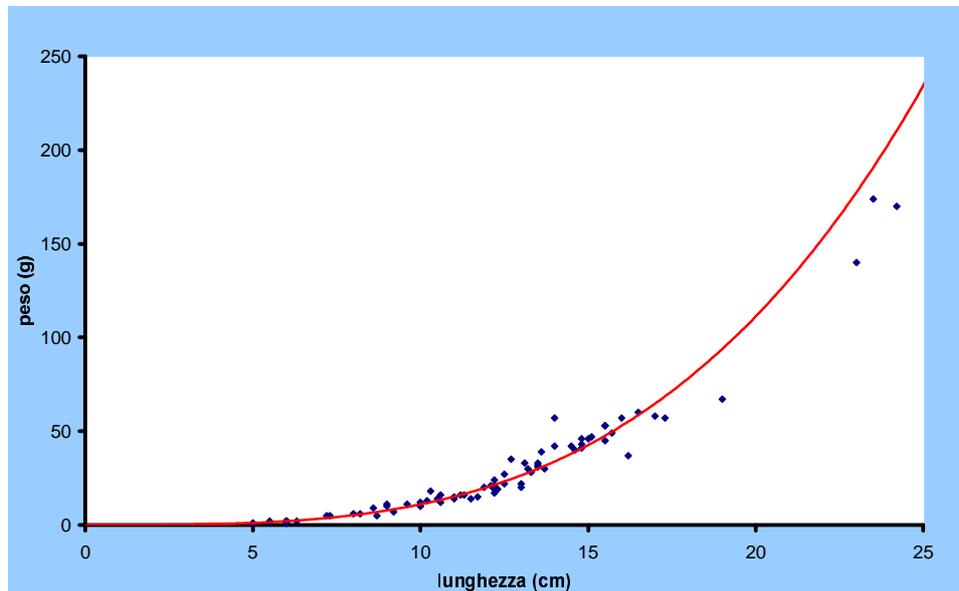
rilevate domina la 1+, ma abbondante è anche la 2+. Nella fase 2 la popolazione si presenta strutturata in 7 classi che si estendono dalla 0+, che costituisce la classe prevalente (30,68 % della popolazione), alla 6+; le classi più vecchie (dalla 4+ alla 6+) sono rappresentate da uno scarso numero di individui. Buone in entrambe le fasi le percentuali relative agli individui che hanno raggiunto la maturità sessuale (fase 1: 56,27%; fase 2: 40,47%).



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0051x^{3,3381} (R^2=0,9718)$$



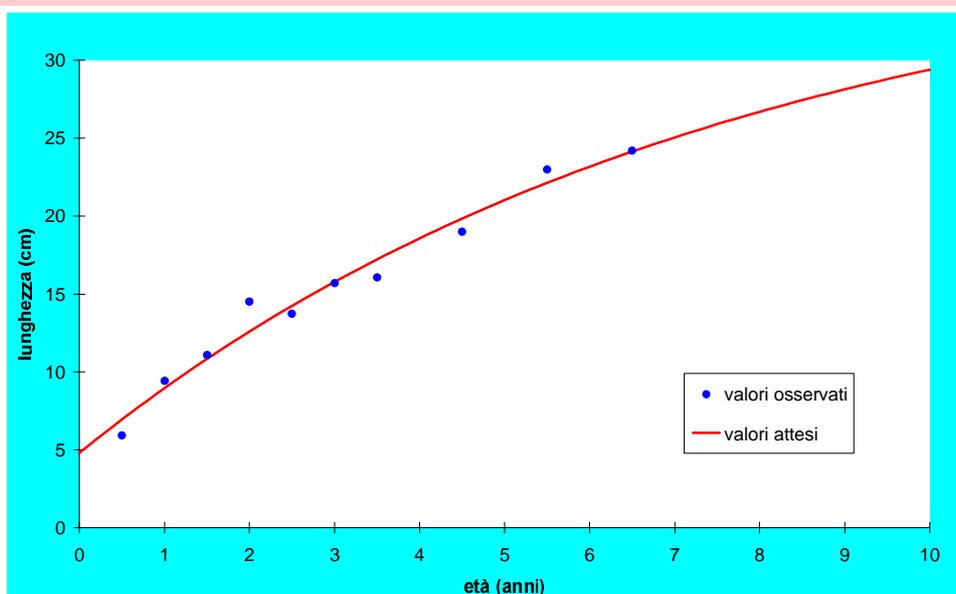
Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,34 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria. Tale valore risulta notevolmente superiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,11.

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t=38,293\{1-e^{-0,1326(t+1,007)}\}$$

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



La lunghezza massima teorica (38,29 cm) assume il valore meno elevato tra quelli calcolati per le altre popolazioni del bacino del F.Nestore; per la velocità di accrescimento si registra un valore discreto ($K=0,133$) e leggermente superiore alla media, che è pari a 0,128. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti diversi, è pari a 2,29 ed è inferiore alla media calcolata fra le altre popolazioni del bacino (2,34).

Vairone

Statistica descrittiva

Il campione è alquanto numeroso (129 individui) e ben distribuito. Le età attribuite oscillano tra un minimo di 0,58 ed un massimo di 4,58 anni, con un valore medio che si attesta su 1,60 anni. Gli individui di taglia più piccola presentano una lunghezza pari a 3 cm, quelli di taglia maggiore superano appena i 15 cm (media: 7,77 cm). I valori relativi al peso variano tra un minimo di 0,4 ed un massimo di 49 g; il valore medio supera di poco i 7 g.

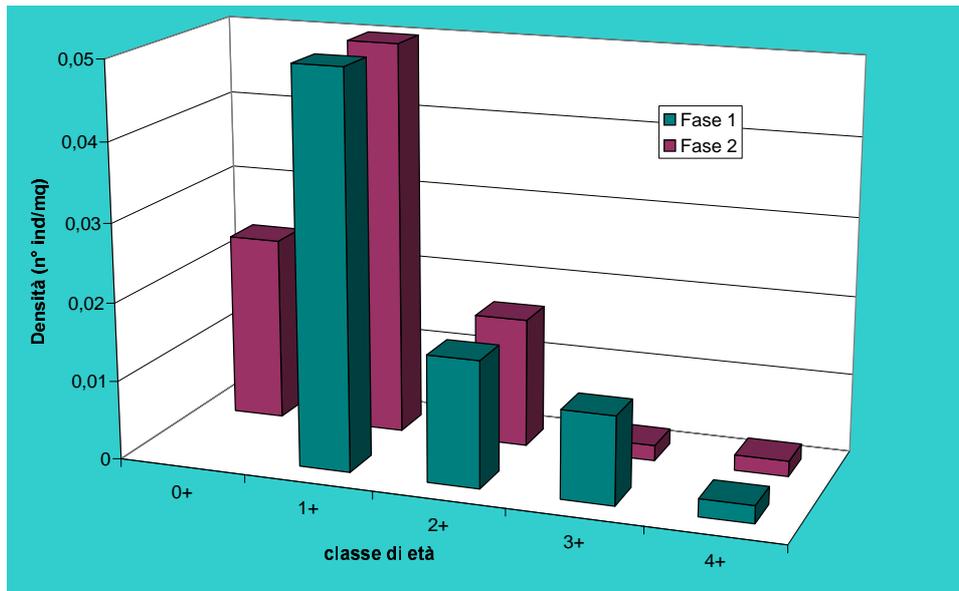
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	129	129	129
Media	1,60	7,77	7,12
Minimo	0,58	3,00	0,40
Massimo	4,58	15,50	49,00
Varianza	0,43	6,60	61,55
Deviaz. standard	0,66	2,57	7,85

Struttura di popolazione

Buona la qualità della struttura in entrambe le fasi: nella fase 1 la popolazione si presenta strutturata in 4 classi di età, che vanno con continuità dalla 1+ alla 4+; a queste nella fase 2 si aggiunge la classe dei giovani dell'anno (0+), che rappresentano il 10,49% del campione complessivo. La classe nettamente prevalente in entrambe le fasi è la 1+. I valori relativi alla densità degli individui che hanno raggiunto la maturità sessuale subiscono un leggero decremento nel passaggio dalla fase 1 (2,93 ind/100 m²) alla fase 2 (2,03 ind/100 m²).

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	4	5
Classi totali	4	5
Continuità	1,00	1,00
Densità totale (ind/m ²)	0,10	0,22
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	2,35
% 0+	0,00	10,49
Densità maturi (ind/100 m ²)	2,93	2,03
% maturi	29,53	9,03

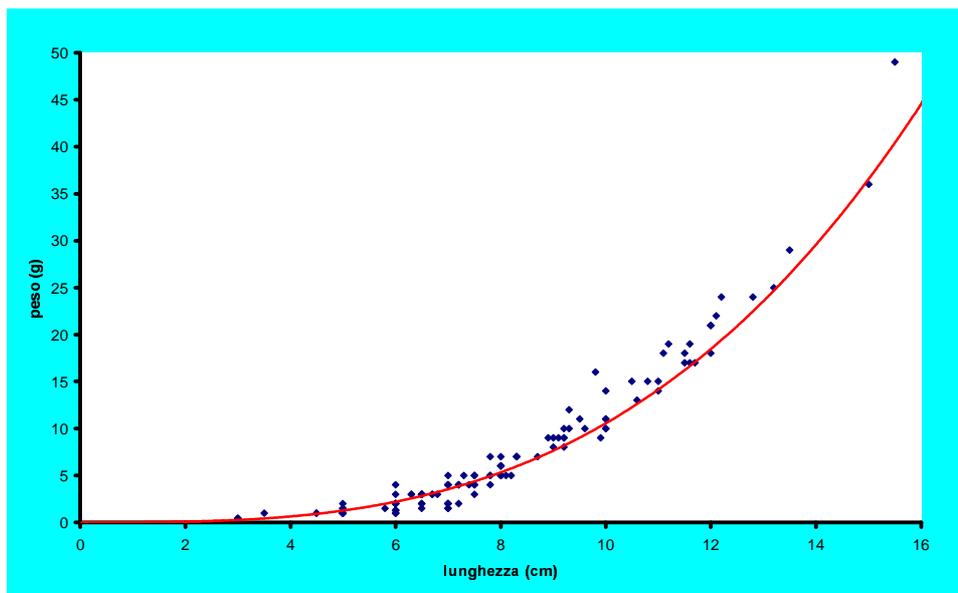
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0091x^{3,0658} (R^2=0,9267)$$



Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,06 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria. Tale valore risulta leggermente superiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,03.

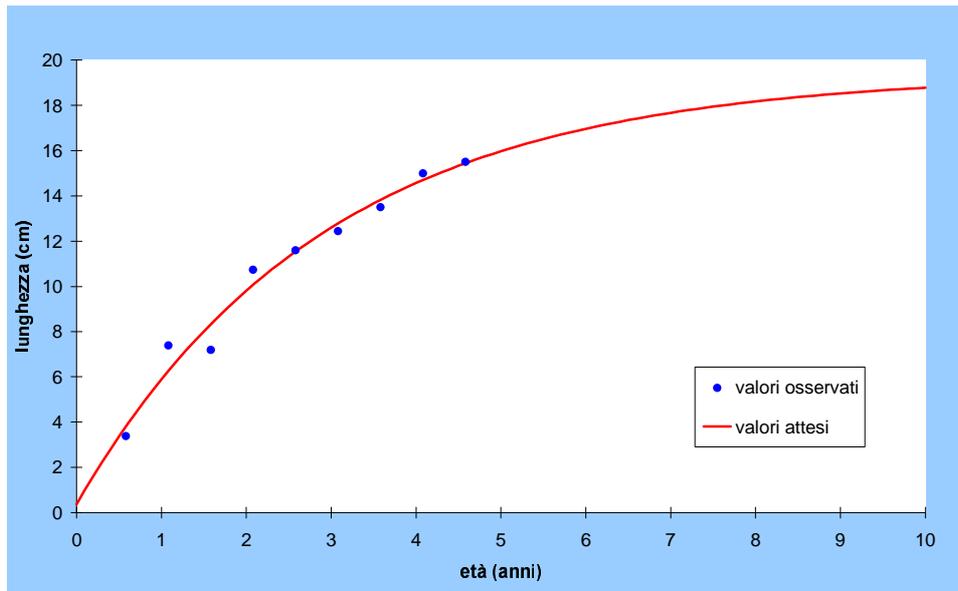
Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t=19,388\{1-e^{-0,3431(t+0,056)}\}$$

La lunghezza massima teorica (19,39 cm) assume un valore modesto in confronto ai valori calcolati per tutte le popolazioni del bacino (media: 21,95 cm); per la velocità di accrescimento si registra un valore alquanto elevato ($K=0,34$) e superiore alla media che è pari a 0,25. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti di popolazioni diverse, è pari a 2,11, che risulta il valore più elevato per la specie nel bacino del F.Nestore (media: 1,91).

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Stazione Fersinone 2 – Località Molino Rotaprona

Comunità ittica

In questo settore il bilancio ambientale è positivo, in quanto tutti i parametri chimico-fisici risultano idonei per i salmonidi; anche i risultati relativi al mappaggio biologico confermano tale giudizio, infatti la stazione considerata rientra nella seconda classe di qualità I.B.E. (ambiente in cui sono

Bilancio ambientale		Idoneo per salmonidi	Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
Vocazione ittica naturale	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca
	Comunità ittica			
Comunità ittica	Anguilla			Carpa e Tinca
	Trotta fario			
	Vairone			
	Barbo tiberino			
	Ghiozzo			
	Barbo del Danubio			
	Gobione			
	Cavedano etrusco			
	Cavedano comune			
	Rovella			
	Lasca			
	Alborella			
	Cobite			
	Tinca			
	Carassio dorato			
Carpa				
Scardola				
Persico sole				
Pesce gatto				
Pseudorasbora				
Specie presente		Specie assente		

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

evidenti alcuni effetti dell'inquinamento). Per le caratteristiche ambientali e per le specie rinvenute il settore viene attribuito alla zona del barbo.

Indici di comunità

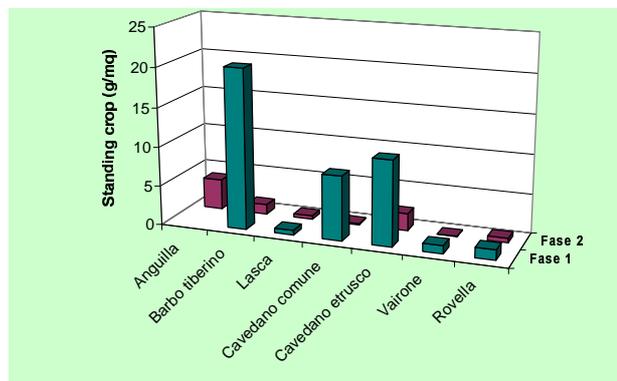
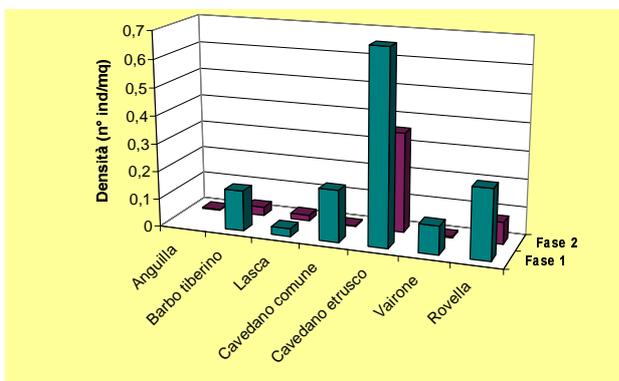
La comunità ittica è composta da 6 specie nella fase 1 e 7 nella fase 2. In entrambe le fasi è presente una sola specie esotica, la lasca, per cui l'indice IQUAL assume valori alquanto elevati e superiori alle medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 0,73; fase 2: 0,77). Il valore relativo all'indice di diversità risulta elevato e al di sopra delle medie nella fase 1, mentre nella fase 2 si riscontra un valore prossimo alla media (fase 1: 1,13; fase 2: 1,04). L'indice di dominanza nella fase 1 risulta notevolmente al di sotto della media, mentre al contrario nella fase 2 è leggermente superiore (fase 1: 0,43; fase 2: 0,46); la specie dominante è il cavedano etrusco. Nella fase 1 per l'indice di evenness si riscontrano dei valori abbastanza elevati e superiori alla media del bacino, mentre nella fase 2 il valore si riduce ed è inferiore alla media calcolata per l'intero bacino (fase 1: 0,65; fase 2: 0,63).

	Fase 1	Fase 2
N° specie	6	7
IQUAL	0,83	0,86
Diversità	1,41	1,00
Dominanza	0,32	0,49
Evenness	0,79	0,52

Densità e standing crop

Per entrambi i parametri si registra un notevole decremento dei valori nella fase 2 rispetto alla fase 1, probabilmente a causa della notevole diminuzione della portata, che ha avuto una ripercussione negativa sulle densità e sulle biomasse di tutte le specie presenti. La specie che fornisce il maggior contributo in termini di densità in entrambe le fasi è il cavedano etrusco, mentre per quanto riguarda il peso le specie dominanti sono il barbo tiberino nella fase 1 e l'anguilla nella fase 2.

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	1,34	41,87
Fase 2	0,54	8,80



Struttura di popolazione e accrescimento

La struttura di popolazione e l'accrescimento sono stati analizzati per il barbo ed il cavedano etrusco. Per la rovella vengono riportati soltanto i risultati relativi alla struttura di popolazione.

Barbo

Statistica descrittiva

Il campione non è molto numeroso (41 individui), ma risulta ben distribuito. Infatti le età attribuite sono comprese tra 0,58 e 8 anni, con un valore medio che supera i 3 anni di età. Le lunghezze ricadono nell'intervallo compreso tra 3 e 33 cm, con una media che sfiora i 18 cm. Il peso minimo registrato è pari a 0,41g, quello massimo raggiunge i 536 g (media: 127, 7 g).

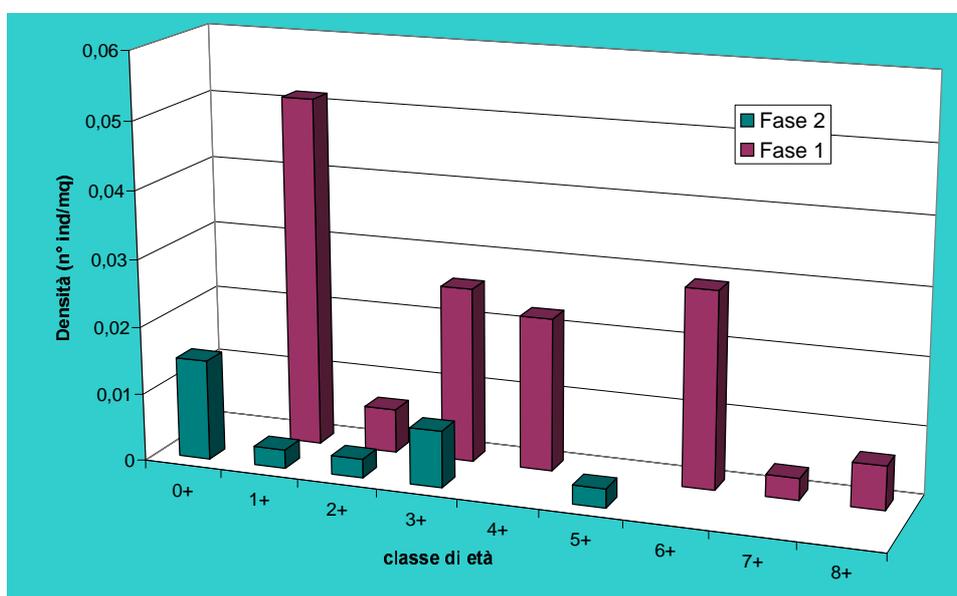
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	41	41	41
Media	3,25	17,90	127,70
Minimo	0,58	3,00	0,41
Massimo	8,00	33,00	536,00
Varianza	4,61	70,20	20712,17
Deviaz. standard	2,15	8,38	143,92

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Struttura di popolazione

Nella fase 1 la popolazione si presenta strutturata in 7 classi di età, che vanno dalla 1+ alla 8+; tra queste risulta dominante la 1+. Nella fase 2 il numero di classi si riduce a 5 per la scomparsa degli individui più anziani, mentre si aggiunge la classe dei giovani dell'anno (0+), che superano il 47% della popolazione. Nella fase 1 risulta buona la abbondanza degli individui maturi (8,71 ind/100 m², 60%), che nella fase 2 diminuisce nettamente (1,11 ind/100 m², 35,29%). Tale fenomeno, unitamente alla cospicua presenza degli 0+ nella fase 2, testimonia della valenza riproduttiva del settore, molto probabilmente utilizzato dalla specie come area di frega, dalla quale i riproduttori si allontanano a riproduzione avvenuta.

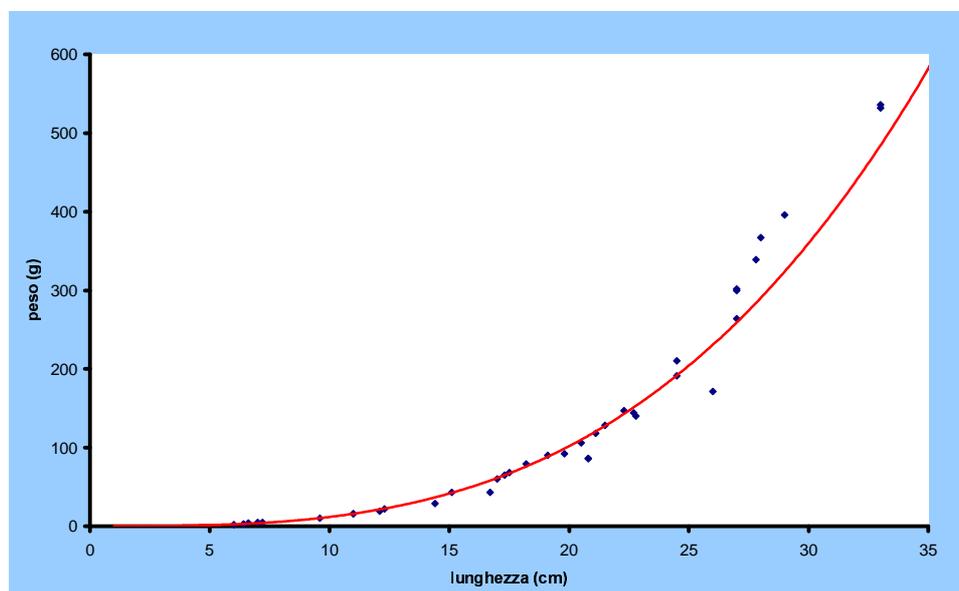
	Fase 1	Fase 2
Numero classi	7	5
Classi totali	8	9
Continuità	0,88	0,56
Densità totale (ind/m ²)	0,15	0,03
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	1,48
% 0+	0,00	47,06
Densità maturi (ind/100 m ²)	8,71	1,11
% maturi	60,00	35,29
Densità taglia legale (ind/100 m ²)	6,13	1,11
% taglia legale	42,22	35,29



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,009x^{3,116} (R^2=0,9905)$$



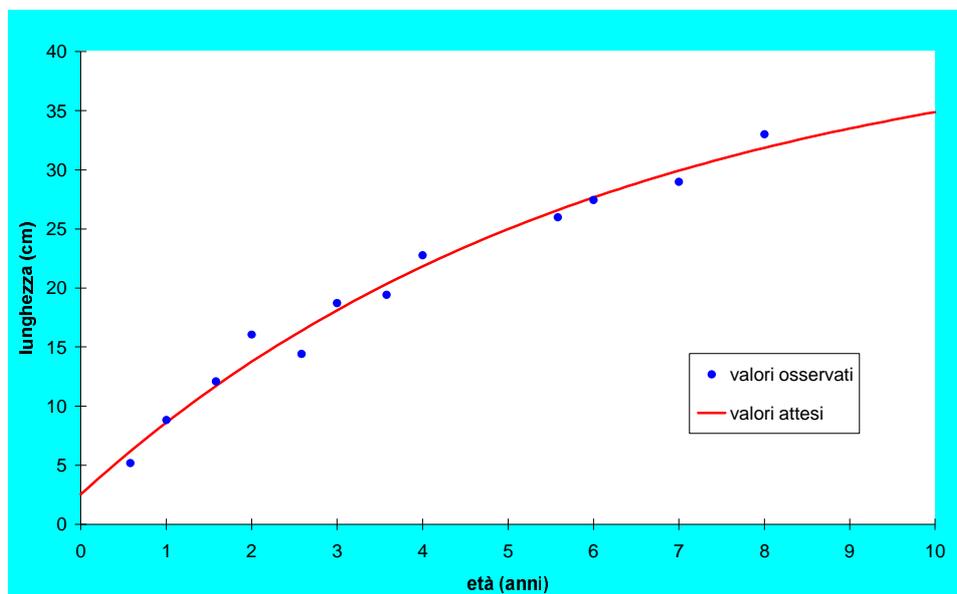
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,12 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria. Tale valore risulta comunque leggermente inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,17.

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t = 42,689 \{ 1 - e^{-0,164(t+0,375)} \}$$



La lunghezza massima teorica (42,69 cm) assume il valore più elevato tra quelli calcolati per tutte le popolazioni del bacino; per la velocità di accrescimento si registra un valore discreto ($K=0,164$), ma sensibilmente inferiore alla media che è pari a 0,226. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti di popolazioni diverse, è pari a 2,48 ed è il valore più elevato tra quelli calcolati per i settori in cui è stato analizzato l'accrescimento della specie. La taglia legale, pari a 20 cm, viene raggiunta tra i 3 e i 4 anni di età.

Cavedano etrusco

Statistica descrittiva

Il campione è molto numeroso (298 individui) ed è costituito prevalentemente da individui giovani. Difatti le età attribuite sono comprese tra 0,58 e 9 anni, con un valore medio pari a soli 1,5 anni. Gli individui di taglia minore hanno una lunghezza pari a 3 cm, quelli di taglia maggiore raggiungono i 30 cm; il valore medio è pari a 8,72 cm. I pesi ricadono nell'intervallo che varia da un minimo di 1 a 275 g; la media sfiora i 15 grammi.

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	298	298	298
Media	1,50	8,72	14,51
Minimo	0,58	3,00	1
Massimo	9,00	30,00	275,00
Varianza	1,01	14,75	761,58
Deviaz. standard	1,01	3,84	27,59

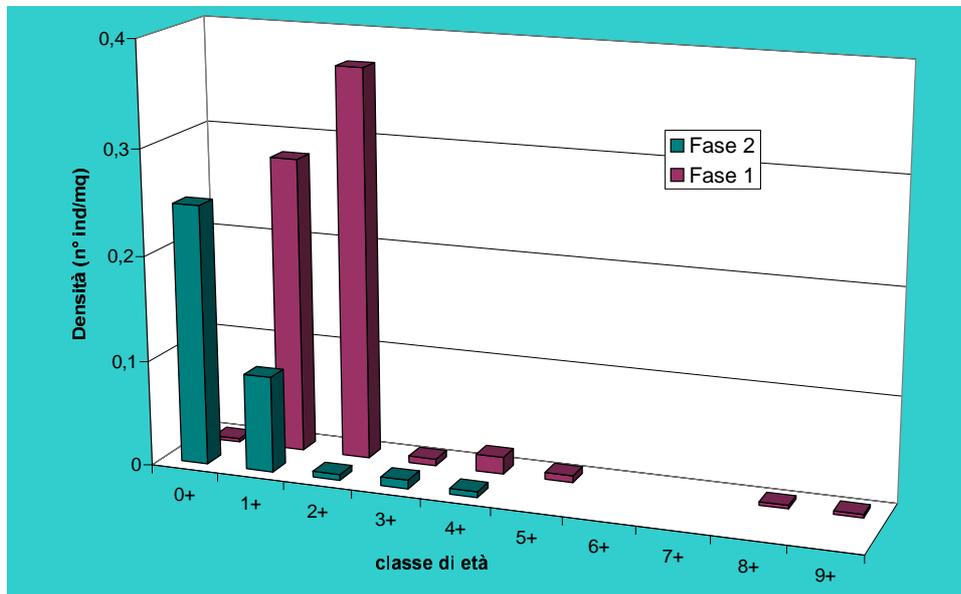
Struttura di popolazione

Nella fase 1 la popolazione si presenta strutturata in 8 classi, che vanno dalla 0+ alla 9+, tra cui prevalgono la 2+ e la 1+; buono il grado di continuità (0,8). Nella fase 2 le classi rilevate vanno dalla 0+ alla 4+; il grado di continuità è penalizzato dall'assenza delle classi più vecchie. Il cospicuo numero di gio-

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	8	5
Classi totali	10	10
Continuità	0,80	0,50
Densità totale (ind/m²)	0,69	0,36
Densità 0+ (ind/100 m²)	0,32	24,70
% 0+	0,47	69,07
Densità maturi (ind/100 m²)	40,58	1,94
% maturi	58,83	5,44
Densità taglia legale (ind/100 m²)	0,65	0,00
% taglia legale	0,94	0,00

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

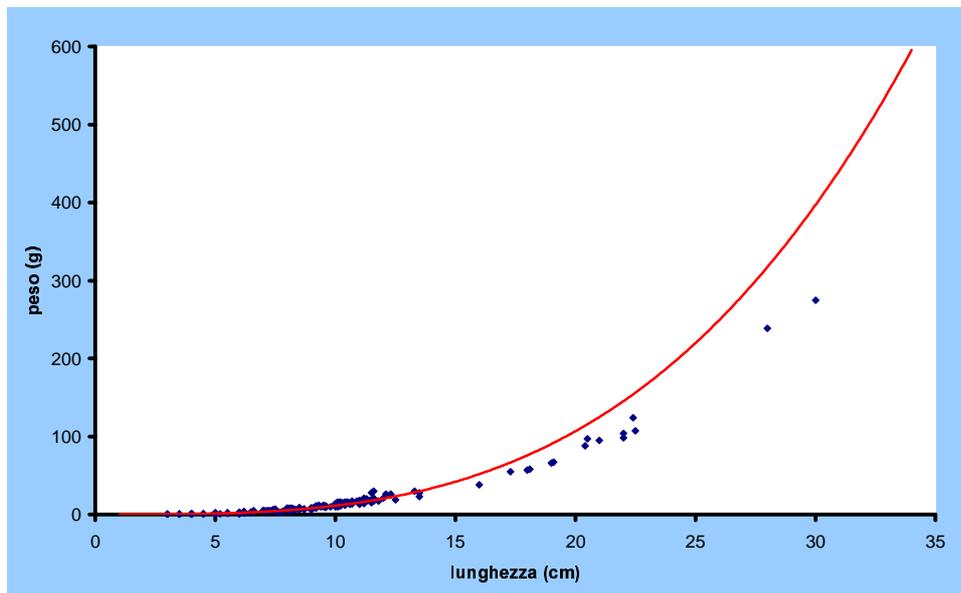
vani dell'anno presenti nella fase 2 (24,70 ind/100 m², pari al 69% del campione totale), unitamente alla drastica diminuzione di individui maturi e di taglia legale nel passaggio dalla fase 1 alla fase 2, fanno ritenere che la specie utilizza tale settore come area di frega, dal quale gli adulti si allontanano alla fine del periodo riproduttivo.



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0065x^{3,2411} (R^2=0,9724)$$



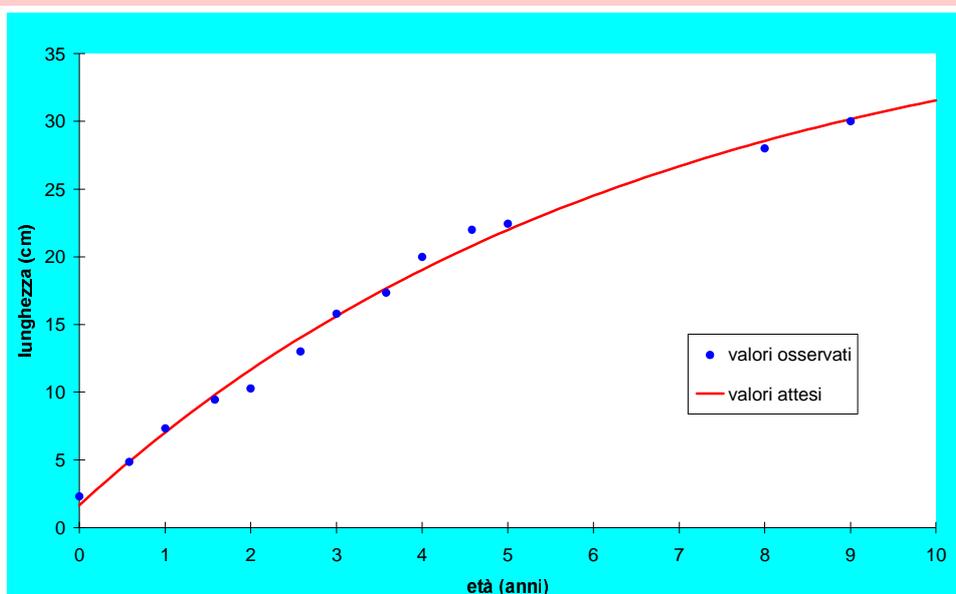
Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,24 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria. Tale valore risulta nettamente superiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,11.

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t=40,04\{1-e^{[-0,1508(t+0,279)]}\}$$

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



La lunghezza massima teorica (40,04 cm) assume un valore leggermente inferiore alla media calcolata fra tutte le popolazioni del bacino (41,88 cm); per la velocità di accrescimento si registra un valore discreto ($K=0,15$) superiore alla media, che è pari a 0,128. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti di popolazioni diverse, è pari a 2,38 ed è leggermente superiore alla media del bacino del F.Nestore (2,34). La taglia legale, pari a 25 cm, viene raggiunta tra i 6 e i 7 anni di età.

Rovella

Statistica descrittiva

Il campione non è molto numeroso (55 individui), ed è costituito prevalentemente da individui giovani. Infatti le età attribuite sono comprese tra 1 e 2,58 anni, con un valore medio pari a 1,69 anni. Le lunghezze ricadono nell'intervallo compreso tra 3 ed 11 cm, mentre la media sfiora i 7 cm (6,82 cm). I pesi variano da un minimo di 0,10 ed un massimo di 16 g; il peso medio è pari a 4,43 g.

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	55	55	55
Media	1,69	6,82	4,43
Minimo	1,00	3,00	0,10
Massimo	2,58	11,00	16,00
Varianza	0,28	6,01	16,60
Deviaz. standard	0,53	2,45	4,07

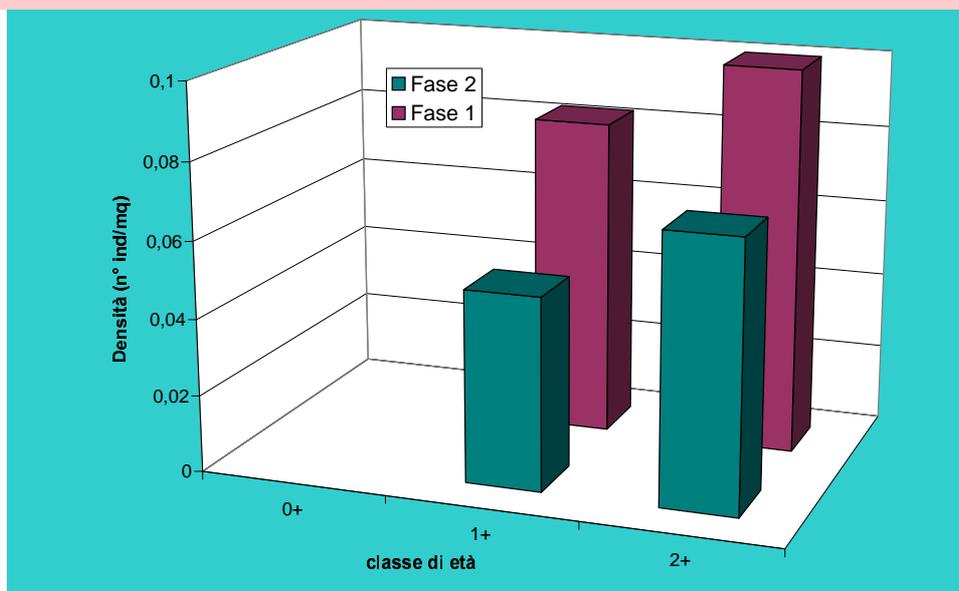
Struttura di popolazione

In entrambe le fasi la popolazione si presenta strutturata in 2 sole classi (1+ e 2+); tra queste risulta maggiormente rappresentata la 2+.

Complessivamente si esprime un giudizio negativo per l'esiguo numero di classi presenti e per l'assenza dei giovani dell'anno (0+). Ben rappresentata nella fase 1 la frazione relativa agli individui maturi, sia in termini assoluti (19,52 ind/100 m²), che in termini percentuali (78,17% del campione totale); nella fase 2 si assiste ad un sensibile decremento di tali valori (4,44 ind/100 m², 57,14%).

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	2	2
Classi totali	2	3
Continuità	1,00	0,67
Densità totale (ind/m²)	0,25	0,08
Densità 0+ (ind/100 m²)	0,00	0,00
% 0+	0,00	0,00
Densità maturi (ind/100 m²)	19,52	4,44
% maturi	78,17	57,14

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Stazione Fersinone 3 – Località Migliano

Comunità ittica

In questo settore il bilancio ambientale è positivo, in quanto tutti i parametri chimico-fisici risultano idonei per i salmonidi; anche i risultati relativi al mappaggio biologico confermano tale giudizio di buona qualità dell'acqua, infatti la stazione considerata rientra nella seconda classe di qualità I.B.E.

Bilancio ambientale	Idoneo per salmonidi			Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca	
Vocazione ittica naturale	Anguilla				
	Trota fario				
	Vairone				
	Barbo tiberino				
	Ghiozzo				
	Barbo del Danubio				
	Gobione				
	Cavedano etrusco				
	Cavedano comune				
	Rovella				
	Lasca				
	Alborella				
	Cobite				
	Tinca				
	Carassio dorato				
Comunità ittica	Carpa				
	Scardola				
	Persico sole				
	Pesce gatto				
Pseudorasbora					

Specie presente

Specie assente

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

(ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento). Per le caratteristiche ambientali e per le specie rinvenute il settore viene attribuito alla zona del barbo.

Indici di comunità

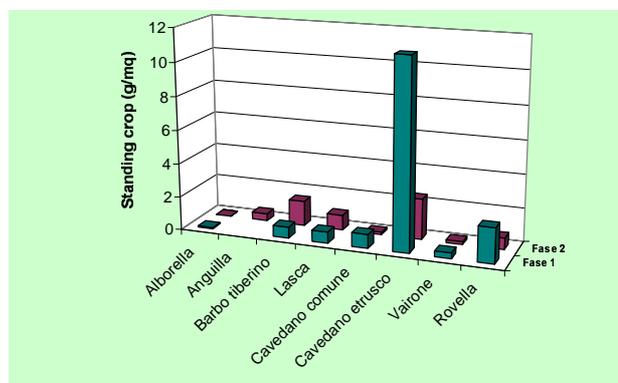
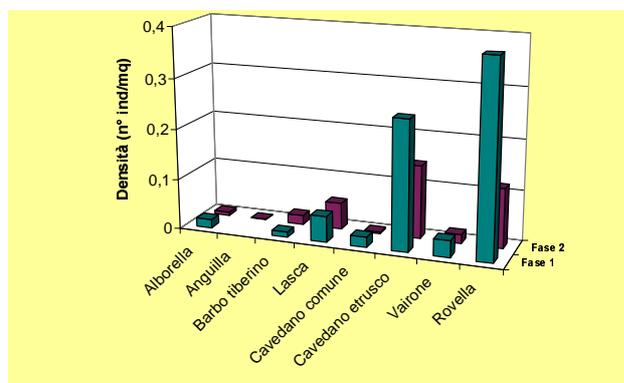
La comunità ittica è composta da 7 specie nella fase 1 e 8 nella fase 2. In entrambe le fasi sono presenti due specie esotiche, la lasca e l'alborella, per cui la comunità ittica risulta parzialmente alterata da un punto di vista qualitativo: l'indice IQUAL infatti assume valori abbastanza elevati, ma leggermente inferiori alle medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 0,73; fase 2: 0,77). Dato il buon numero di specie presenti, i valori calcolati per l'indice di diversità superano in entrambe le fasi i valori medi del bacino (fase 1: 1,13; fase 2: 1,04). L'indice di dominanza assume valori modesti e inferiori alle medie (fase 1: 0,43; fase 2: 0,46); risultano dominanti il cavedano etrusco e la rovella. Nella fase 1 l'indice di evenness coincide con il valore medio calcolato per l'intero bacino (0,65), mentre nella fase 2 si registra un valore leggermente superiore alla media (0,63).

	Fase 1	Fase 2
N° specie	7	8
IQUAL	0,71	0,75
Diversità	1,27	1,44
Dominanza	0,36	0,29
Evenness	0,65	0,69

Densità e standing crop

Per entrambi i parametri si registra un notevole decremento dei valori nella fase 2 rispetto alla fase 1; il fenomeno può essere attribuito in parte alla diminuzione estiva delle portate nella fase 2. Le specie che forniscono il maggior contributo in termini di densità in entrambe le fasi sono il cavedano etrusco e la rovella. Per quanto riguarda lo standing crop, in entrambe le fasi appare netta la dominanza del cavedano etrusco; il minore contributo in termini di biomassa della rovella va attribuito alla piccola taglia della specie.

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	0,77	15,91
Fase 2	0,36	6,28



Struttura di popolazione e accrescimento

La struttura di popolazione e l'accrescimento sono stati analizzati per il cavedano etrusco e la rovella. Per la lasca vengono riportati i risultati relativi all'accrescimento.

Cavedano etrusco

Statistica descrittiva

Il campione è costituito da numerosi individui (237) ed è ben ripartito. Le età attribuite ricoprono l'intervallo compreso tra 0,5 e 9 anni, con un valore medio pari a 2,2 anni. Per gli individui di taglia minore è stata registrata una lunghezza di 4 cm, quelli di taglia maggiore sfiorano i 34 cm (33,8 cm); il valore medio si attesta sui 12 cm (11,85 cm). I pesi oscillano tra 1 e 479 g (media: 32,92 g).

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	237	237	237
Media	2,20	11,85	32,92
Minimo	0,50	4,00	1,00
Massimo	9,00	33,80	479,00
Varianza	2,25	28,38	2961,57
Deviaz. standard	1,50	5,33	54,42

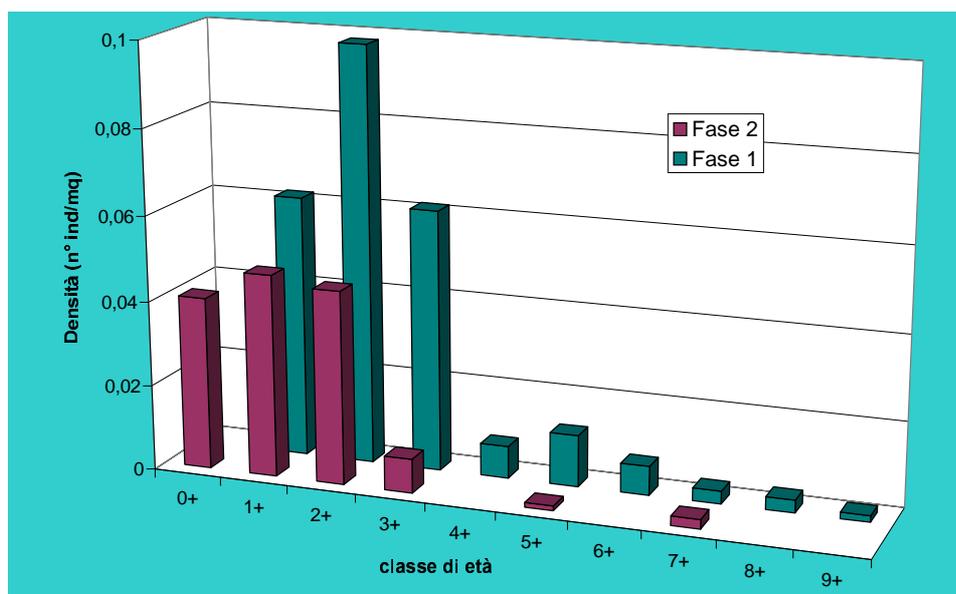
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Struttura di popolazione

La popolazione si caratterizza per la presenza di un elevato numero di classi di età (9 nella fase 1, 6 nella fase 2). Le classi dominanti risultano la 2+ nella fase 1 e la 1+ nella fase 2. Il grado di continuità raggiunge il valore massimo nella fase 1, mentre nella fase 2 diminuisce sensibilmente (0,6) per l'assenza delle classi più vecchie. Nel complesso si esprime un giudizio positivo per le numerose classi rilevate e per la presenza di un cospicuo numero di giovani dell'anno (0+) nella fase 2 (4,06 ind/100 m², 28,03% del campione totale). La valenza riproduttiva del settore è confermata dalla elevata percentuale di individui maturi presenti nella fase 1 (19,36 ind/100 m², 75,85%), in corrispondenza del periodo di frega, mentre nella fase 2 si assiste ad una notevole diminuzione delle presenze relative agli adulti, sia in termini assoluti che in percentuale (5,68 ind/100 m², 39,17%).

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	9	6
Classi totali	9	10
Continuità	1,00	0,60
Densità totale (ind/m ²)	0,26	0,14
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	4,06
% 0+	0,00	28,03
Densità maturi (ind/100 m ²)	19,36	5,68
% maturi	75,85	39,17
Densità taglia legale (ind/100 m ²)	0,75	0,22
% taglia legale	0,00	1,53

Buone le abbondanze degli individui di taglia legale, anche se i valori diminuiscono sensibilmente nella fase 2 rispetto alla fase 1 (fase 1: 0,75 ind/100 m²; fase 2: 0,22 ind/100 m²), sempre in considerazione degli spostamenti legati alla riproduzione della specie e alla riduzione estiva della portata che caratterizza tale settore fluviale.



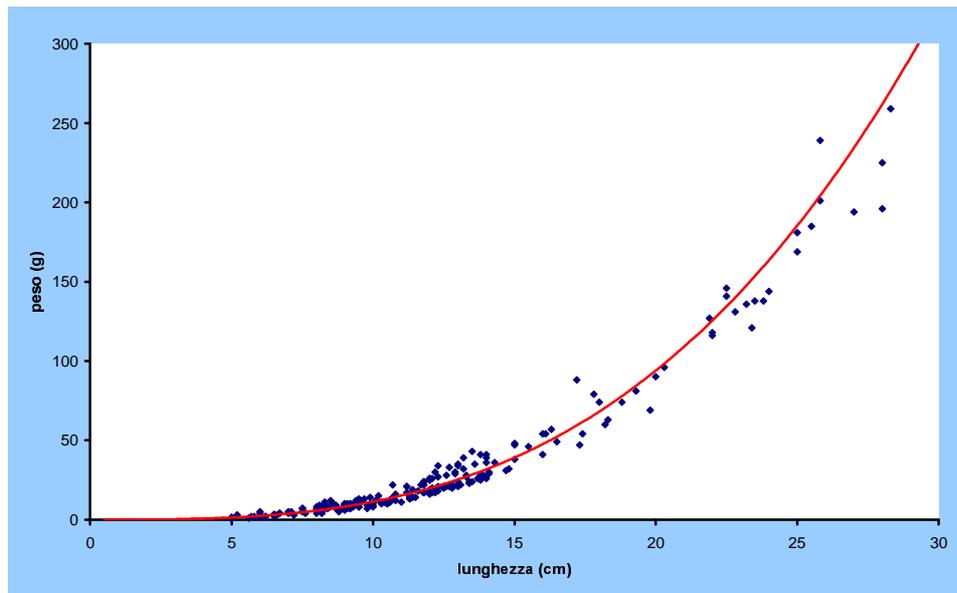
Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0102x^{3,0472} (R^2=0,97)$$

Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,05 ed indica condizioni di crescita non eccessivamente distanti dall'isometria. Tale valore risulta inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,11.

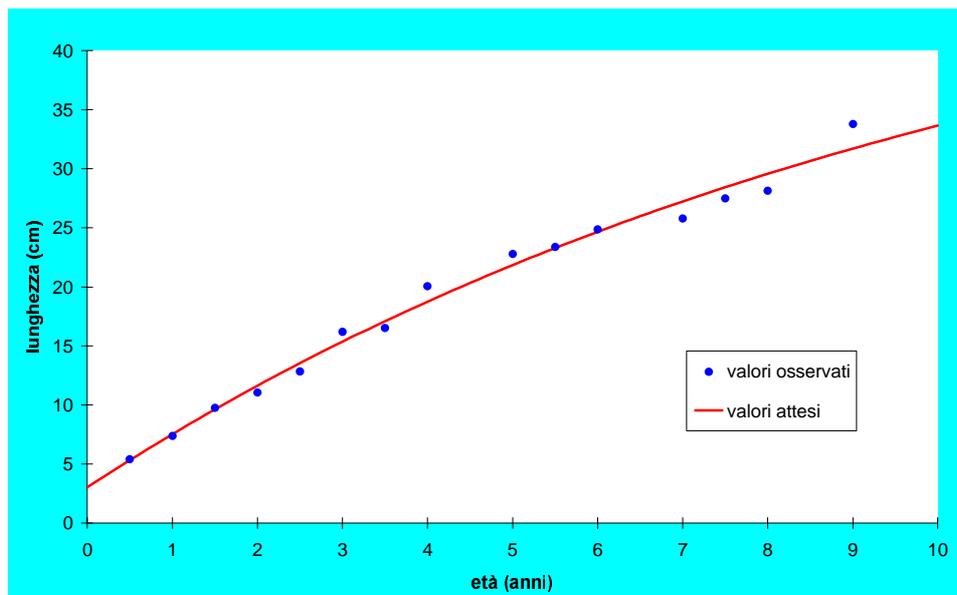
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t = 53,384 \{ 1 - e^{-0,0937(t+0,62)} \}$$



La lunghezza massima teorica (53,38 cm) assume il valore più elevato fra tutte le popolazioni del bacino; per la velocità di accrescimento si registra un valore basso ($K=0,09$), nettamente inferiore alla media che è pari a 0,128. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti di popolazioni diverse, è pari a 2,43 ed è il valore più elevato tra tutte le popolazioni del bacino. La taglia legale, pari a 25 cm, viene raggiunta tra i 6 e i 7 anni di età.

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Rovella

Statistica descrittiva

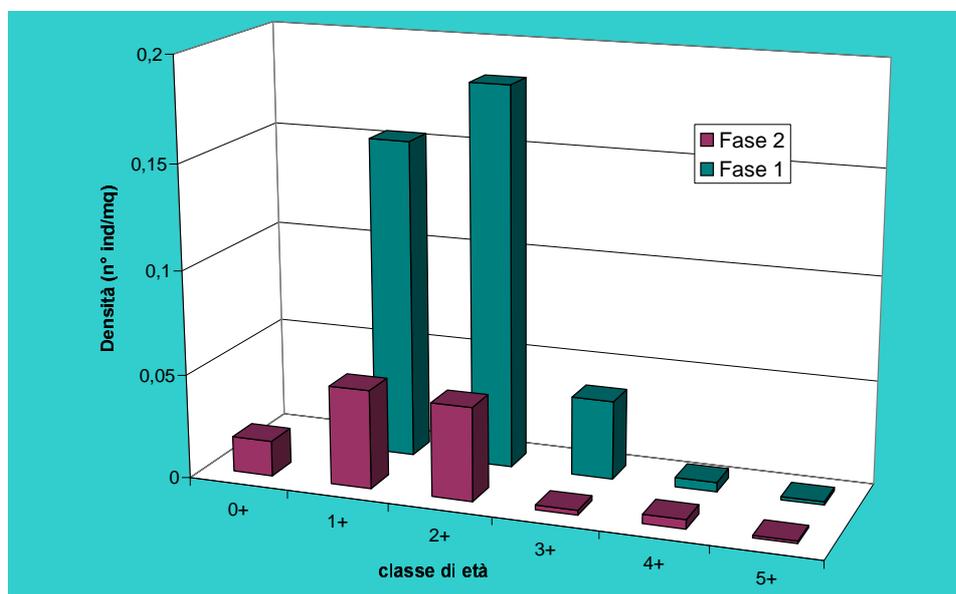
Il campione, costituito complessivamente da 208 individui, è caratterizzato dalla prevalenza di esemplari di piccola taglia. L'età minima attribuita è pari a 0,5 anni, mentre gli individui più vecchi raggiungono i 5,5 anni; il valore medio è pari a 1,75 anni. Le lunghezze sono comprese tra 3 e 13,3 cm, con una media che si attesta sui 7,29 cm. I pesi oscillano tra 0,25 e 26 g (media: 5,43 g).

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	208	208	208
Media	1,75	7,29	5,43
Minimo	0,50	3,00	0,25
Massimo	5,50	13,30	26,00
Varianza	0,79	4,41	21,93
Deviaz. standard	0,89	2,10	4,68

Struttura di popolazione

Nella fase 1 la popolazione si presenta strutturata in 5 classi di età, che vanno senza interruzioni dalla 1+ alla 5+; a queste nella fase 2 si aggiunge la classe dei giovani dell'anno (0+), che costituiscono il 4,5% della popolazione. Le classi maggiormente rappresentate sono la 2+ nella fase 1 e la 1+ nella fase 2. Si esprime un giudizio positivo per il buon numero di classi presenti, per il massimo grado di continuità e per la presenza degli 0+, che depone a favore della valenza riproduttiva del settore. Elevati nella fase 1 i valori relativi agli individui maturi, sia in termini assoluti che in percentuale (22,73 ind/100 m²; 59,67%). Nella fase 2 si assiste ad un decremento di tali abbondanze (5,28 ind/100 m²; 13,86%) probabilmente dovuto all'abbandono del sito riproduttivo da parte degli adulti e alla riduzione delle portate.

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	5	6
Classi totali	5	6
Continuità	1,00	1,00
Densità totale (ind/m ²)	0,38	0,38
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	1,71
% 0+	0,00	4,50
Densità maturi (ind/100 m ²)	22,73	5,28
% maturi	59,67	13,86

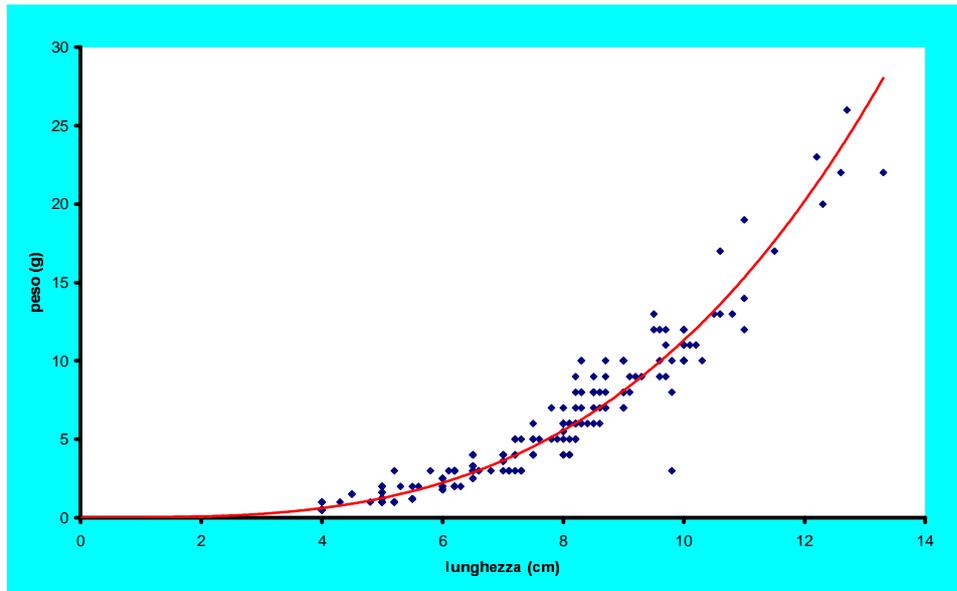


Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0075x^{3,18} (R^2=0,9404)$$

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

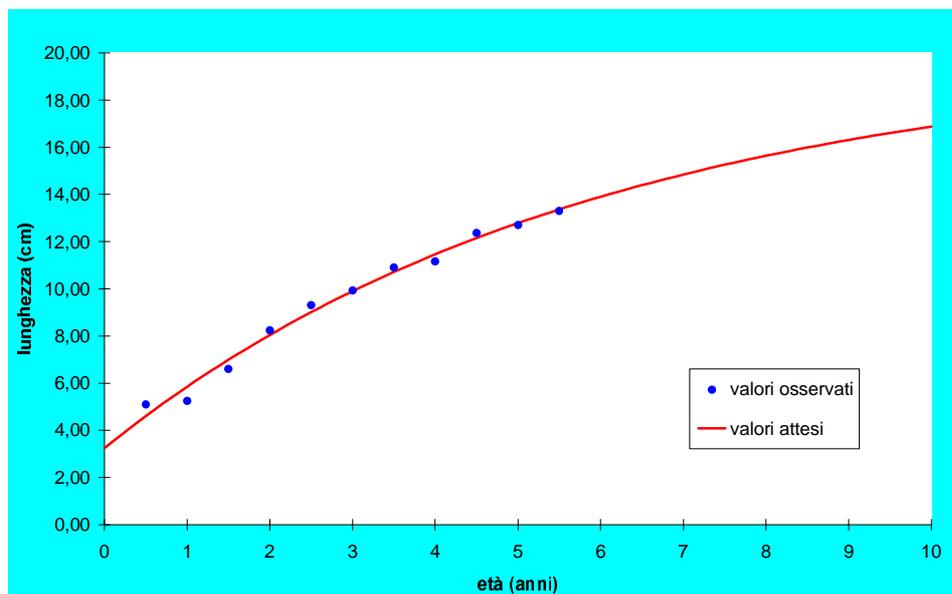


Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,18 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria. Tale valore risulta leggermente superiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,12.

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t = 19,956 \{ 1 - e^{-0,1692(t+1,049)} \}$$



La lunghezza massima teorica (19,96 cm) assume un valore abbastanza elevato e superiore al valore medio calcolato fra tutte le popolazioni del bacino; per la velocità di accrescimento si registra un valore modesto ($K=0,169$) e nettamente inferiore alla media che è pari a 0,256. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti di popolazioni diverse, è pari a 1,83 ed è inferiore alla media calcolata per la specie nel bacino del F.Nestore (1,93).

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Lasca

Statistica descrittiva

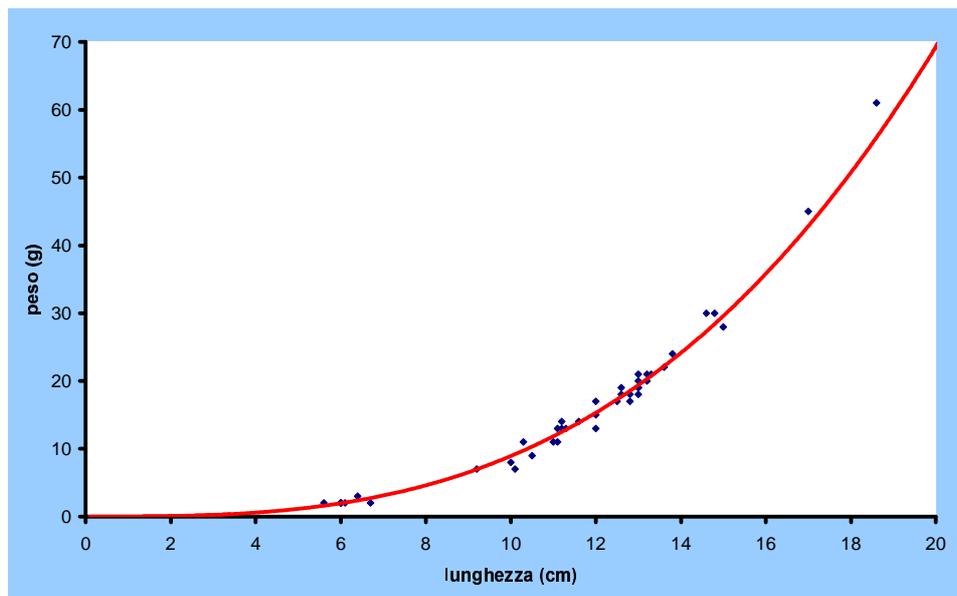
Il campione è costituito complessivamente da 42 individui di età compresa tra 1 e 6 anni; l'età media attribuita supera di poco i 3 anni (3,12). La lunghezza minima è pari a 5,6 cm, la massima sfiora i 19 cm (18,6 cm), con una media pari a 11,5 cm. I pesi oscillano tra 2 e 61 g, la media si attesta attorno ai 16 g.

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	42	42	42
Media	3,12	11,50	16,17
Minimo	1,00	5,60	2,00
Massimo	6,00	18,60	61,00
Varianza	1,55	8,96	131,46
Deviaz. standard	1,24	2,99	11,47

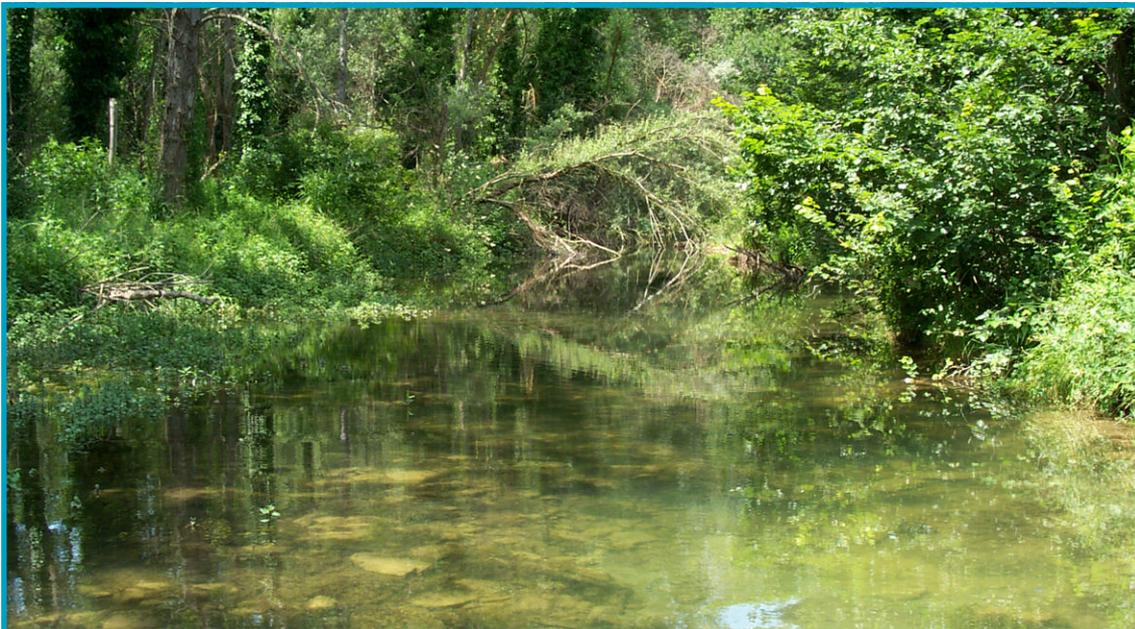
Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0098x^{2,9572} (R^2=0,9863)$$



Il valore del coefficiente di regressione è pari a 2,96 ed indica condizioni di crescita che si discostano leggermente dall'isometria, con esemplari che si accrescono ponderalmente in modo meno che proporzionale rispetto alla lunghezza. Tale valore risulta superiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 2,88.



3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Stazione Fersinone 4 – Località Marsciano

Comunità ittica

In questo settore il bilancio ambientale è dubbio, in quanto tutti i parametri chimico-fisici risultano idonei per i salmonidi, ma per quanto riguarda il mappaggio biologico la stazione rientra nella terza classe di qualità I.B.E. (ambiente inquinato). Per le specie rinvenute il settore viene attribuito alla zona del barbo; si ravvisa comunque la necessità di operare interventi di risanamento e recupero della qualità dell'acqua.

Bilancio ambientale		Idoneo per salmonidi	Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
Vocazione ittica naturale	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca
	Comunità ittica		Anguilla	
			Trota fario	
			Vairone	
			Barbo tiberino	
			Ghiozzo	
			Barbo del Danubio	
			Gobione	
			Cavedano etrusco	
			Cavedano comune	
			Rovella	
			Lasca	
			Alborella	
			Cobite	
			Tinca	
			Carassio dorato	
			Carpa	
			Scardola	
			Persico sole	
			Pesce gatto	
			Pseudorasbora	

Specie presente Specie assente

Indici di comunità

In entrambe le fasi la comunità ittica è composta da 8 specie; la metà di queste è di origine esotica, per cui l'indice IIQUAL assume un valore pari a 0,5, che denota una sensibile alterazione della comunità. Dato il cospicuo numero di specie presenti, l'indice di diversità assume in entrambe le fasi valori alquanto elevati e notevolmente superiori alle medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 1,13; fase 2: 1,04). L'indice di dominanza assume valori modesti e inferiori alle medie (fase 1: 0,43; fase 2: 0,46); le specie dominanti sono il cavedano comune e la lasca nella fase 1 e la pseudorasbora e l'alborella nella fase 2. Elevati in entrambe le fasi e superiori alle medie (fase 1: 0,65; fase 2: 0,63) sono i valori dell'indice di evenness: ciò denota un'equa ripartizione delle risorse tra le specie presenti.

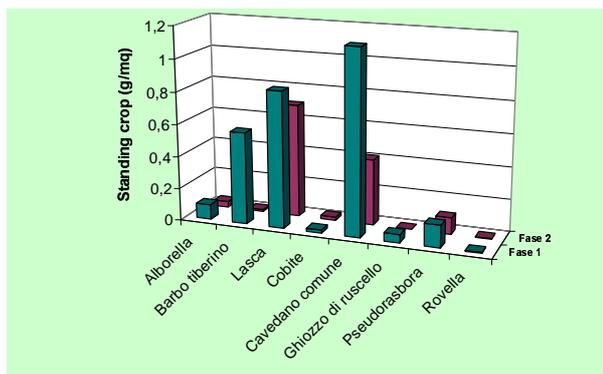
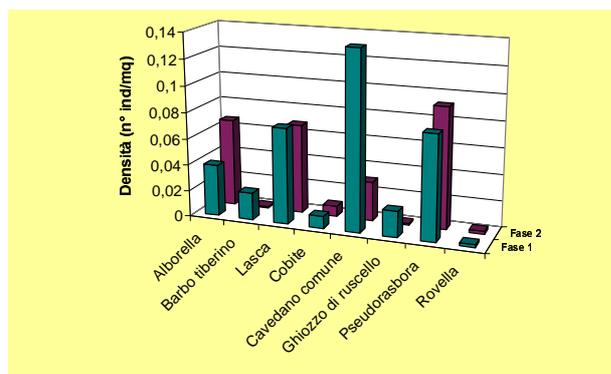
	Fase 1	Fase 2
N° specie	8	8
IIQUAL	0,50	0,50
Diversità	1,68	1,50
Dominanza	0,23	0,26
Evenness	0,81	0,72

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Densità e standing crop

Per entrambi i parametri si registra un sensibile decremento dei valori nel passaggio dalla fase 1 alla fase 2. Tale diminuzione è particolarmente evidente per il cavedano comune, che nella fase 1 risulta la specie dominante sia in termini numerici che ponderali, mentre nella fase 2 i valori di densità e standing crop di tale specie sono più che dimezzati, analogamente a quanto si registra anche per il barbo tiberino ed il ghiozzo di ruscello. Tale fenomeno potrebbe essere dovuto alla diminuzione dei valori di portata durante il periodo estivo.

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	0,38	2,86
Fase 2	0,27	1,29



Struttura di popolazione e accrescimento

L'accrescimento è stato analizzato per la lasca ed il cavedano comune; per quest'ultima specie vengono riportati anche i risultati relativi alla struttura di popolazione.

Cavedano comune

Il campione, costituito in totale da 105 individui, è caratterizzato dalla prevalenza di individui giovani. Difatti le età attribuite variano da 0,41 a 4 anni, mentre il valore medio supera di poco 1 anno di età (1,2 anni). Le lunghezze ricadono nell'intervallo compreso tra 4 e 20,8 cm, con una media che sfiora appena i 9 cm. I pesi oscillano tra 0,48 e 105 g, il valore medio si attesta sui 10,47 g.

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	105	105	105
Media	1,20	8,99	10,47
Minimo	0,41	4,00	0,48
Massimo	4,00	20,80	105,00
Varianza	0,31	12,33	217,70
Deviaz. standard	0,56	3,51	14,75

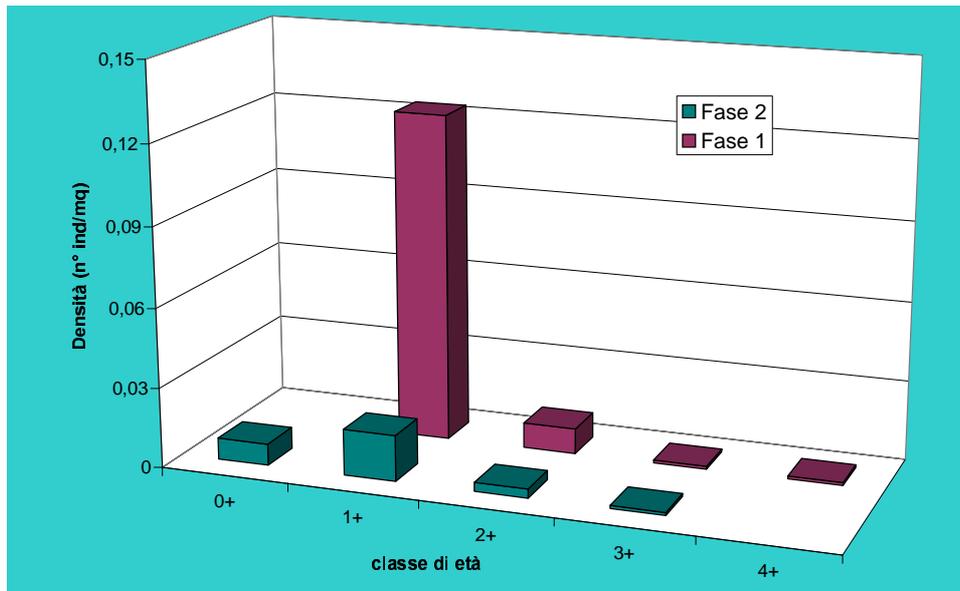
Struttura di popolazione

In entrambe le fasi la popolazione si presenta strutturata in 4 classi di età. In particolare nella fase 1 si registra la presenza delle classi che vanno dalla 1+ alla 4+; il grado di continuità raggiunge il valore massimo (1), la classe maggiormente rappresentata è la 1+. Nella fase 2 compare la classe dei giovani dell'anno (0+), che costituisce il 27% della popolazione, mentre si assiste alla notevole diminuzione degli individui appartenenti alle altre classi. Si registra infatti un decremento sia della densità totale che dell'abbondanza degli individui maturi (fase 1: 0,23 ind/100 m²; fase 2: 0,11 ind/100 m²).

In entrambe le fasi non risultano presenti individui che raggiungono la taglia legale.

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	4	4
Classi totali	4	5
Continuità	1,00	0,80
Densità totale (ind/m ²)	0,14	0,03
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	0,80
% 0+	0,00	26,92
Densità maturi (ind/100 m ²)	0,23	0,11
% maturi	1,70	3,85
Densità taglia legale (ind/100 m ²)	0,00	0,00
% taglia legale	0,00	0,00

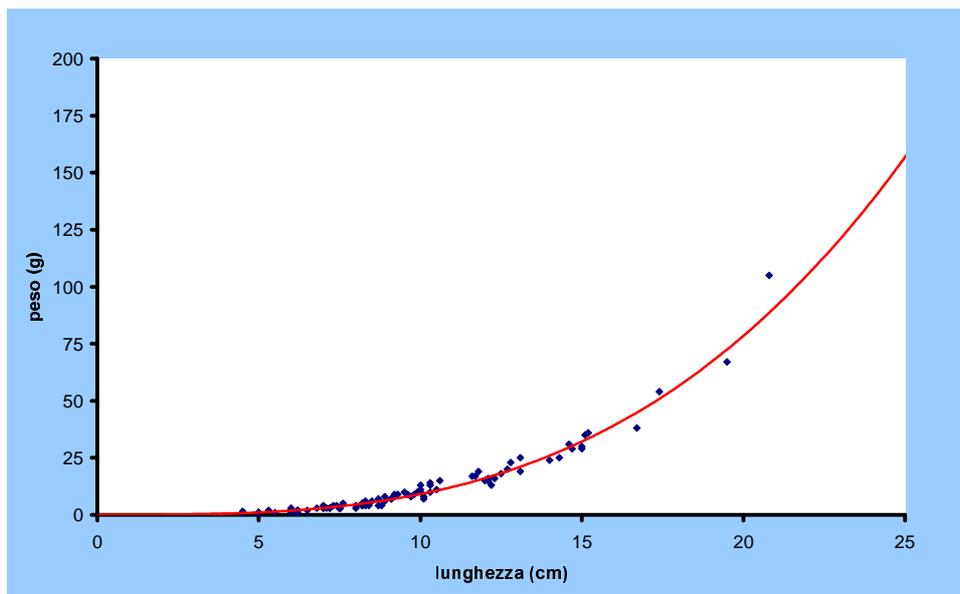
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0072x^{3,1032} (R^2=0,961)$$



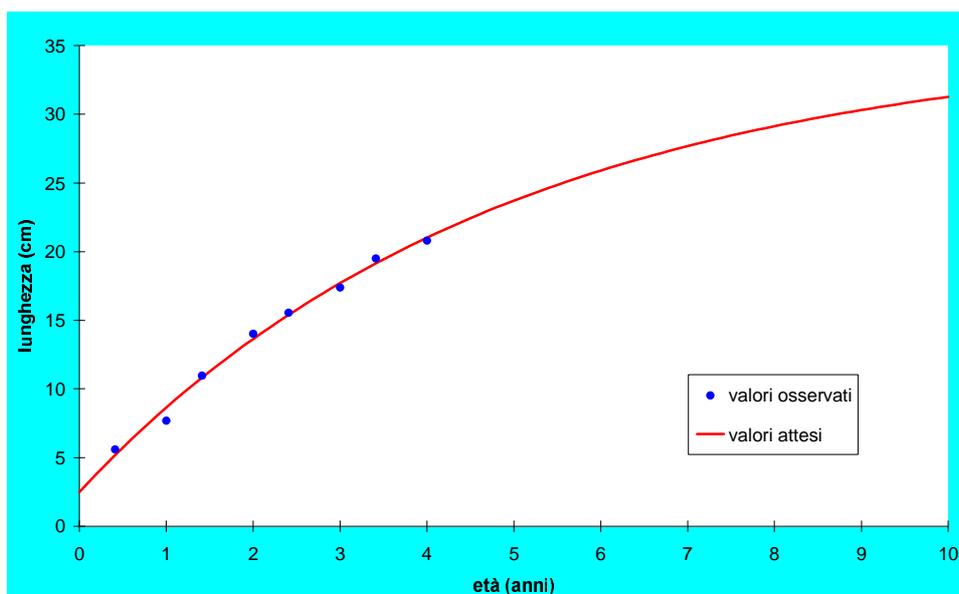
Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,10 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria. Tale valore risulta leggermente inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,14.

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t=35,439\{1-e^{-0,2066(t+0,352)}\}$$

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



La lunghezza massima teorica (35,44 cm) assume un valore modesto e notevolmente inferiore al valore medio calcolato per il bacino (45,73 cm); per la velocità di accrescimento si registra un valore elevato ($K=0,21$) e superiore alla media che è pari a 0,189. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti diversi, è pari a 2,41 ed è inferiore alla media calcolata tra tutte le popolazioni del bacino (2,55). La taglia legale, pari a 25 cm, viene raggiunta tra i 5 e i 6 anni di età.

Lasca

Statistica descrittiva

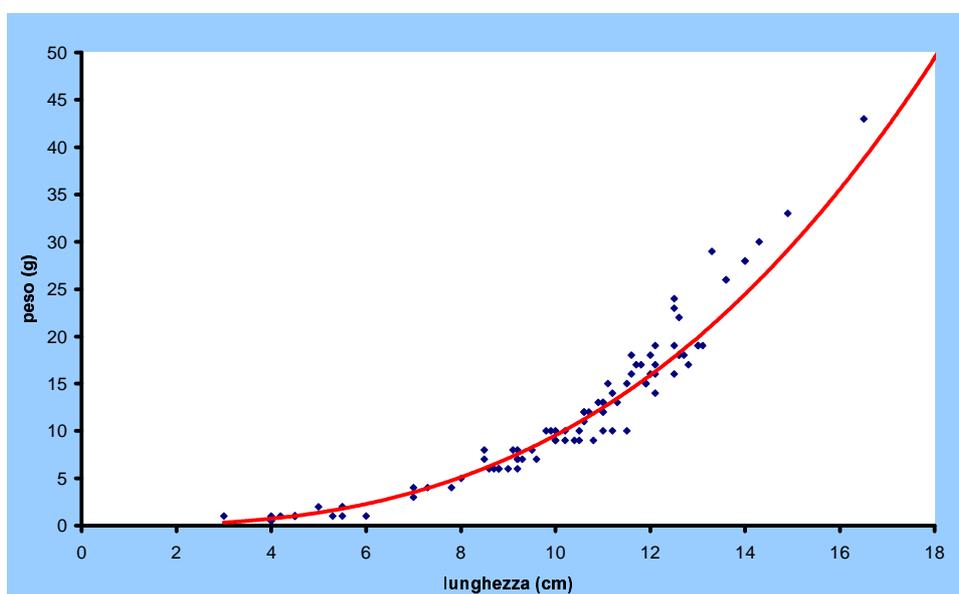
Il campione è costituito complessivamente da 106 individui di età compresa tra 1 e 6 anni; l'età media attribuita sfiora i 3 anni (2,72). La lunghezza minima è pari a 3 cm, la massima supera i 16 cm (16,5 cm), con una media pari a 9,41 cm. I pesi oscillano tra 0,35 e 43 g, la media si attesta sui 10,84 g.

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	106	106	106
Media	2,72	9,41	10,84
Minimo	1,00	3,00	0,35
Massimo	6,00	16,50	43,00
Varianza	1,50	11,29	76,10
Deviaz. standard	1,22	3,36	8,72

Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0152x^{2,798}(R^2=0,9648)$$



3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Il valore del coefficiente di regressione è pari a 2,80 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria, con esemplari che si accrescono maggiormente in lunghezza piuttosto che in peso; tale valore è inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 2,88. Sulla base di tali risultati si può affermare che la specie in questo settore non è nelle condizioni ottimali dal punto di vista nutrizionale.

Stazione Ierna 1 – Località Vignaie

Comunità ittica

In questo settore il bilancio ambientale è positivo in quanto i valori di tutti i parametri rientrano negli standard di qualità previsti dal D. lgs. n. 152. Anche i risultati relativi al mappaggio biologico confermano tale giudizio di buona qualità delle acque, infatti la stazione considerata appartiene alla classe I.B.E. (ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento).

Per le caratteristiche ambientali e per le specie rinvenute questo tratto fluviale viene classificato nella zona del barbo.

Bilancio ambientale		Idoneo per salmonidi	Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
Vocazione ittica naturale	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca
Comunità ittica	Anguilla			
	Trota fario			
	Vairone			
	Barbo tiberino			
	Ghiozzo			
	Barbo del Danubio			
	Gobione			
	Cavedano etrusco			
	Cavedano comune			
	Rovella			
	Lasca			
	Alborella			
	Cobite			
	Tinca			
	Carassio dorato			
	Carpa			
			Scardola	
			Persico sole	
			Pesce gatto	
			Pseudorasbora	

Specie presente Specie assente

Indici di comunità

In entrambe le fasi l'indice di integrità qualitativo risulta massimo, in quanto tutte le specie rinvenute sono autoctone: vairone e rovella sono state catturate in entrambe le fasi, mentre il ghiozzo di ruscello soltanto durante la prima.

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Indici di comunità

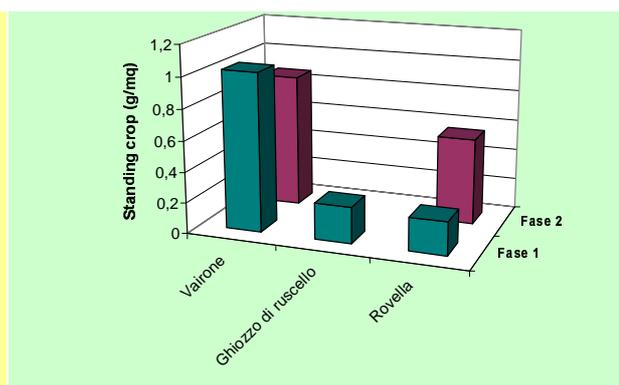
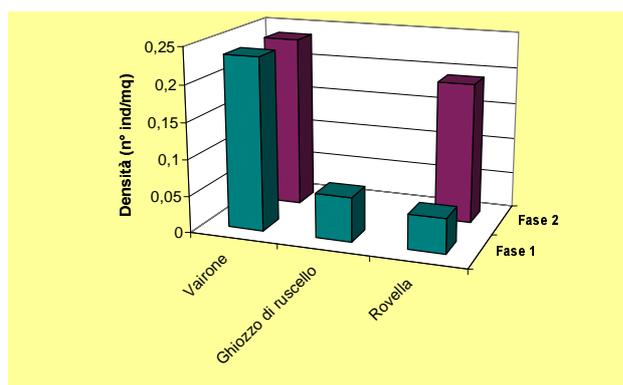
In entrambe le fasi l'indice di integrità qualitativa risulta massimo, in quanto tutte le specie rinvenute sono autoctone: vairone e rovello sono state catturate in entrambe le fasi, mentre il ghiozzo di ruscello soltanto durante la prima. Data l'esiguità del numero di specie catturate, l'indice di diversità, sebbene leggermente più elevato nella fase 1, è inferiore alle medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 1,13; fase 2: 1,04). I valori dell'indice di dominanza, di poco superiori alle medie calcolate per il bacino (fase 1: 0,43; fase 2: 0,46) denotano una buona ripartizione delle risorse. Da notare che l'indice di evenness nella fase 2 risulta il più elevato tra tutti i valori dell'intero bacino ed evidenzia una ottima ripartizione delle abbondanze relative; leggermente minore appare l'evenness della fase 1.

	Fase 1	Fase 2
N° specie	3	2
IIQUAL	1,00	1,00
Diversità	0,84	0,69
Dominanza	0,52	0,51
Evenness	0,76	0,99

Densità e standing crop

I valori di entrambi i parametri risultano particolarmente bassi e nel passaggio tra la fase 1 e la fase 2 sia la densità che lo standing crop non variano molto: la densità aumenta leggermente per l'apporto dei giovani dell'anno delle specie vairone e rovello, mentre lo standing crop rimane praticamente costante.

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	0,34	1,47
Fase 2	0,43	1,43



Struttura di popolazione e accrescimento

Per il vairone sono stati analizzati la struttura di popolazione e l'accrescimento.

Vairone

Statistica descrittiva

Il campione è costituito da 93 individui di età compresa tra 0,50 e 3,08 anni, con un valore medio di 1,23 anni. Le lunghezze variano da un minimo di 4,00 cm a un massimo di 12,70 cm con una media di 6,38 cm. I valori del peso oscillano nell'intervallo compreso tra 0,60 e 28,00 g, con una media di 4,17 g.

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	93	93	93
Media	1,23	6,38	4,17
Minimo	0,50	4,00	0,60
Massimo	3,08	12,70	28,00
Varianza	0,11	3,16	18,00
Deviaz. standard	93,00	1,78	4,24

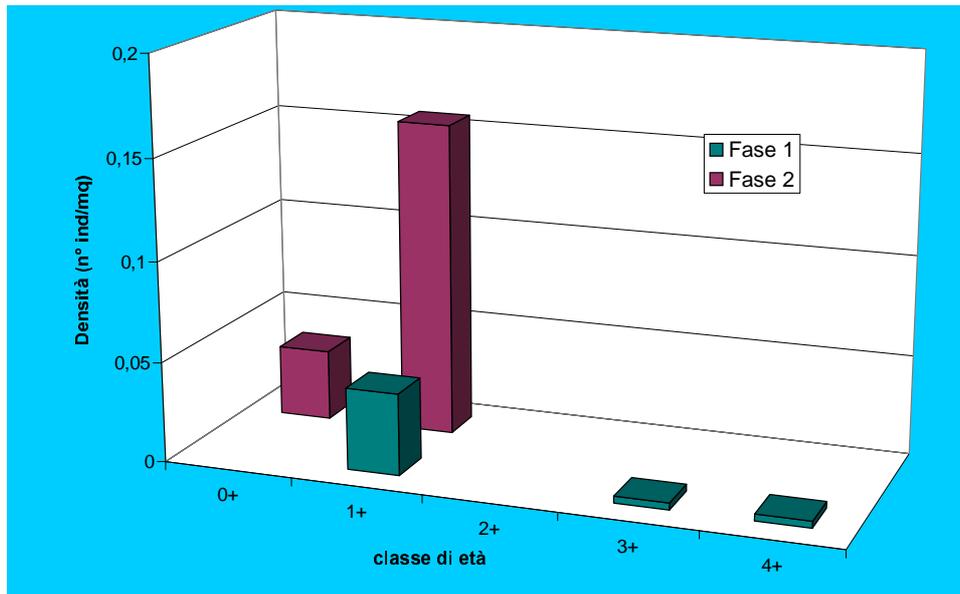
Struttura di popolazione

In totale la popolazione si presenta strutturata in 4 classi di età che vanno dalla 0+ alla 3+. Relativamente alla fase 1, la popolazione è strutturata dalla classe 1+ alla 3+ con il massimo grado di continuità, sebbene pochi esemplari siano maturi (1,67 ind/100m², 7% del totale). Nella fase 2 si aggiungono pochi individui giovani dell'anno (1,57 ind/100m²,

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	3	2
Classi totali	3	4
Continuità	1,00	0,50
Densità totale (ind/m²)	0,24	0,24
Densità 0+ (ind/100 m²)	0,00	1,57
% 0+	0,00	6,64
Densità maturi (ind/100 m²)	1,67	0,00
% maturi	7,07	0,00

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

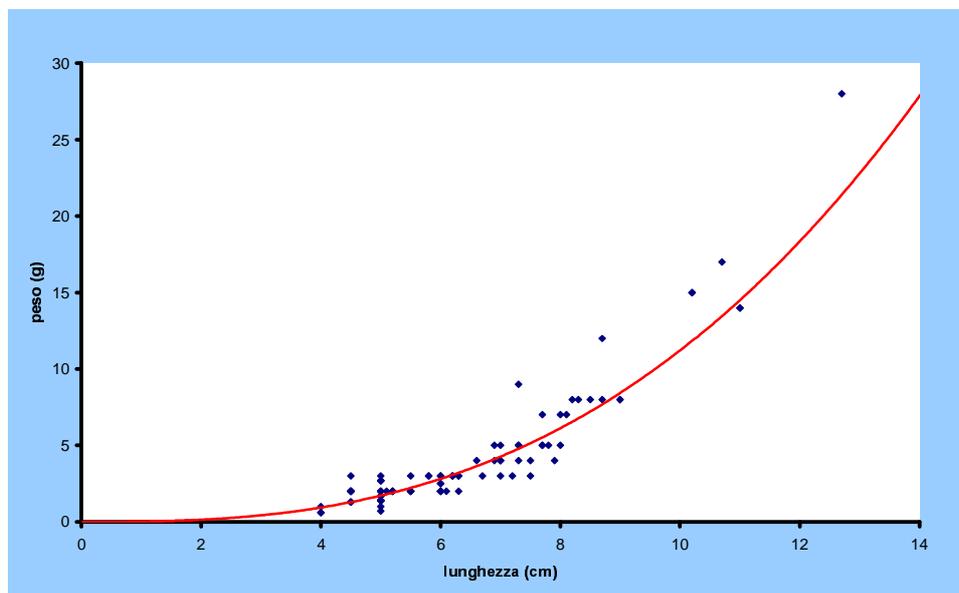
6,64% del totale), mentre risultano assenti le classi 2+ e 3+ e quindi l'abbondanza degli individui maturi si azzerava.



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,022x^{2,7071} \quad (R^2=0,854)$$



Il valore del coefficiente di regressione è pari a 2,7 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria, con esemplari particolarmente esili e longilinei. Tale valore risulta nettamente inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,03.

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Stazione Ierna 2- Località Po Barbano

Comunità ittica

In questo settore i valori di tutti i parametri ambientali rientrano negli standard di idoneità per i salmonidi previsti dal D. lgs. n. 152. Complessivamente il bilancio ambientale risulta però dubbio per i risultati del mappaggio biologico: infatti la stazione considerata appartiene alla III classe di qualità I.B.E. (ambiente inquinato).

Per le caratteristiche ambientali e per le specie rinvenute questo tratto fluviale viene classificato nella zona del barbo.

Bilancio ambientale		Idoneo per salmonidi	Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
Vocazione ittica naturale	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca
	Comunità ittica			
Specie presente	Anguilla			
	Trota fario			
	Vairone			
	Barbo tiberino			
	Ghiozzo			
	Barbo del Danubio			
	Gobione			
	Cavedano etrusco			
	Cavedano comune			
	Rovella			
	Lasca			
	Alborella			
	Cobite			
	Tinca			
	Carassio dorato			
Carpa				
			Scardola	
			Persico sole	
			Pesce gatto	
			Pseudorasbora	
Specie assente				

Indici di comunità

La comunità ittica risulta composta prevalentemente da specie autoctone, con l'eccezione dell'alborella e del carassio dorato, che sono esotiche. Dato il buon numero di specie presenti e le loro abbondanze relative, i valori dell'indice di diversità per entrambe le fasi superano nettamente le medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 1,13; fase 2: 1,04); nella fase 1 la diversità risulta, inoltre, la più elevata dell'intero campione. I valori dell'indice di dominanza, di poco più elevati nella fase 1 rispetto alla fase 2, appaiono in entrambi i casi inferiori alle medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 0,43; fase 2: 0,46). Le specie dominanti sono l'alborella, la rovella ed il cavedano comune. Alquanto elevati

	Fase 1	Fase 2
N° specie	9	8
H'QUAL	0,78	0,75
Diversità	1,72	1,67
Dominanza	0,26	0,22
Evenness	0,78	0,80

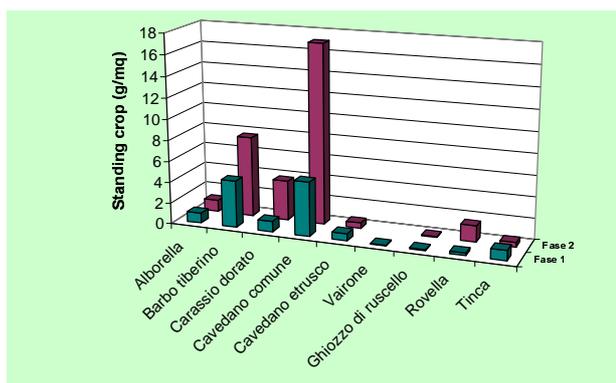
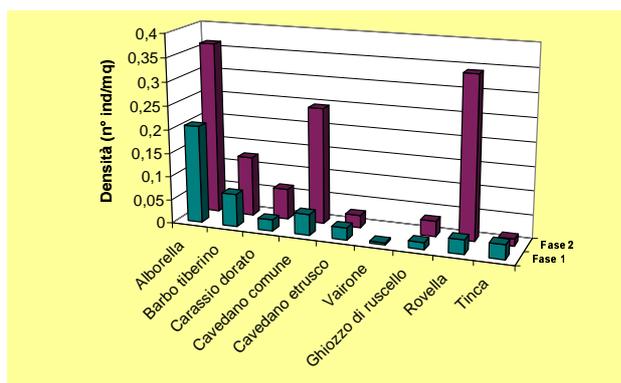
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

risultano i valori dell'indice di evenness che denotano un'equa ripartizione delle risorse tra le specie presenti.

Densità e standing crop

Nel passaggio tra la fase 1 e la fase 2 si nota un cospicuo aumento della densità dovuto principalmente all'alborella, al cavedano comune ed alla rovela, in quest'ultimo caso anche grazie alla presenza dei giovani dell'anno. Per quanto riguarda lo standing crop, che si presenta anch'esso più elevato nella fase 2, il maggior contributo viene dato dal cavedano comune, dal barbo tiberino e dal carassio dorato.

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	0,45	13,63
Fase 2	1,22	32,23



Struttura di popolazione e accrescimento

Per il barbo, il cavedano comune e la rovela sono stati analizzati sia la struttura di popolazione che l'accrescimento.

Barbo

Statistica descrittiva

Il campione è costituito in totale da 65 individui, di età compresa tra 1,00 e 9,58 anni, con un valore medio di 2,78 anni. Le lunghezze variano da un minimo di 7,30 cm ad un massimo di 38,00 cm, con una media di 15,79 cm. I pesi ricadono nell'intervallo compreso tra 4,00 e 551,00 g, mentre il loro valore medio è pari a 67,28 g.

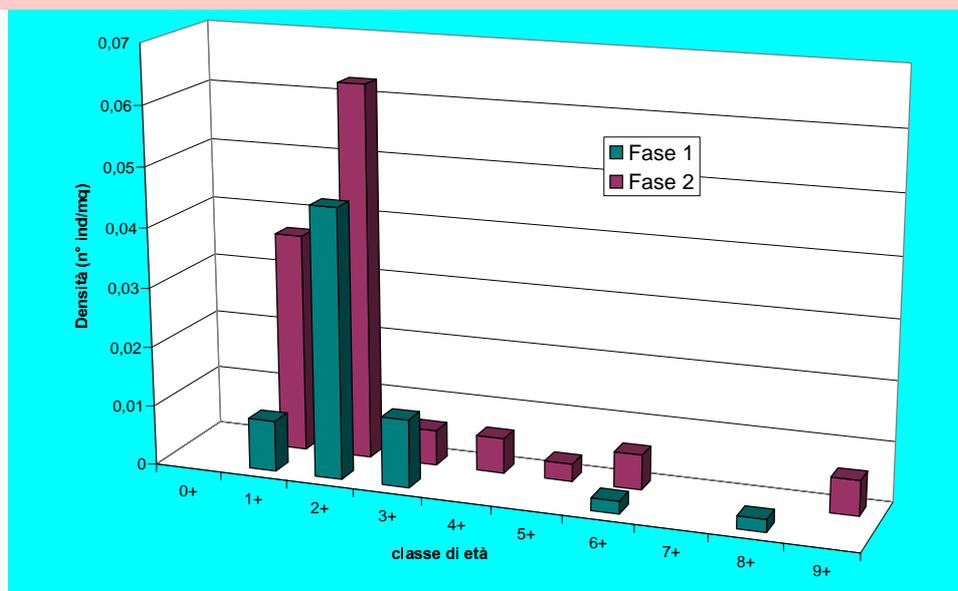
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	65	65	65
Media	2,78	15,79	67,28
Minimo	1,00	7,30	4,00
Massimo	9,58	38,00	551,00
Varianza	3,36	39,48	10905,83
Deviaz. standard	1,83	6,28	104,43

Struttura di popolazione

Nel complesso la popolazione si presenta strutturata in 10 classi di età, che vanno dalla 1+ alla 9+: in entrambe le fasi si riscontra una discreta densità degli individui maturi e l'assenza di esemplari appartenenti alla classe 0+. Nella fase 1 si nota un basso grado di continuità (0,56), dovuto all'assenza delle classi 4+, 5+, 7+, 9+, ed una modesta presenza degli esemplari di taglia legale (0,43 ind/100m², 6,14%). Nella fase 2 si riscontra una maggiore continuità (0,70), anche se risultano comunque assenti le classi 7+ e 8+, mentre l'abbondanza degli individui di taglia legale aumenta rispetto alla fase 1, sia in assoluto (2,06 ind/100m²), sia in percentuale (16,34%).

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	5	7
Classi totali	9	10
Continuità	0,56	0,70
Densità totale (ind/m ²)	0,07	0,13
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	0,00
% 0+	0,00	0,00
Densità maturi (ind/100 m ²)	1,56	2,65
% maturi	22,52	21,01
Densità taglia legale (ind/100 m ²)	0,43	2,06
% taglia legale	6,14	16,34

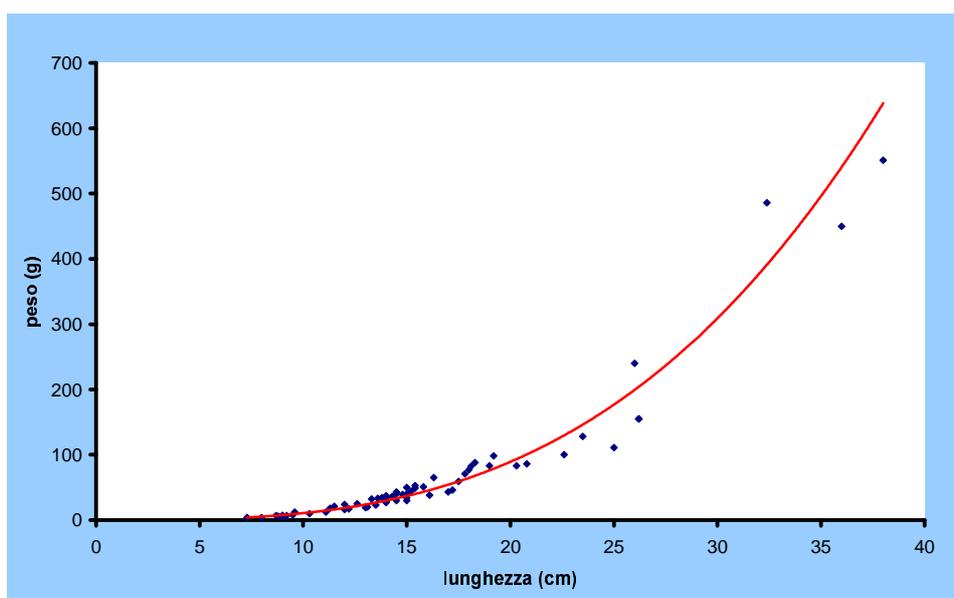
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0091x^{3,0688} \quad (R^2=0,9676)$$



Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,07 ed indica condizioni di crescita maggiori dell'isometria. Tale valore risulta inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,17.

Cavedano comune

Statistica descrittiva

Il campione è costituito da 99 individui, di età compresa tra 0,58 e 11,00 anni, con un valore medio di 2,85 anni. Le lunghezze variano da un minimo di 5,00 a un massimo di 41,00 cm e presentano una media di 16,31 cm. I valori relativi al peso ricadono nell'intervallo compreso tra 1,00 e 936,00 g; il valore medio è pari a 77,29 g.

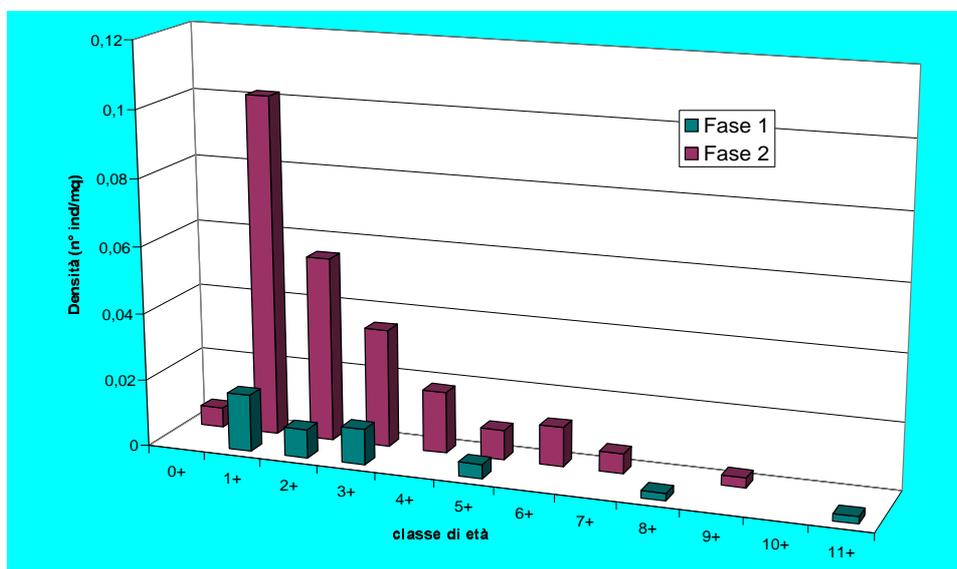
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	99	99	99
Media	2,85	16,31	77,29
Minimo	0,58	5,00	1,00
Massimo	11,00	41,00	936,00
Varianza	3,84	55,20	17445,80
Deviaz. standard	1,96	7,43	132,08

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Struttura di popolazione

Nel complesso la popolazione si presenta strutturata in 12 classi di età, che vanno dalla 0+ alla 11+. Dal confronto tra le fasi appare una differenza sostanziale sia nel numero di classi presenti, sia nel grado di continuità. Relativamente alla fase 1, infatti, le 6 classi rilevate sono rappresentate da pochi individui, che in massima parte hanno raggiunto la maturità sessuale (42,86%); il grado di continuità appare modesto (0,55), in quanto risultano assenti le classi 4+, 6+, 7+, 9+, 10+. La fase 2 presenta una maggiore continuità (0,75) ed una struttura più equilibrata; sono presenti i giovani dell'anno, anche se con un modesto numero di individui (0,59 ind/100m², pari al 2,39% del campione) e sono assenti le classi 8+, 10+, 11+. Buone nella fase 2 sono anche le abbondanze degli individui che hanno raggiunto la maturità sessuale (8,31 ind/100m², 33,79%) e la taglia legale (2,94 ind/100m², 11,96%).

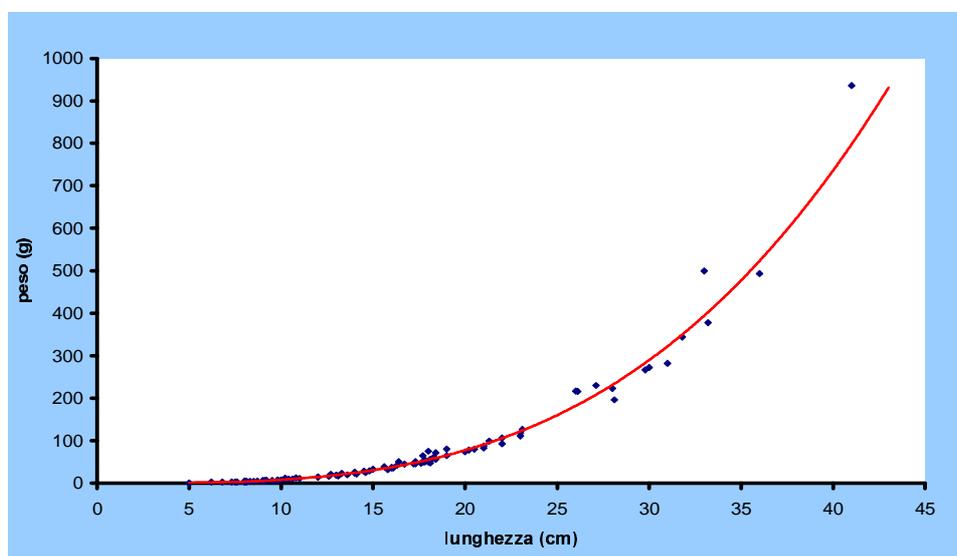
	Fase 1	Fase 2
Numero classi	6	9
Classi totali	11	12
Continuità	0,55	0,75
Densità totale (ind/m ²)	0,04	0,25
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	0,59
% 0+	0,00	2,39
Densità maturi (ind/100 m ²)	1,91	8,31
% maturi	42,86	33,79
Densità taglia legale (ind/100 m ²)	0,85	2,94
% taglia legale	19,05	11,96



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0047x^{3,2445} \quad (R^2=0,9917)$$



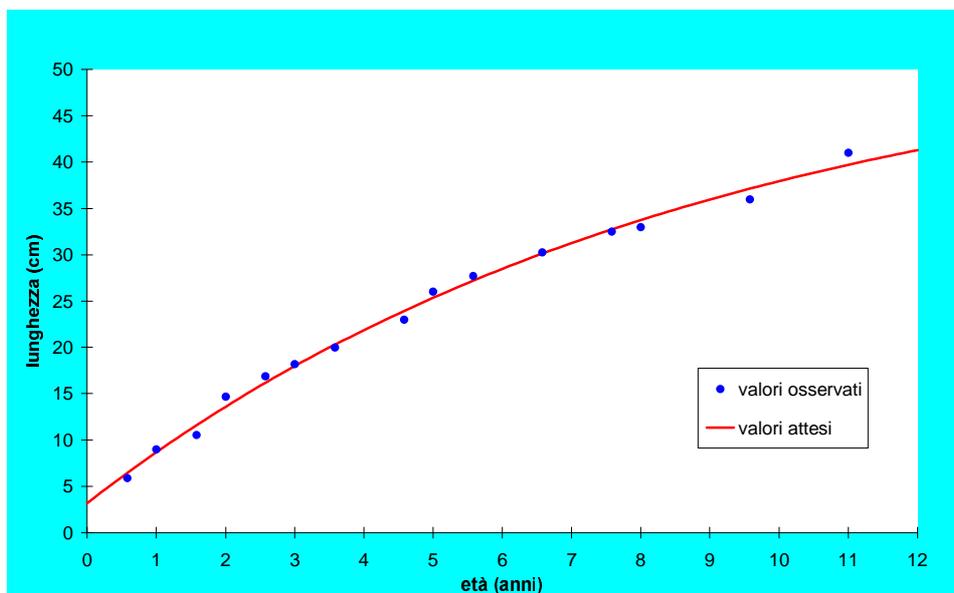
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,24 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria. Tale valore risulta superiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,14.

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva dell'accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t = 54,425 \{1 - e^{-0,1135(t+0,53)}\}$$



La lunghezza massima teorica (54,425 cm) è superiore alla media delle popolazioni del bacino (45,73 cm), mentre la velocità di accrescimento assume il valore più basso ($K=0,1135$) tra tutte quelle calcolate. La taglia legale, pari a 25 cm, viene raggiunta tra i 4 e i 5 anni di età. Il parametro ϕ , che permette di confrontare accrescimenti diversi, è pari a 2,53 e si avvicina al valore medio calcolato tra tutte le popolazioni del bacino ($\phi=2,55$).

Rovella

Statistica descrittiva

Il campione è costituito da 115 individui, di età compresa tra 0,58 e 4,00 anni, con un valore medio pari a 1,51 anni. Le lunghezze ricadono nell'intervallo compreso tra un minimo di 3,50 cm e un massimo di 12,00 cm, mentre la media è pari a 7,28 cm. I pesi variano da 0,50 a 19,00 g; il valore medio si attesta attorno ai 5 g.

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	115	115	115
Media	1,51	7,28	4,97
Minimo	0,58	3,50	0,50
Massimo	4,00	12,00	19,00
Varianza	0,63	4,05	17,70
Deviaz. standard	0,80	2,01	4,21

Struttura di popolazione

Complessivamente la popolazione è strutturata in 5 classi di età, che vanno dalla 0+ alla 4+. Relativamente alla fase 1, le densità delle 4 classi presenti sono estremamente basse, anche se la popolazione raggiunge il massimo grado di continuità, con un'elevata percentuale di individui maturi (71,93%). Nella fase 2 la densità aumenta notevolmente, so-

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	4	4
Classi totali	4	5
Continuità	1,00	0,80
Densità totale (ind/m²)	0,03	0,34
Densità 0+ (ind/100 m²)	0,00	9,94
% 0+	0,00	29,10
Densità maturi (ind/100 m²)	2,18	3,44
% maturi	71,93	10,08

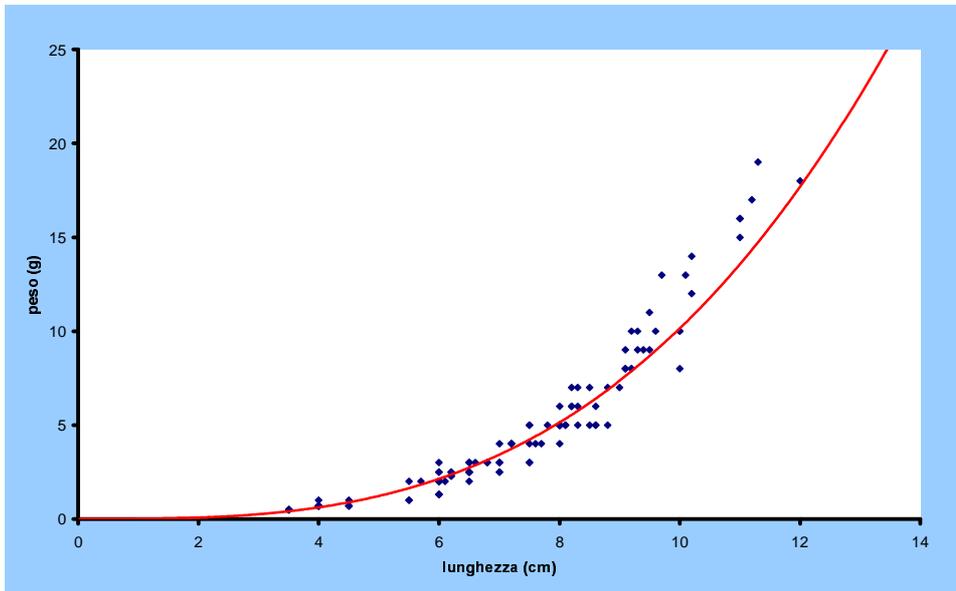
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

prattutto per il contributo della classe 1+ e per la comparsa dei giovani dell'anno (quasi 10 ind/100m², pari al 29,10% del totale). A causa dell'assenza della classe 4+, nella fase 2 non si registra il massimo grado di continuità.

Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0091x^{3,0479} \quad (R^2=0,9592)$$



Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,05 ed indica condizioni di crescita diverse dall'isometria. Tale valore risulta inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,12.



Campionamento ittico sul T.Ierna

Foto: Ghetti

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Stazione Moiano 1 – Località Acqua Calda

Comunità ittica

In questo settore tutti i parametri rilevati rientrano negli standard di qualità previsti dal D. lgs. n. 152 per i ciprinidi; mentre il bilancio ambientale appare dubbio a causa dei risultati relativi al mappaggio biologico, poiché la stazione considerata rientra nella III classe di qualità I.B.E (ambiente inquinato). Per le caratteristiche ambientali e per le specie rinvenute la stazione viene classificata nella zona del barbo.

Bilancio ambientale		Idoneo per salmonidi	Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
Vocazione ittica naturale	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca
	Comunità ittica			
Comunità ittica	Anguilla			
	Trota fario			
	Vairone			
	Barbo tiberino			
	Ghiozzo			
	Barbo del Danubio			
	Gobione			
	Cavedano etrusco			
	Cavedano comune			
	Rovella			
	Lasca			
	Alborella			
	Cobite			
	Tinca			
	Carassio dorato			
Carpa				
			Scardola	
			Persico sole	
			Pesce gatto	
			Pseudorasbora	
Specie presente		Specie assente		

Indici di comunità

Nel passaggio tra la prima e la seconda fase si riduce il numero di specie rilevate da 6 a 5: nella fase 1 non è stato rinvenuto il carassio dorato, mentre nella fase 2 risultano assenti il cobite ed il vairone. I valori dell'indice di integrità qualitativo non sono molto elevati in entrambe le fasi, per la presenza dell'alborella, del cobite e del carassio dorato, che sono specie introdotte. Nella fase 1 il buon numero di specie rilevate e le loro abbondanze relative rendono elevato l'indice di diversità, che risulta superiore alla media calcolata per l'intero bacino (1,13); nella fase 2 la diversità si riduce notevolmente e appare inferiore alla media calcolata per l'intero bacino (1,04); ciò soprattutto a causa del minor numero di specie presenti e per i bassi valori di densità dell'alborella, dell'anguilla e del carassio dorato. L'indice di dominanza, più elevato nella fase 2, risulta inferiore nelle due fasi ai valori medi calcolati per l'intero bacino (fase 1: 0,43;

	Fase 1	Fase 2
N° specie	6	5
IIQUAL	0,67	0,60
Diversità	1,26	0,91
Dominanza	0,33	0,45
Evenness	0,70	0,56

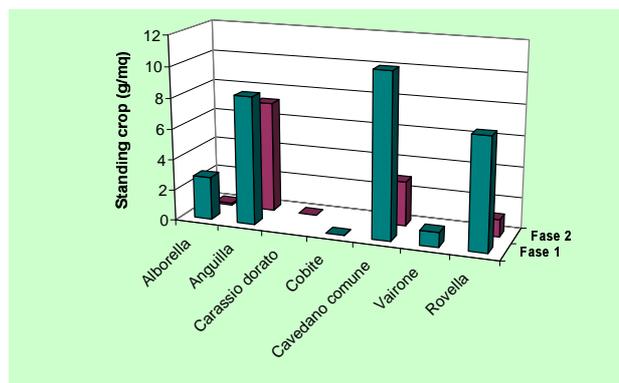
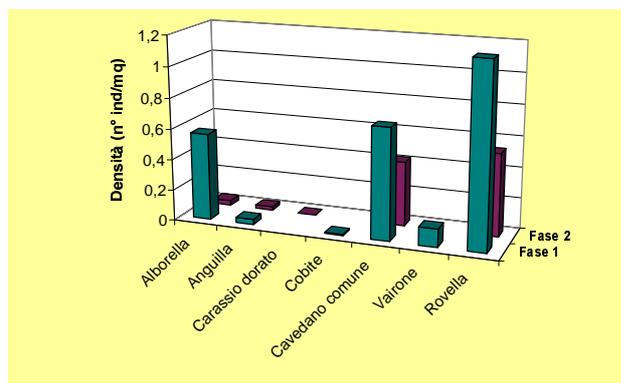
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

fase 2: 0,46): le specie dominanti in entrambe le fasi sono la rovella ed il cavedano comune, a queste due specie si aggiunge nella fase 1 l'alborella. L'indice di evenness appare più elevato (0,70) nella fase 1 rispetto alla fase 2 (0,56) e ciò denota una più equa ripartizione nelle abbondanze delle specie presenti.

Densità e standing crop

Nella fase 2 la densità si riduce a meno della metà rispetto alla fase 1, questo perchè tutte le specie rilevate presentano abbondanze minori, con diminuzioni che, nel caso dell'alborella, risultano molto pronunciate. Anche i valori di standing crop, per i quali le specie più importanti sono costituite da cavedano comune, anguilla e rovella, diminuiscono nettamente e nella fase 2 la biomassa appare quasi un terzo di quella della fase 1.

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	2,61	29,89
Fase 2	1,01	11,37



Struttura di popolazione e accrescimento

Per il cavedano comune e la rovella sono stati analizzati la struttura di popolazione e l'accrescimento.

Cavedano comune

Statistica descrittiva

Il campione è costituito da 164 individui, con una netta prevalenza degli esemplari giovani: infatti, anche se l'età è compresa tra 0,58 e 7,00 anni, il loro valore medio è di soli 1,08 anni. I valori di lunghezza oscillano tra un minimo di 3,00 ed un massimo di 30,40 cm, con una media di 8,40 cm. Il peso varia da un minimo di 0,26 ad un massimo di 312,00 g con un valore medio pari a 14,14 g.

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	164	164	164
Media	1,08	8,40	14,14
Minimo	0,58	3,00	0,26
Massimo	7,00	30,40	312,00
Varianza	0,80	27,19	1233,30
Deviaz. standard	0,89	5,21	35,12

Struttura di popolazione

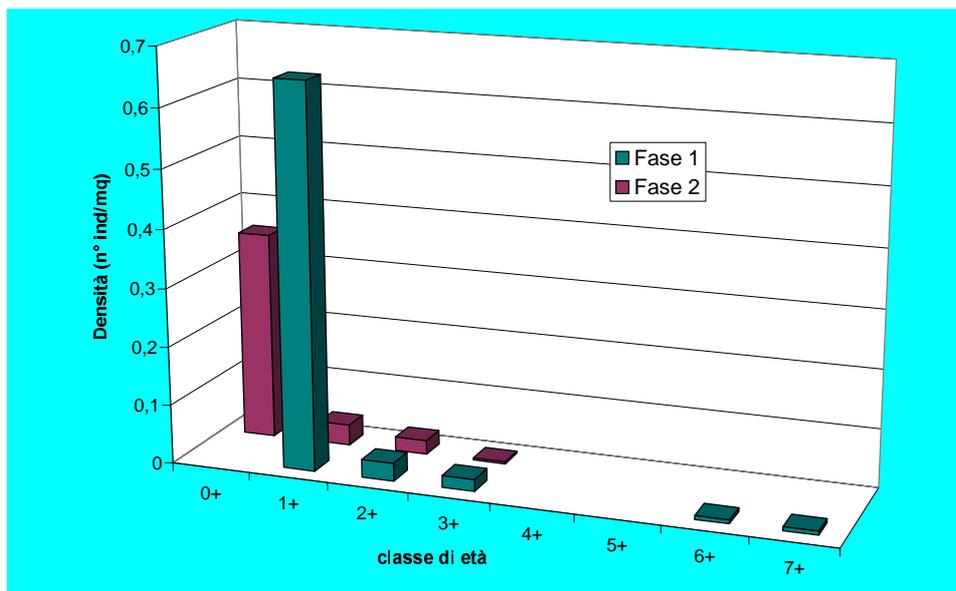
Complessivamente la popolazione appare strutturata in 8 classi di età che vanno dalla 0+ alla 7+. In entrambe le fasi si esprime un giudizio negativo per l'esiguità delle classi più vecchie e per il basso grado di continuità. In particolare nella fase 1 risultano assenti le classi 4+, 5+, mentre tutte le altre, eccetto la classe degli 1+, presentano una densità molto bassa; anche le abbondanze

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	5	4
Classi totali	7	8
Continuità	0,71	0,50
Densità totale (ind/m ²)	0,72	0,42
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	35,52
% 0+	0,00	84,92
Densità maturi (ind/100 m ²)	3,40	0,38
% maturi	4,74	0,92
Densità taglia legale (ind/100 m ²)	1,36	0,00
% taglia legale	1,90	0,00

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

degli individui maturi, quindi, appaiono modeste (3,40 ind/100m²; 4,74%) ed ancor più quelle degli esemplari di taglia legale (1,36 ind/100m²; 1,90%).

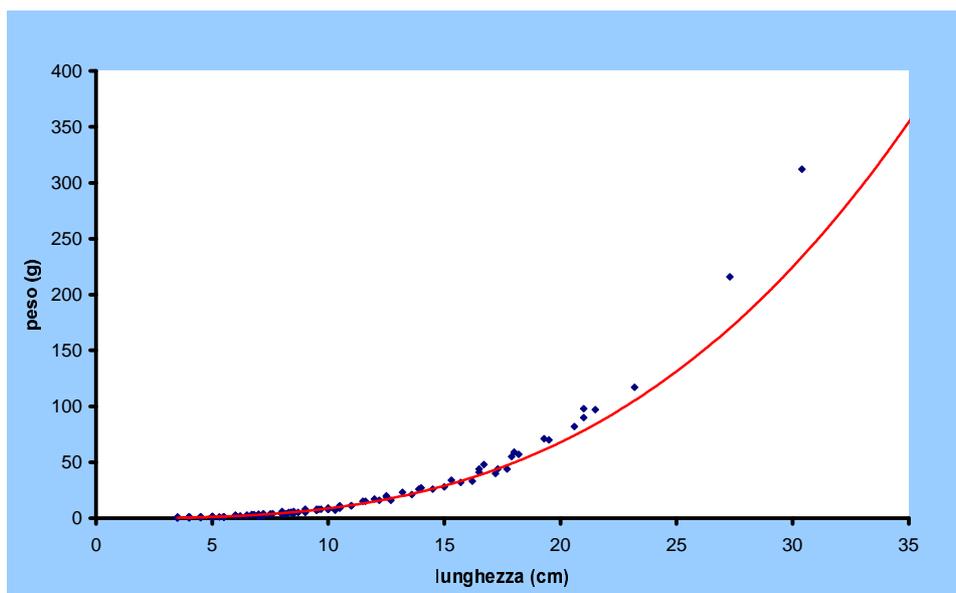
Nella fase 2 si aggiungono i giovani dell'anno (classe 0+) con una densità molto elevata (35,52 ind/100m²; 84,92%); ciò denota la valenza riproduttiva del settore. In questa stessa fase risultano assenti le classi 4+, 5+, 6+, 7+ e ciò comporta che il grado di continuità (0,50) si riduca notevolmente rispetto alla fase 1 (0,71): tale riduzione caratterizza anche l'abbondanza degli individui maturi (0,38 ind/100m²; 0,92%) e degli esemplari di taglia legale, che addirittura risultano del tutto assenti nella fase 2.



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0097x^{2,9553} \quad (R^2=0,9802)$$



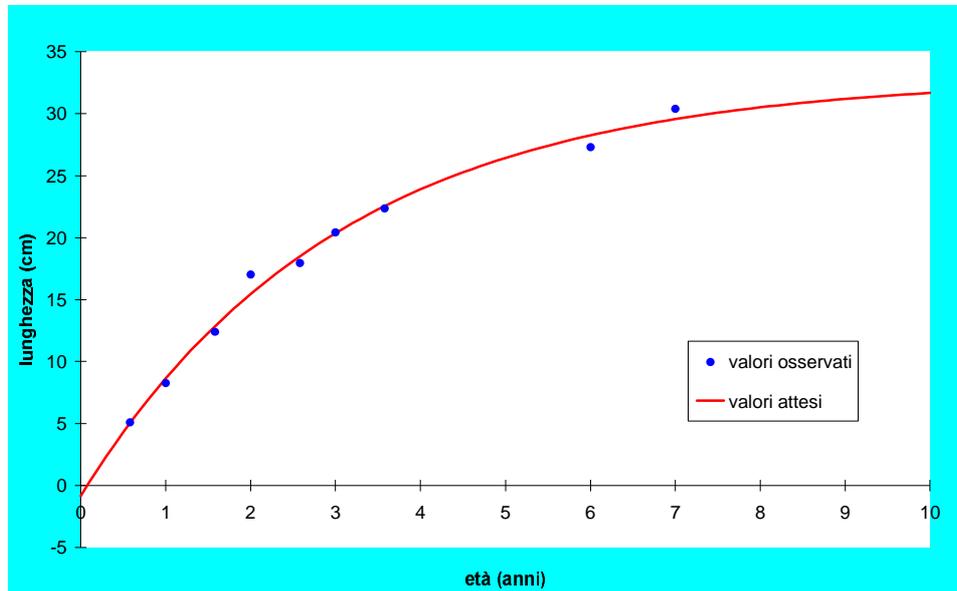
Il valore del coefficiente di regressione è pari a 2,96 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria, con esemplari che si accrescono notevolmente in lunghezza tanto da risultare esili e longilinei. Tale valore risulta notevolmente inferiore a quello calcolato per il campione complessivo che è pari a 3,14.

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva dell'accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t = 32,92 \{1 - e^{-0,3298 (t+0,0776)}\}$$



La lunghezza massima teorica (32,92 cm) presenta il valore minimo rispetto alle altre popolazioni del bacino, la cui media è pari a 45,73 cm, mentre nel settore indagato la velocità di accrescimento ($K=0,33$) risulta la più elevata tra quelle registrate per la specie. La taglia legale, pari a 25 cm, viene raggiunta tra i 4 e i 5 anni di età. Il parametro ϕ , che permette di confrontare accrescimenti diversi, è pari a 2,55 ed è uguale alla media dei valori calcolati per le popolazioni di cavedano comune nel bacino del F.Nestore.

Rovella

Statistica descrittiva

Il campione è costituito da 342 individui, di età compresa tra 0,58 e 6,00 anni con un valore medio di 1,37 anni. Le lunghezze variano da un minimo di 3,00 a un massimo di 15,00 cm, con una media pari a 5,89 cm. I valori del peso oscillano tra un minimo di 0,30 a un massimo di 40,00 g, con una media di 3,34 g.

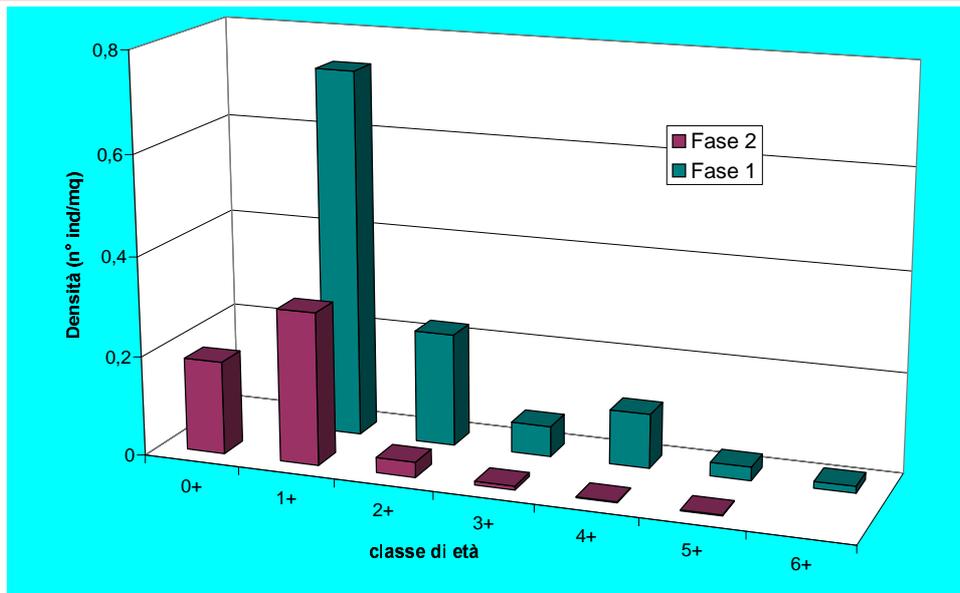
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	342	342	342
Media	1,37	5,89	3,34
Minimo	0,58	3,00	0,30
Massimo	6,00	15,00	40,00
Varianza	0,86	5,85	32,84
Deviaz. standard	0,93	2,42	5,73

Struttura di popolazione

Complessivamente la popolazione è strutturata in 7 classi di età che vanno dalla 0+ alla 6+. Nella fase 1 si rileva il massimo grado di continuità ed un'elevata densità degli individui maturi sia in termini assoluti (43,76 ind/100m²) che in percentuale (37,29%). Nella fase 2 sono presenti con densità elevate gli individui dell'anno (18,65 ind/100m²; 34,90%): ciò denota la valenza riproduttiva del settore. Tuttavia il grado di continuità si riduce (0,86) per l'assenza della classe 6+, e l'abbondanza degli esemplari maturi diminuisce notevolmente (4,23 ind/100m²; 7,91%) rispetto alla fase 1.

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	6	6
Classi totali	6	7
Continuità	1,00	0,86
Densità totale (ind/m²)	1,17	0,54
Densità 0+ (ind/100 m²)	0,00	18,65
% 0+	0,00	34,90
Densità maturi (ind/100 m²)	43,76	4,23
% maturi	37,29	7,91

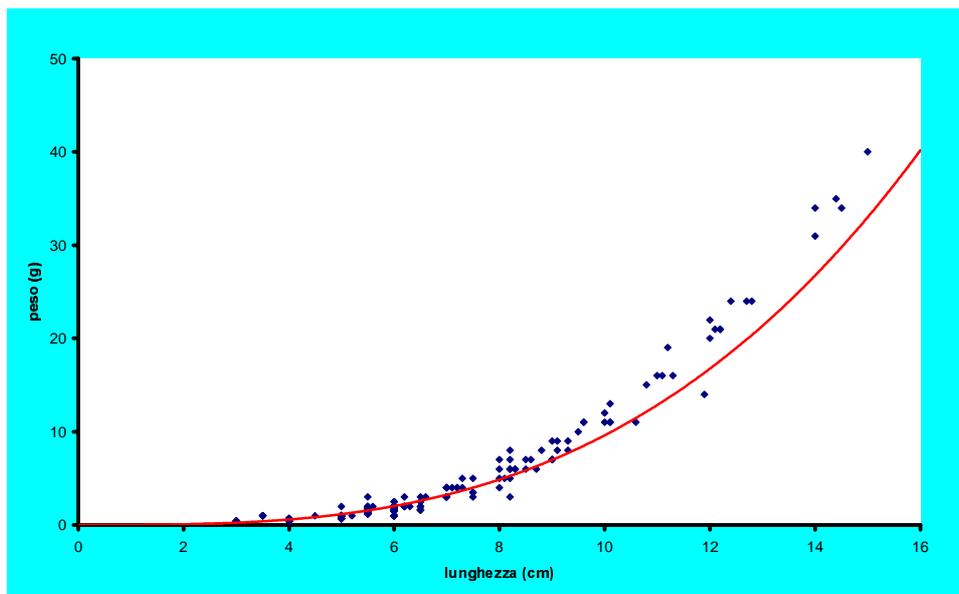
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0086x^{3,0454} \quad (R^2=0,9243)$$



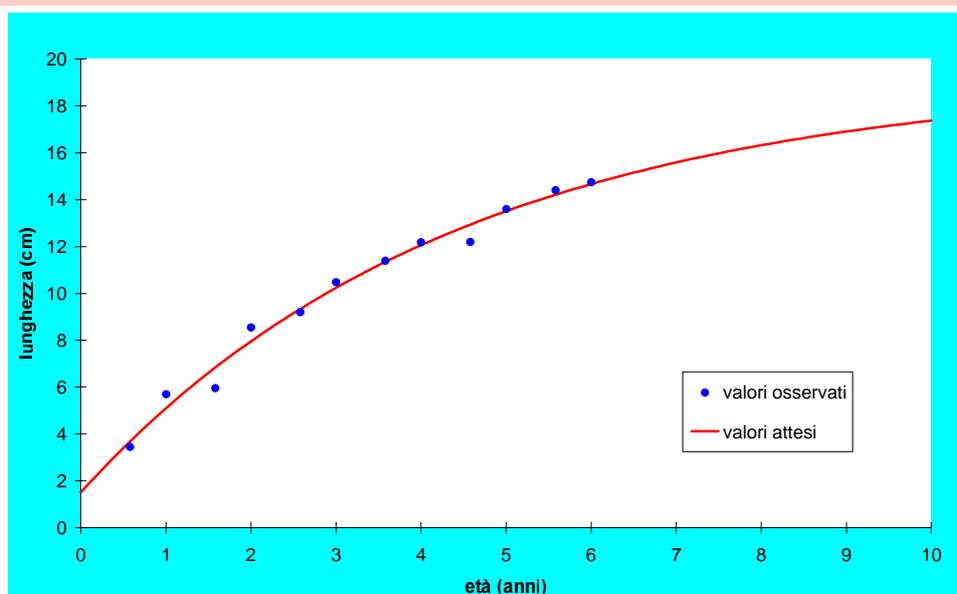
Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,05 ed è leggermente superiore al valore di 3 che indica condizioni di crescita isometriche. Il coefficiente risulta comunque inferiore a quello calcolato per il campione complessivo che è pari a 3,12.

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva dell'accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t = 19,202 \{1 - e^{-0,2269 (t+0,357)}\}$$

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



La lunghezza massima teorica (19,20 cm) è superiore alla media calcolata per tutte le popolazioni del bacino (18,94 cm), mentre la velocità di accrescimento (K) è pari a 0,23 ed è di poco inferiore alla media (K=0,26). Il parametro ϕ , che permette di confrontare accrescimenti diversi, è pari a 1,92 ed è prossimo alla media ($\phi=1,93$) dei valori calcolati per le popolazioni di rovello nel bacino del F.Nestore.



Stazione di campionamento sul T.Moiano

Foto: Dolciami

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Stazione Nestore 1 – Località Casale Selva Piana

Comunità ittica

In questo settore il bilancio ambientale è positivo, in quanto tutti i parametri chimico-fisici risultano idonei per i salmonidi; i risultati relativi al mappaggio biologico confermano la buona qualità delle acque, infatti la stazione considerata rientra nella seconda classe di qualità I.B.E. (ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento). Le specie rinvenute sono quelle tipiche della zona del barbo.

Bilancio ambientale		Idoneo per salmonidi	Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
Vocazione ittica naturale	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca
Comunità ittica	Anguilla			
	Trota fario			
	Vairone			
	Barbo tiberino			
	Ghiozzo			
	Barbo del Danubio			
	Gobione			
	Cavedano etrusco			
	Cavedano comune			
	Rovella			
	Lasca			
	Alborella			
	Cobite			
	Tinca			
	Carassio dorato			
Carpa				
Scardola				
Persico sole				
Pesce gatto				
Pseudorasbora				

Specie presente **Specie assente**

Indici di comunità

Nella fase 1 sono presenti 5 specie, tutte autoctone, per cui l'indice IIQUAL assume il valore massimo (1). Nella fase 2 il numero di specie presenti diminuisce per l'assenza del barbo tiberino e del ghiozzo di ruscello. In entrambe le fasi l'indice di diversità assume valori modesti e leggermente inferiori alle medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 1,13; fase 2: 1,04); ciò appare essenzialmente dovuto al basso numero di specie presenti. Infatti anche i valori relativi all'indice di dominanza si mantengono al di sotto delle medie (fase 1: 0,43; fase 2: 0,46); le specie dominanti sono il cavedano etrusco nella fase 1 ed il vairone nella fase 2. L'indice di evenness assume valori abbastanza elevati e superiori alle medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 0,65; fase 2: 0,63): ciò denota un'equa ripartizione delle risorse tra le specie presenti.

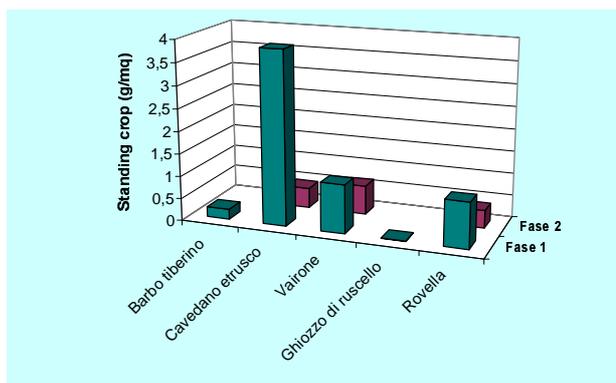
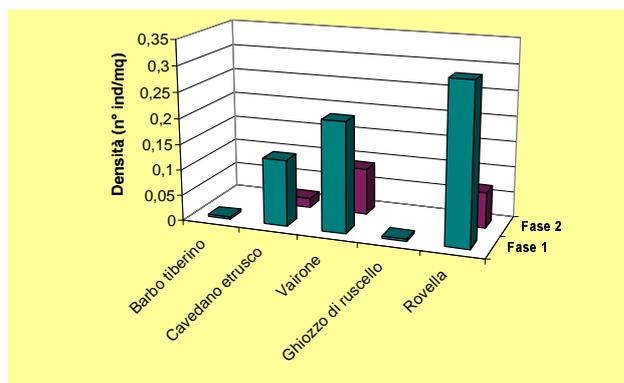
	Fase 1	Fase 2
N° specie	5	3
IIQUAL	1,00	1,00
Diversità	1,11	0,91
Dominanza	0,36	0,44
Evenness	0,69	0,83

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Densità e standing crop

Entrambi i parametri non raggiungono valori elevati e comunque si registra un sensibile decremento nel passaggio dalla fase 1 alla fase 2, dovuta ad una netta riduzione delle abbondanze di tutte le specie ittiche. Ciò appare ragionevolmente attribuibile alla drastica riduzione estiva delle portate che caratterizza tale settore fluviale. Nelle due fasi il contributo maggiore in termini numerici è dato dalle specie rovella e vairone, mentre relativamente alla fase 1 la specie prevalente in termini di biomassa è il cavedano etrusco.

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	0,66	6,19
Fase 2	0,20	1,71



Struttura di popolazione e accrescimento

La struttura di popolazione e l'accrescimento sono stati analizzati per la rovella ed il vairone.

Rovella

Statistica descrittiva

Il campione è costituito in totale da 79 individui. Le età attribuite sono comprese tra 0,5 e 3,5 anni di età, con una media pari a 1,32 anni. Le lunghezze ricadono nell'intervallo compreso tra 3 e 11,1 cm; il valore medio si attesta sui 6,63 cm. I pesi oscillano tra un minimo di 0,32 g ed un massimo di 15 g (media: 3,84 g).

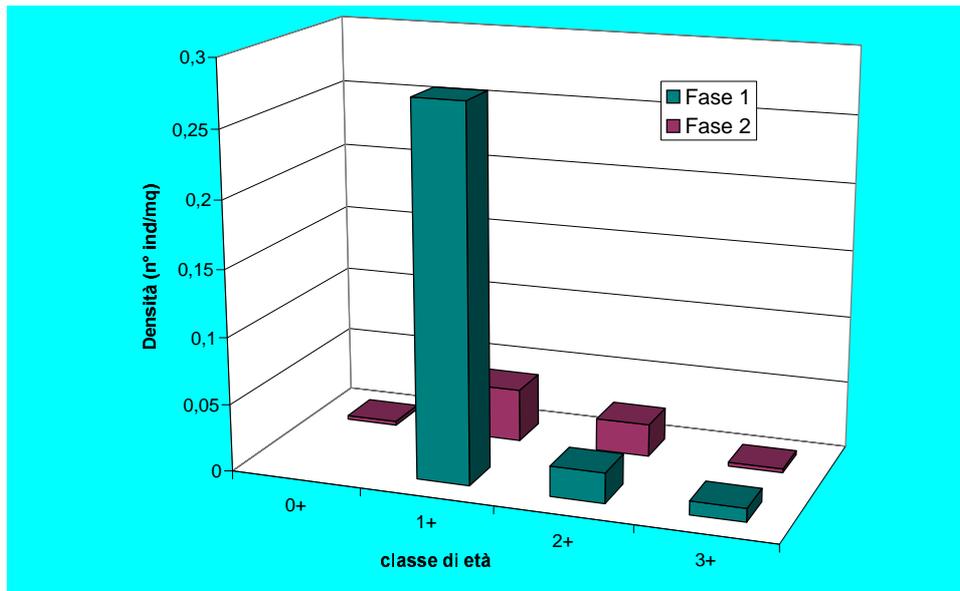
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	79	79	79
Media	1,32	6,63	3,84
Minimo	0,50	3,00	0,32
Massimo	3,50	11,10	15,00
Varianza	0,35	3,01	10,46
Deviaz. standard	0,59	1,73	3,23

Struttura di popolazione

Nella fase 1 la popolazione appare strutturata in 3 classi di età, che vanno con continuità dalla 1+ alla 3+; tra queste risulta prevalente la 1+ in entrambe le fasi, anche se l'abbondanza di tale classe è nettamente ridotta nella fase 2. Nella fase 2 si aggiunge la classe dei giovani dell'anno (0+), rappresentata comunque da uno scarso numero di individui (4,3% della popolazione). Le percentuali relative agli individui maturi aumentano nel passaggio dalla fase 1 (10,55%) alla fase 2 (39,13%).

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	3	4
Classi totali	3	4
Continuità	1,00	1,00
Densità totale (ind/m ²)	0,31	0,07
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	0,30
% 0+	0,00	4,30
Densità maturi (ind/100 m ²)	3,25	2,73
% maturi	10,55	39,13

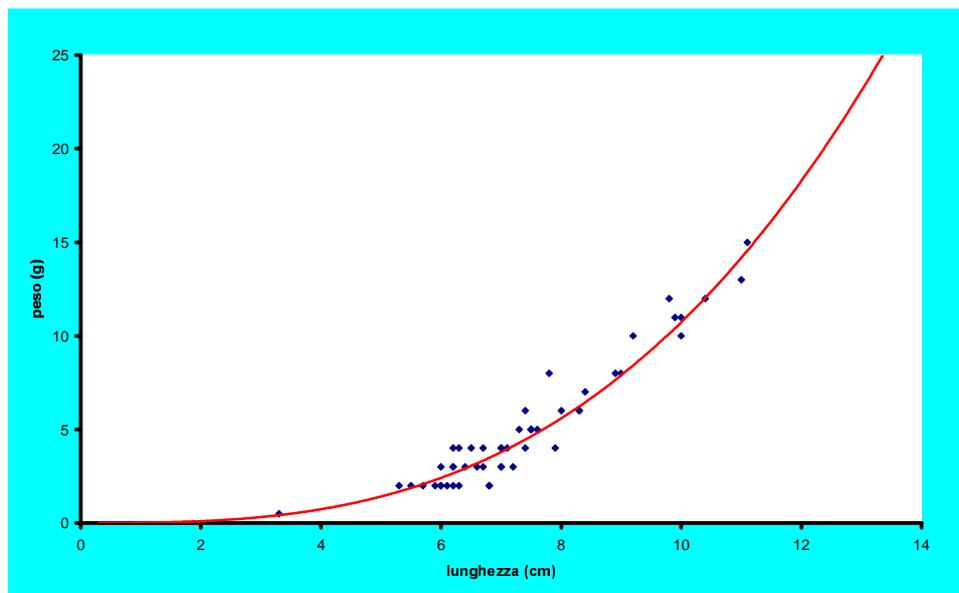
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0128x^{2,9217} \quad (R^2=0,8993)$$



Il valore del coefficiente di regressione è pari a 2,92 ed indica condizioni di crescita inferiori all'isometria. Tale valore risulta nettamente inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,12.

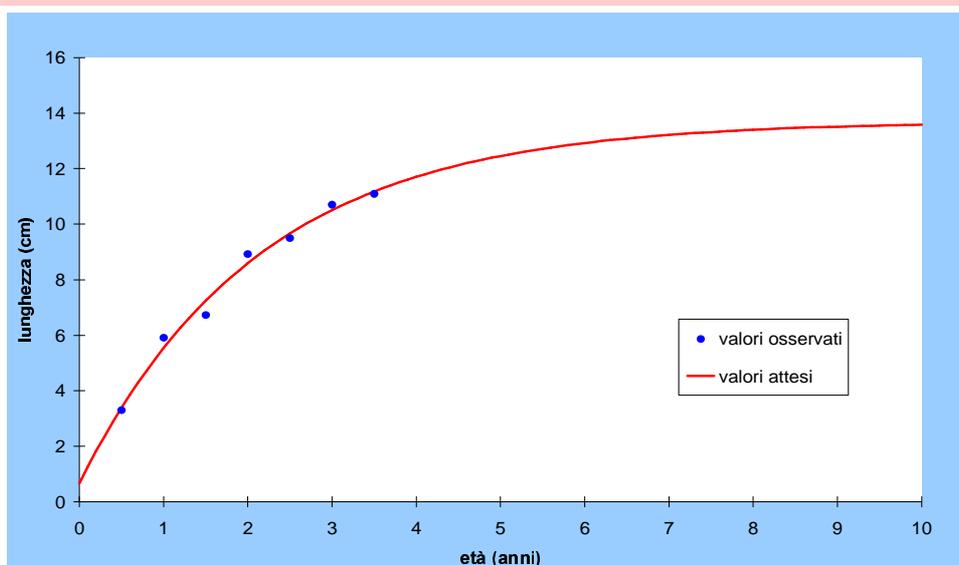
Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t=13,717\{1-e^{-0,4686(t+0,106)}\}$$

La lunghezza massima teorica (13,72 cm) assume il valore più basso tra quelli calcolati per le altre popolazioni del bacino; per la velocità di accrescimento si registra un valore molto elevato ($K=0,47$) e notevolmente superiore alla media, che è pari a 0,256. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti di popolazioni diverse, è pari a 1,95 ed è superiore alla media calcolata fra le altre popolazioni del bacino (1,93).

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Vairone

Statistica descrittiva

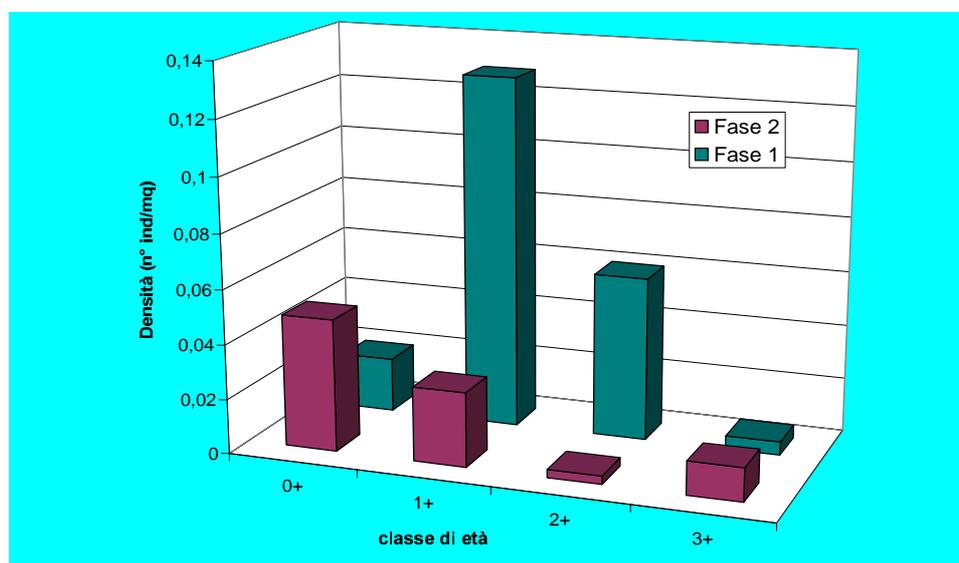
Il campione è costituito in totale da 126 individui, di età compresa tra 0,16 e 5,16 anni; l'età media attribuita è pari a 1,51 anni. Le taglie rilevate variano da un minimo di 3,00 ad un massimo di 15,40 cm, con un valore medio che si attesta sui 7,13 cm. I pesi ricadono nell'intervallo compreso tra 0,34 e 45 g; la media sfiora gli 8 g.

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	126	126	126
Media	1,51	7,13	7,77
Minimo	0,16	3,00	0,34
Massimo	5,16	15,40	45,00
Varianza	1,38	11,99	93,58
Deviaz. standard	1,17	3,46	9,67

Struttura di popolazione

In entrambe le fasi si rileva la presenza di 4 classi di età, che vanno con continuità dalla 0+ alla 3+; le classi maggiormente rappresentate sono la 1+ nella fase 1 e la 0+ nella fase 2. La presenza della classe dei giovani dell'anno (0+) a cui appartiene un discreto numero di individui (2 ind/100m² nella fase 1; 4,85 ind/100m² nella fase 2), testimonia la valenza riproduttiva del settore. Le abbondanze degli individui maturi diminuiscono nel passaggio dalla fase 1 alla fase 2, sia in termini percentuali (fase 1: 30,38%; fase 2: 16,67%) che assoluti (fase 1: 6,5 ind/100 m²; fase 2: 1,52 ind/100 m²).

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	4	4
Classi totali	4	4
Continuità	1,00	1,00
Densità totale (ind/m²)	0,21	0,09
Densità 0+ (ind/100 m²)	2,00	4,85
% 0+	9,35	53,33
Densità maturi (ind/100 m²)	6,50	1,52
% maturi	30,38	16,67

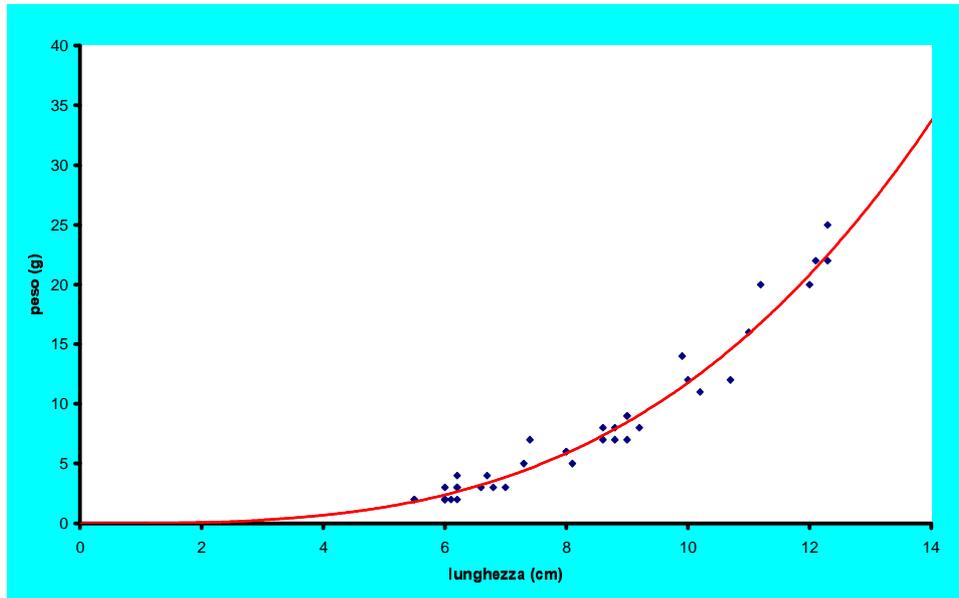


3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0089x^{3,1227} (R^2=0,9544)$$

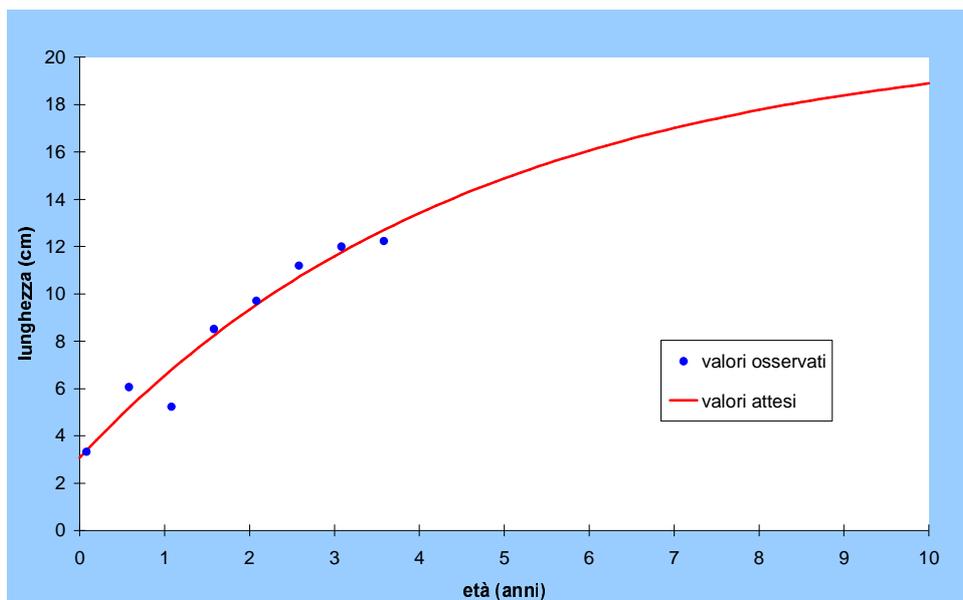


Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,12 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria. Tale valore risulta superiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,03.

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t=20,955\{1-e^{-0,2159(t+0,734)}\}$$



La lunghezza massima teorica (20,95 cm) assume un valore prossimo alla media calcolata tra le altre popolazioni del bacino (21,95 cm); anche per la velocità di accrescimento si registra un valore discreto ($K=0,22$) e prossimo alla media che è pari a 0,25. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti di popolazioni diverse, è pari a 1,98 ed è leggermente superiore alla media calcolata fra le altre popolazioni del bacino (1,91).

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Stazione Nestore 2 – Località Ringraziata (Piegaro)

Comunità ittica

In questo settore il bilancio ambientale è negativo, in quanto il valore riscontrato per il pH non risulta idoneo per la fauna ittica; anche i risultati relativi al mappaggio biologico confermano tale giudizio, infatti la stazione considerata rientra nella quarta classe di qualità I.B.E. (ambiente molto inquinato). Per le specie rinvenute la stazione viene classificata nella zona del barbo; si ravvisa comunque la necessità di operare interventi di risanamento e recupero della qualità dell'acqua.

Bilancio ambientale		Idoneo per salmonidi	Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
Vocazione ittica naturale	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca
	Comunità ittica			
Comunità ittica	Anguilla			
	Trotta fario			
	Vairone			
	Barbo tiberino			
	Ghiozzo			
	Barbo del Danubio			
	Gobione			
	Cavedano etrusco			
	Cavedano comune			
	Rovella			
	Lasca			
	Alborella			
	Cobite			
	Tinca			
	Carassio dorato			
Carpa				
Scardola				
Persico sole				
Pesce gatto				
Pseudorasbora				
Specie presente		Specie assente		

Indici di comunità

Nella fase 1 sono presenti 4 specie, tutte autoctone, per cui l'indice IIQUAL assume il valore massimo (1). Nella fase 2 la comparsa di altre tre specie, di cui una esotica, fa sì che l'indice IIQUAL diminuisca (0,86). L'indice di diversità assume valori molto bassi e inferiori alla media in entrambe le fasi (fase 1: 1,13; fase 2: 1,04). I valori calcolati per l'indice di dominanza risultano elevati e superiori alla media calcolata per l'intero bacino (fase 1: 0,43; fase 2: 0,46). Le specie dominanti sono rovella e cavedano etrusco in entrambe le fasi. Modesti i valori relativi all'indice di evenness, che risultano, soprattutto nella fase 2, sensibilmente inferiori alla media calcolata per l'intero bacino (fase 1: 0,65; fase 2: 0,63).

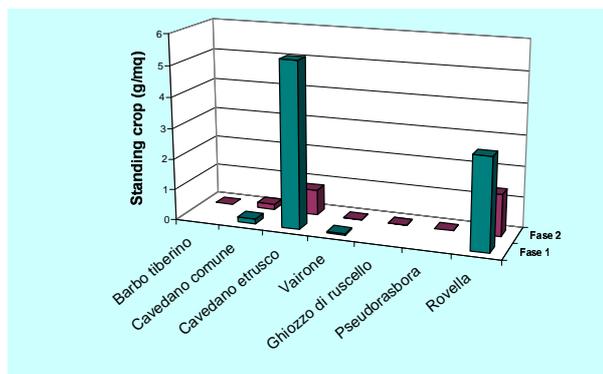
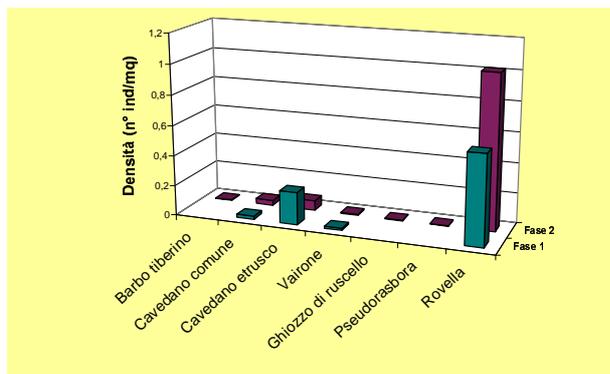
	Fase 1	Fase 2
N° specie	4	7
IIQUAL	1,00	0,86
Diversità	0,75	0,46
Dominanza	0,56	0,81
Evenness	0,54	0,23

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Densità e standing crop

Per ciò che concerne la densità, si registra un discreto aumento dei valori nel passaggio dalla fase 1 alla fase 2, dovuto al cospicuo numero di rovelle dell'anno (0+) catturate nella fase 2. Per lo standing crop si evidenzia invece un notevole decremento dei valori; tale fenomeno è giustificato dalla minore abbondanza di cavedani etruschi nella fase 2 e dal modesto contributo in termini di biomassa fornito dalle giovani rovelle.

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	0,84	8,53
Fase 2	1,13	2,39



Struttura di popolazione e accrescimento

La struttura di popolazione e l'accrescimento sono stati analizzati per il cavedano etrusco e la rovela.

Cavedano etrusco

Statistica descrittiva

Il campione è composto da 150 individui, di età compresa tra 0,5 e 7 anni di età; l'età media attribuita è pari a 1,88 anni. I valori relativi alla lunghezza ricadono nell'intervallo compreso tra 4,00 e 23,50 cm; il valore medio sfiora gli 11 cm. I pesi variano da un minimo di 1,00 g ad un massimo di 192,00 g (media: 22,36 g).

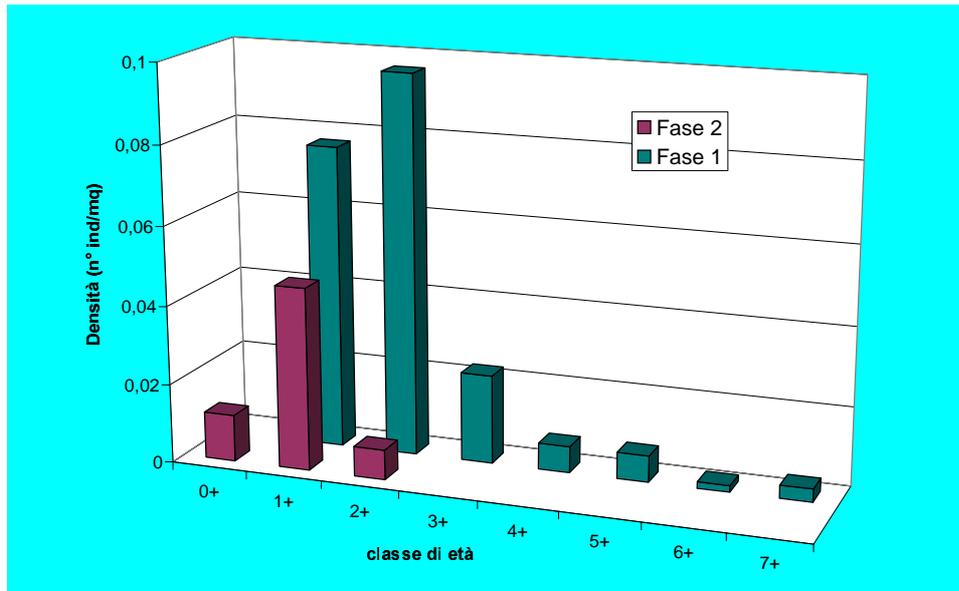
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	150	150	150
Media	1,88	10,96	22,36
Minimo	0,50	4,00	1,00
Massimo	7,00	23,50	192,00
Varianza	1,26	11,55	664,81
Deviaz. standard	1,12	3,40	25,78

Struttura di popolazione

Nella fase 1 la popolazione si presenta strutturata in 7 classi di età, che vanno con continuità dalla 1+ alla 7+; le classi maggiormente rappresentate sono le più giovani (1+ e 2+). Nella fase 2 si registra una notevole diminuzione del numero di classi presenti, dovuta alla scomparsa delle classi più vecchie (dalla 3+ alla 7+), mentre compare la classe dei giovani dell'anno (0+), che costituiscono il 18% della popolazione. Nella fase 1 risulta buona la percentuale degli individui maturi (64%), che nella fase 2 scende fino all'11%. Questi risultati fanno ritenere che la specie utilizza tale settore come area di frega, dal quale gli adulti si allontanano a riproduzione avvenuta.

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	7	3
Classi totali	7	8
Continuità	1,00	0,38
Densità totale (ind/m²)	0,214	0,07
Densità 0+ (ind/100 m²)	0,00	1,18
% 0+	0,00	17,99
Densità maturi (ind/100 m²)	13,71	0,75
% maturi	64,10	11,51
Densità taglia legale (ind/100m²)	0,00	0,00
% taglia legale	0,00	0,00

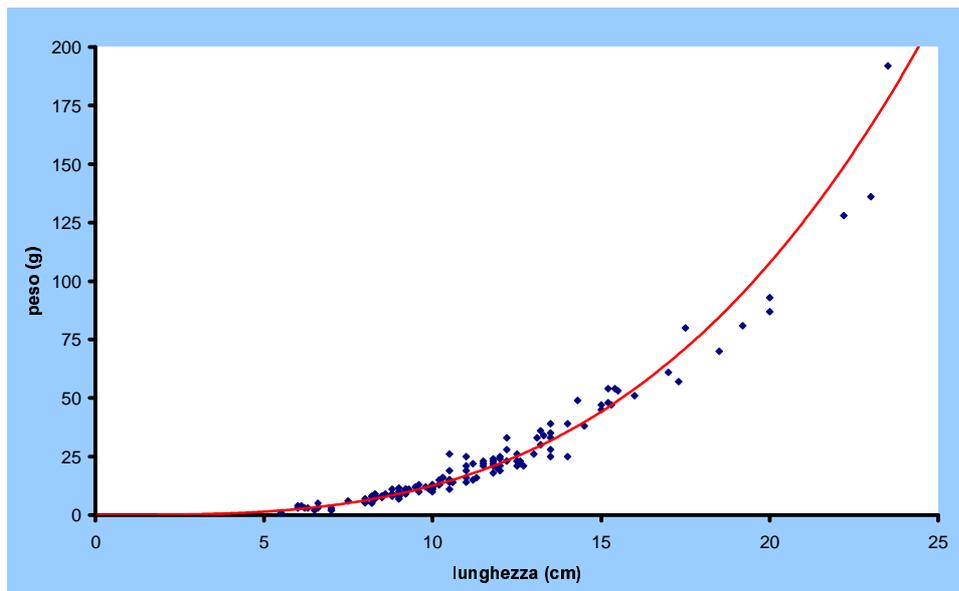
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0099x^{3,1036} (R^2=0,9523)$$



Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,10 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria. Tale valore risulta prossimo a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,12.

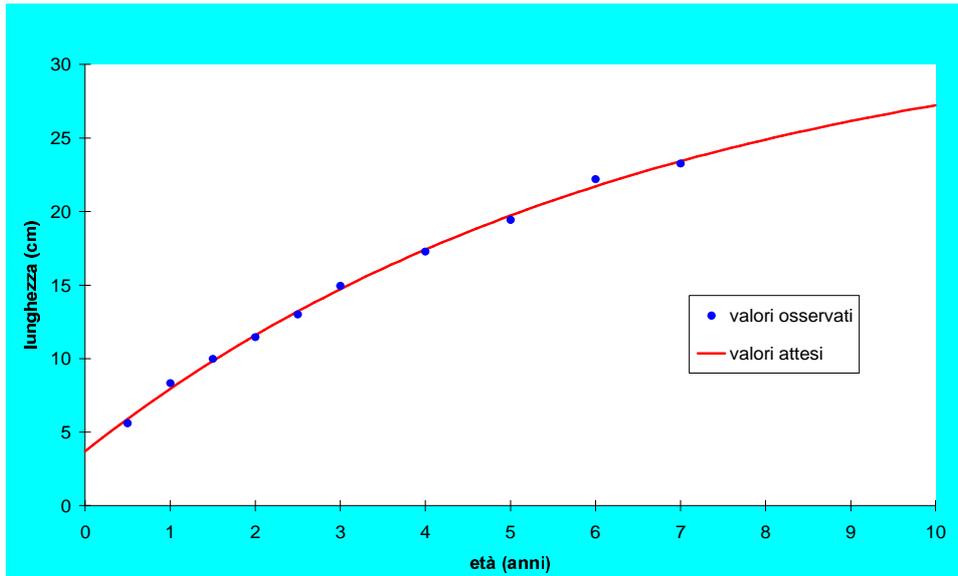
Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t=33,849\{1-e^{-0,1517(t+0,763)}\}$$

La lunghezza massima teorica (33,85 cm) assume il valore più basso tra quelli calcolati per l'intero bacino; per la velocità di accrescimento si registra un valore discreto ($K=0,152$) e superiore alla media, che è pari a 0,128. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti di popolazioni diverse, è pari a 2,24 ed è il meno elevato tra tutte le popolazioni del bacino. La taglia legale, pari a 25 cm, viene raggiunta in corrispondenza degli 8 anni di età.

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Rovella

Statistica descrittiva

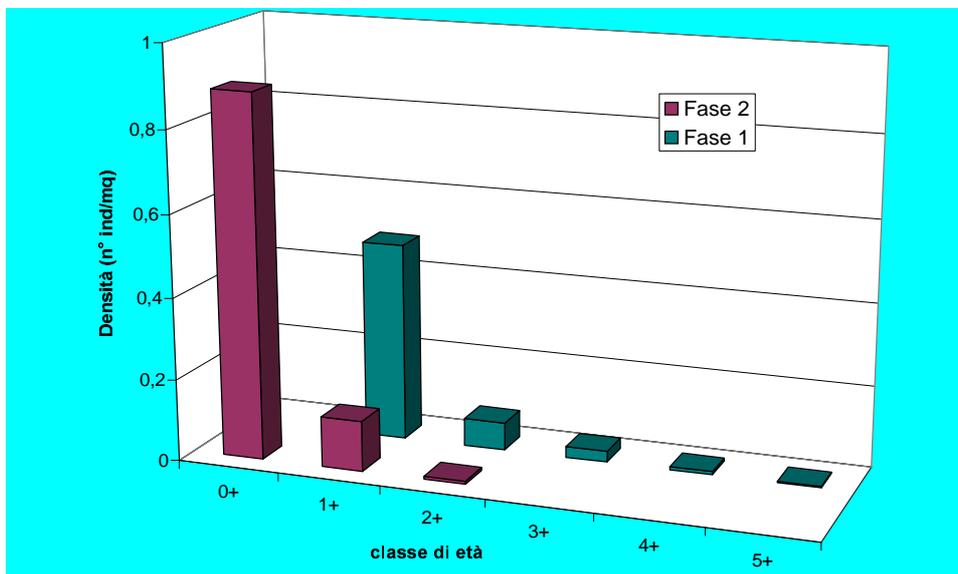
Il campione è molto numeroso (803 individui) ed è costituito prevalentemente da individui giovani. Le età attribuite sono comprese tra 0,5 e 5 anni di età, con una media pari a soli 0,87 anni. Le lunghezze ricadono nell'intervallo compreso tra 3 e 14,30 cm; il valore medio si attesta sui 5,47 cm. I pesi oscillano tra un minimo di 0,25 g ad un massimo di 45,00 g (media: 2,71 g).

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	803	803	803
Media	0,87	5,47	2,71
Minimo	0,50	3,00	0,25
Massimo	5,00	14,30	45,00
Varianza	0,33	3,09	14,71
Deviaz. standard	0,57	1,76	3,84

Struttura di popolazione

Nella fase 1 la popolazione appare strutturata in 5 classi di età, che vanno con continuità dalla 1+ alla 5+; tra queste risulta maggiormente rappresentata la 1+. Nella fase 2 la struttura è caratterizzata dalla diminuzione del numero di classi presenti (3) e dalla comparsa dei giovani dell'anno (0+), che costituiscono l'87% della popolazione.

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	5	3
Classi totali	5	6
Continuità	1,00	0,50
Densità totale (ind/m ²)	0,59	1,02
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	88,60
% 0+	0,00	87,10
Densità maturi (ind/100 m ²)	10,63	0,75
% maturi	17,98	0,74



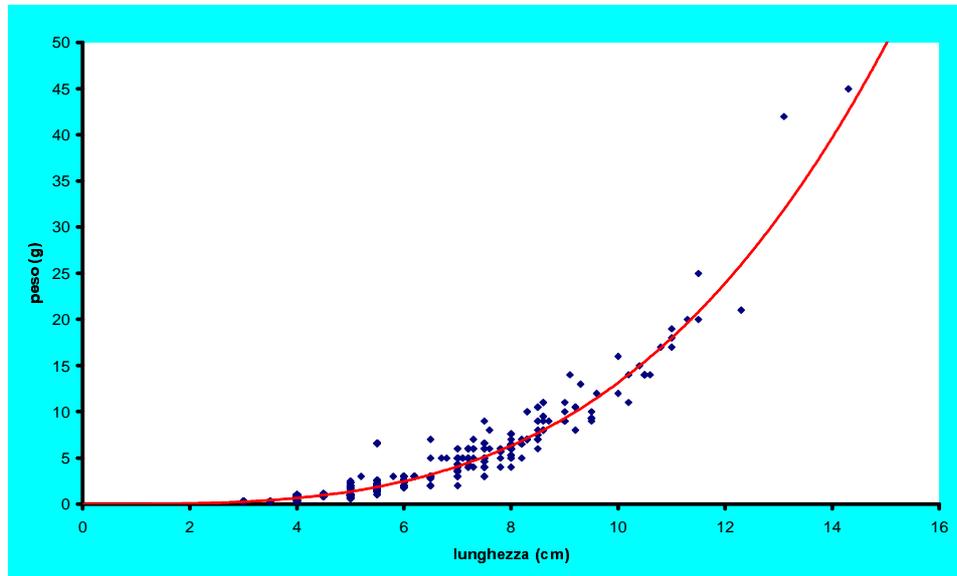
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Alla scomparsa delle classi più vecchie nella fase 2 fa seguito una drastica diminuzione della densità degli individui maturi, che passa da 10,63 a 0,75 ind/m². Anche in questo caso si può ipotizzare che la specie utilizzi tale settore come area di frega, dal quale gli adulti si allontanano a riproduzione avvenuta.

Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0068x^{3,2871} (R^2=0,9095)$$

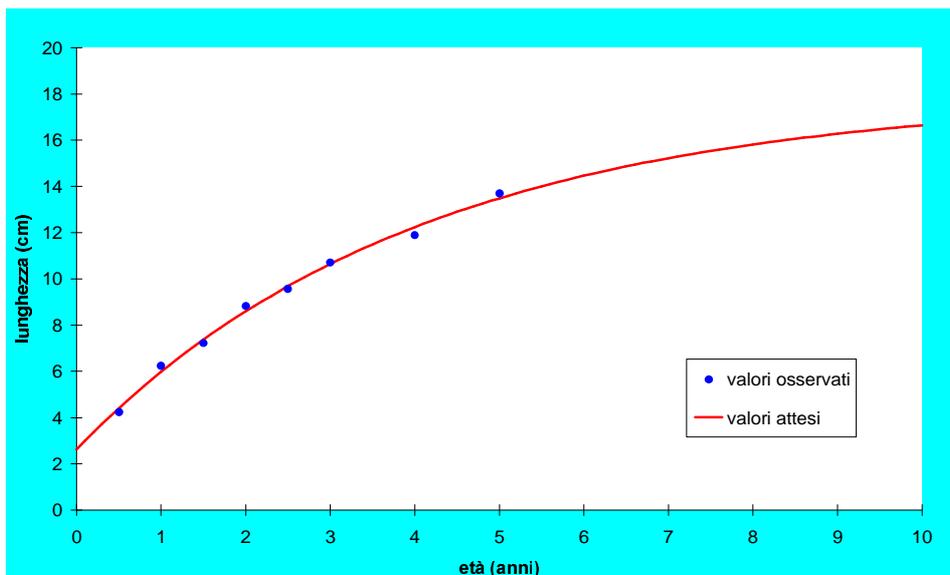


Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,29 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria. Tale valore risulta superiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,12.

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t=17,935\{1-e^{-0,2472(t+0,641)}\}$$



La lunghezza massima teorica assume un valore discreto (17,93 cm) e leggermente inferiore alla media calcolata fra tutte le popolazioni del bacino (18,94); per la velocità di accrescimento si registra un valore abbastanza elevato ($K=0,247$) e inferiore alla media che è pari a 0,256. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti di popolazioni diverse, è pari a 1,9 ed è prossimo alla media del bacino (1,93).

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Stazione Nestore 3 – Località Tavernelle

Comunità ittica

In questo settore il bilancio ambientale è dubbio, in quanto tutti i parametri chimico-fisici risultano idonei per i salmonidi, ma per quanto riguarda il mappaggio biologico la stazione considerata rientra nella terza classe di qualità I.B.E. (ambiente inquinato).

Per le specie rinvenute e per le caratteristiche ambientali la stazione viene classificata nella zona della carpa e tinca.

Bilancio ambientale		Idoneo per salmonidi	Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
Vocazione ittica naturale	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca
	Comunità ittica			
	Anguilla			
	Trotta fario			
	Vairone			
	Barbo tiberino			
	Ghiozzo			
	Barbo del Danubio			
	Gobione			
	Cavedano etrusco			
	Cavedano comune			
	Rovella			
	Lasca			
	Alborella			
	Cobite			
	Tinca			
Carassio dorato				
Carpa				
Scardola				
Persico sole				
Pesce gatto				
Pseudorasbora				

Specie presente Specie assente

Indici di comunità

Nella fase 1 la comunità ittica è composta da 9 specie (di cui 2 di origine alloctona) mentre nella fase 2 il numero di specie presenti scende a 5, con una sola specie esotica: l'indice IIQUAL assume dunque valori abbastanza elevati, che non si discostano molto dai valori medi calcolati per l'intero bacino (fase 1: 0,73; fase 2: 0,77). Dato il notevole numero di specie presenti, l'indice di diversità assume valori elevati e superiori ai valori medi nella fase 1 (1,13), mentre è inferiore alla media nella fase 2 (1,04). All'opposto si comporta la dominanza: i valori risultano maggiormente elevati nella fase 2, in cui viene superato il valore medio calcolato per il bacino (0,46), mentre sono nettamente inferiori nella fase 1(0,43). Le specie dominanti risultano alborella, cavedano comune e rovella in entrambe le fasi. Per l'indice di evenness si registrano valori abbastanza elevati, ma comunque al di sotto delle medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 0,65; fase 2: 0,63).

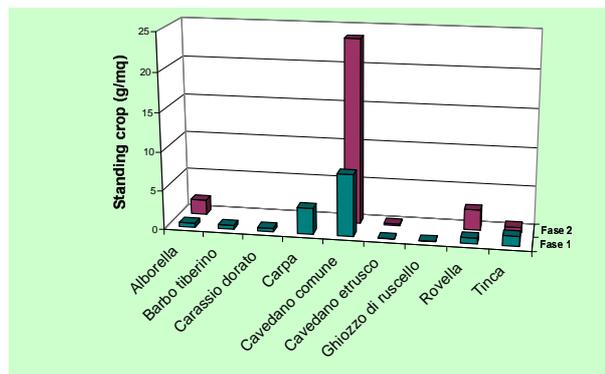
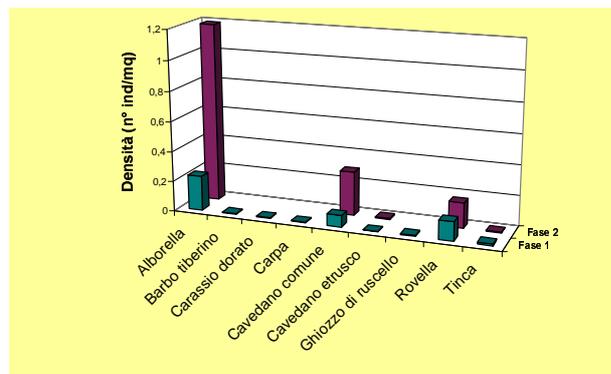
	Fase 1	Fase 2
N° specie	9	5
IIQUAL	0,67	0,80
Diversità	1,32	0,82
Dominanza	0,34	0,55
Evenness	0,60	0,51

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Densità e standing crop

Sia per la densità che per lo standing crop si registra un notevole aumento dei valori tra le due fasi, con la densità che più che triplica e lo standing crop che raddoppia nel passaggio dalla fase 1 alla fase 2. Tale fenomeno è dovuto soprattutto all'incremento delle presenze di alborella e cavedano comune nella fase 2, con la prima specie che influenza maggiormente la densità, mentre la seconda contribuisce al maggior apporto in termini di biomassa.

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	0,47	14,85
Fase 2	1,66	29,10



Struttura di popolazione e accrescimento

La struttura di popolazione e l'accrescimento sono stati analizzati per il cavedano comune e la rovella.

Cavedano comune

Statistica descrittiva

Il campione risulta abbastanza numeroso (144 individui) e ben distribuito. Le età attribuite variano da un minimo di 0,50 ad un massimo di 7,00 anni, con una media pari a 2,66. Le lunghezze risultano comprese tra 5,30 e 33,00 cm (media: 19,01 cm). I valori relativi al peso oscillano tra 2,00 e 395,00 g, con una media pari a 91,63 g.

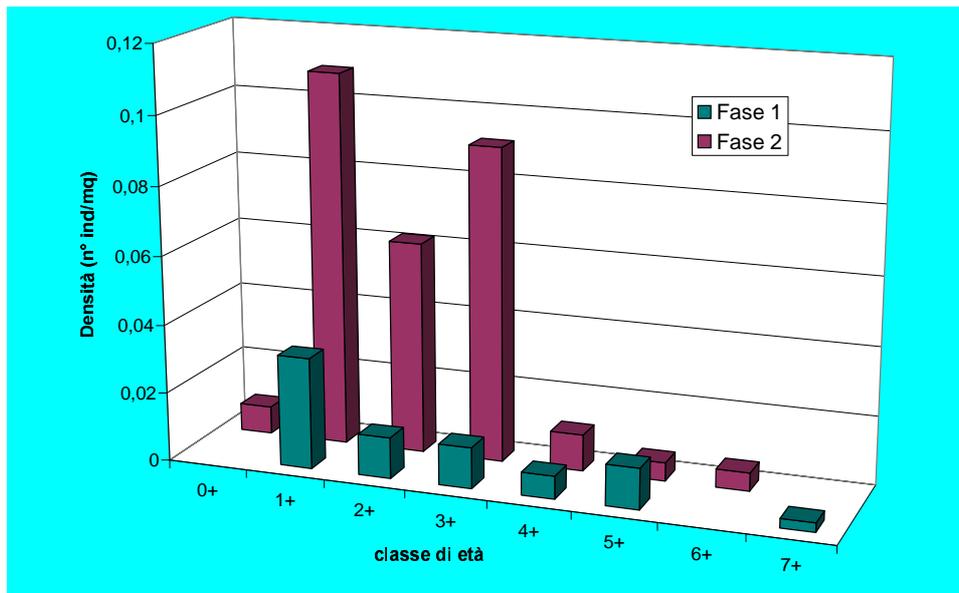
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	144	144	144
Media	2,66	19,01	91,63
Minimo	0,50	5,30	2,00
Massimo	7,00	33,00	395,00
Varianza	1,82	29,79	6627,69
Deviaz. standard	1,35	5,46	81,41

Struttura di popolazione

Il numero di classi presenti è alquanto elevato: 6 nella fase 1, 7 nella fase 2. La struttura è caratterizzata da un buon grado di continuità tra le classi (0,86 e 0,88 rispettivamente nella fase 1 e 2). Si riscontra la prevalenza, soprattutto nella fase 2, delle classi che vanno dalla 1+ alla 3+, mentre la classe dei giovani dell'anno (0+) è rappresentata da uno scarso numero di individui (2,74% del campione); tali risultati testimoniano la valenza produttiva del settore. Buone le percentuali di individui maturi (fase 1: 42,74%; fase 2: 38,65%), e discreti i valori relativi agli individui che raggiungono la taglia legale (fase 1: 18,80%; fase 2: 7,31%).

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	6	7
Classi totali	7	8
Continuità	0,86	0,88
Densità totale (ind/m²)	0,08	0,29
Densità 0+ (ind/100 m²)	0,00	0,80
% 0+	0,00	2,74
Densità maturi (ind/100 m²)	3,30	11,26
% maturi	42,74	38,65
Densità taglia legale (ind/100 m²)	1,45	2,13
% taglia legale	18,80	7,31

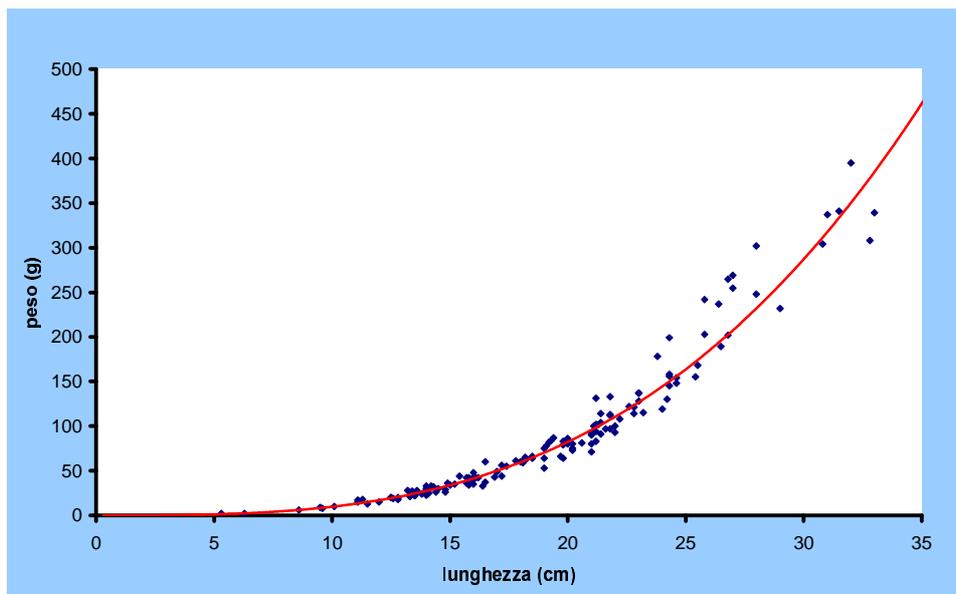
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0081 x^{3,0812} (R^2=0,9811)$$



Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,08 ed indica condizioni di crescita maggiori rispetto all'isometria. Tale valore risulta inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,14.

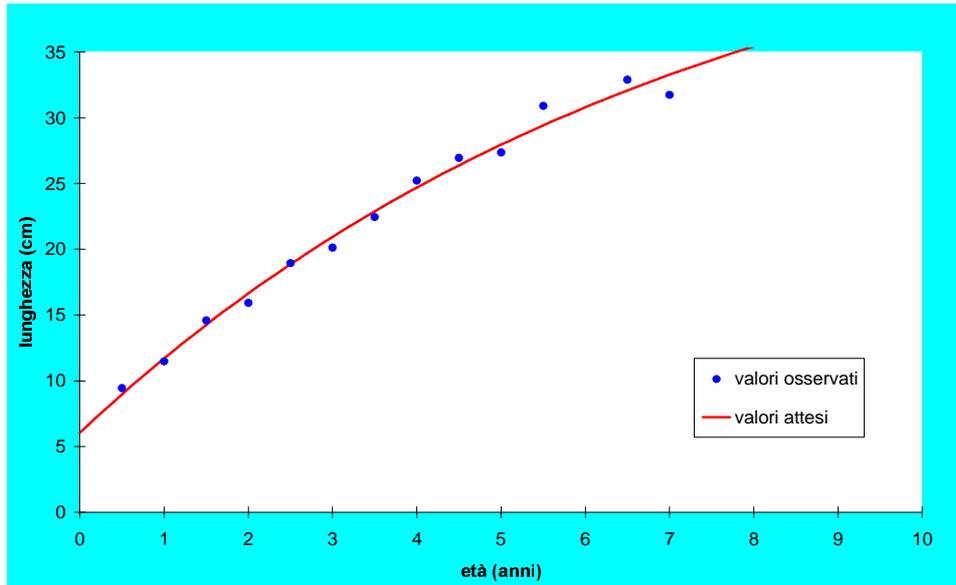
Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t=49,977\{1-e^{-0,1382(t+0,93)}\}$$

La lunghezza massima teorica assume un valore alquanto elevato (49,98 cm), superiore alla media calcolata fra le altre popolazioni del bacino (45,73 cm); la velocità di accrescimento assume un valore ($K=0,14$) inferiore alla media che è pari a 0,19. La crescita quindi è abbastanza lenta e la taglia legale, pari a 25 cm, viene raggiunta tra i 4 e i 5 anni di età. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti di popolazioni diverse, è pari a 2,54 ed è leggermente inferiore alla media calcolata fra le altre popolazioni del bacino (2,55).

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Rovella

Statistica descrittiva

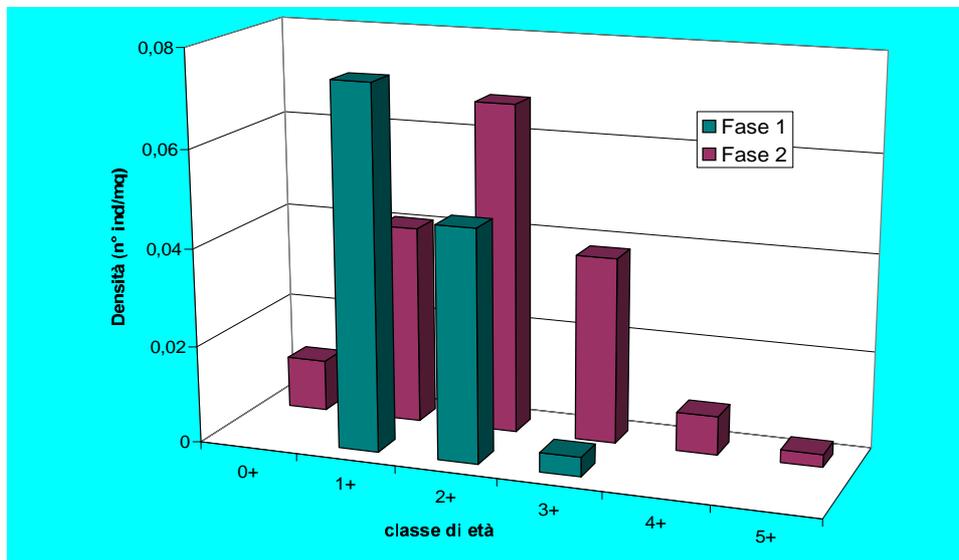
Il campione è costituito in totale da 119 individui, di età compresa tra 0,50 e 5,50 anni, con un'età media attribuita che sfiora i 2 anni (1,93). La taglia minima registrata è pari a 5,00 cm, la massima è di 15,00 cm (media: 8,91). I pesi ricadono nell'intervallo compreso tra 1,00 e 47,00 g, mentre il valore medio si attesta sui 10,68 g.

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	119	119	119
Media	1,93	8,91	10,68
Minimo	0,50	5,00	1,00
Massimo	5,50	15,00	47,00
Varianza	1,06	7,82	95,29
Deviaz. standard	1,03	2,80	9,76

Struttura di popolazione

Nella fase 1 sono presenti soltanto 3 classi di età, che vanno dalla 1+ alla 3+. Nella fase 2 il numero di classi raddoppia per la comparsa dei giovani dell'anno (0+) e delle classi 4+ e 5+. Complessivamente si esprime un giudizio positivo relativamente alla fase 2, per l'elevato numero di classi presenti, per il massimo grado di continuità e per la presenza degli 0+, che costituiscono il 6,3% del

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	3	6
Classi totali	5	6
Continuità	0,60	1,00
Densità totale (ind/m²)	0,13	0,17
Densità 0+ (ind/100 m²)	0,00	1,06
% 0+	0,00	6,30
Densità maturi (ind/100 m²)	5,16	11,67
% maturi	40,94	69,38



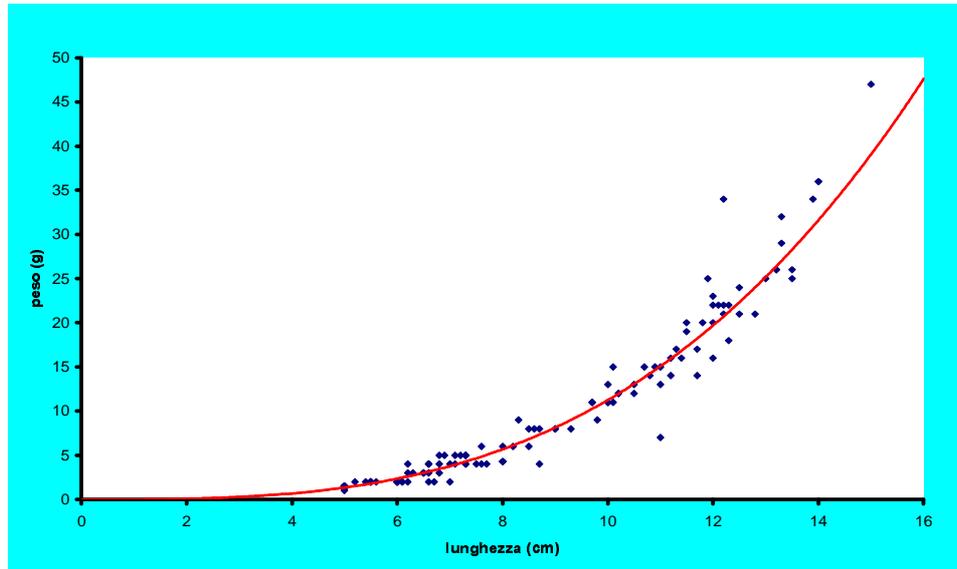
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

campione; la classe dominante è quella dei 2+. La struttura di popolazione rilevata nella fase 1 appare meno buona per il basso numero di classi presenti; la classe maggiormente rappresentata in questo caso è la 1+. Gli individui maturi sono più numerosi nella fase 2 rispetto alla fase 1, sia in termini percentuali (fase 1: 40,94%; fase 2: 69,38%) che assoluti (fase 1: 5,16 ind/100 m²; fase 2: 11,7 ind/100 m²).

Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0096 x^{3,0703} (R^2=0,9609)$$

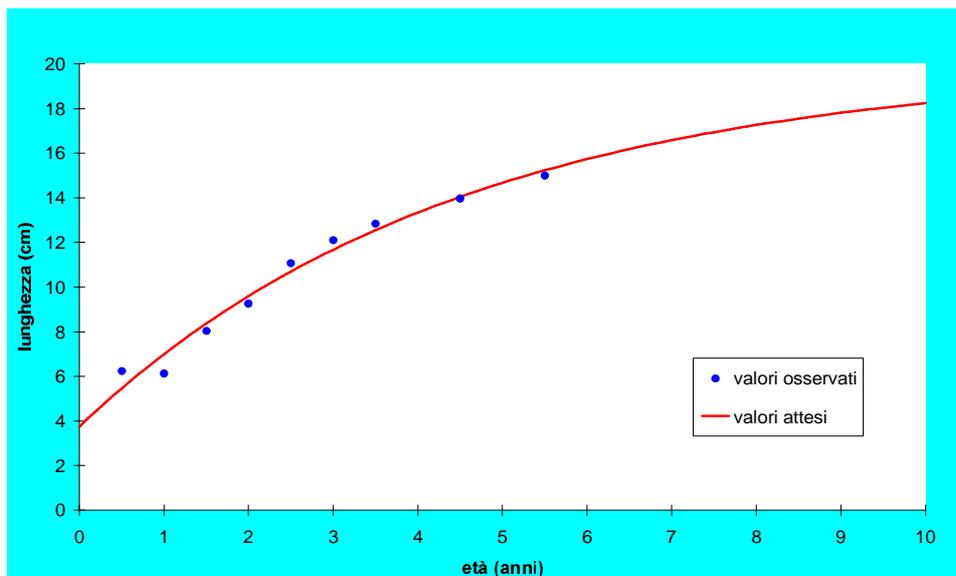


Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,07 ed indica condizioni di crescita migliori rispetto all'isometria. Tale valore risulta inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,11.

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t = 19,982 \{ 1 - e^{-0,2234(t+0,93)} \}$$



La lunghezza massima teorica assume un valore (19,98 cm) di poco superiore alla media calcolata per tutte le popolazioni del bacino (18,94 cm); la velocità di accrescimento assume un valore abbastanza elevato ($K=0,223$) ma inferiore alla media che è pari a 0,256. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti di popolazioni diverse, è pari a 1,95 ed è leggermente superiore alla media del bacino (1,93).

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Stazione Nestore 4 – Località Mercatello

Comunità ittica

In questo settore il bilancio ambientale è negativo, in quanto il valore riscontrato per il fosforo totale non risulta idoneo per la fauna ittica; per quanto riguarda il mappaggio biologico, la stazione considerata rientra nella terza classe di qualità I.B.E. (ambiente inquinato).

Per le specie rinvenute e per le caratteristiche ambientali la stazione viene classificata nella zona della carpa e tinca.

Bilancio ambientale		Idoneo per salmonidi	Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
Vocazione ittica naturale	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca
	Comunità ittica			
Specie presente	Anguilla			Specie assente
	Trotta fario			
	Vairone			
	Barbo tiberino			
	Ghiozzo			
	Barbo del Danubio			
	Gobione			
	Cavedano etrusco			
	Cavedano comune			
	Rovella			
	Lasca			
	Alborella			
	Cobite			
	Tinca			
	Carassio dorato			
Carpa				
Scardola				
Persico sole				
Pesce gatto				
Pseudorasbora				

Indici di comunità

Il numero di specie rilevate è pari a 7 nella fase 1 e 8 nella fase 2. Si denota una notevole alterazione della comunità ittica originaria, testimoniata dal basso valore assunto dall'indice IQUAL in entrambe le fasi. L'indice di diversità assume un valore elevato, notevolmente superiore alla media calcolata per l'intero bacino (1,13 e 1,04 rispettivamente per le fasi 1 e 2). L'indice di dominanza si mantiene in entrambe le fasi abbondantemente al di sotto del valore medio (0,43 e 0,46 rispettivamente per le fasi 1 e 2). Il valore assunto dall'indice di evenness risulta alquanto elevato e superiore alla media: ciò denota un'equa ripartizione delle risorse tra le specie presenti.

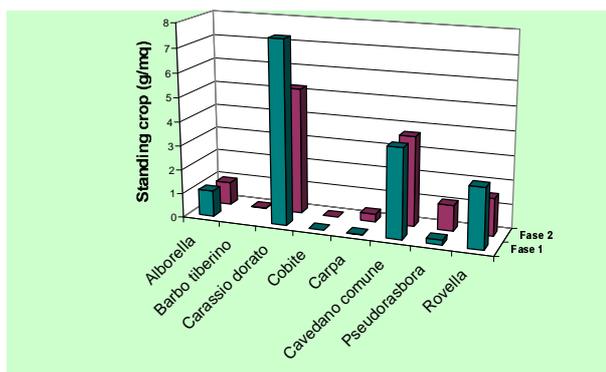
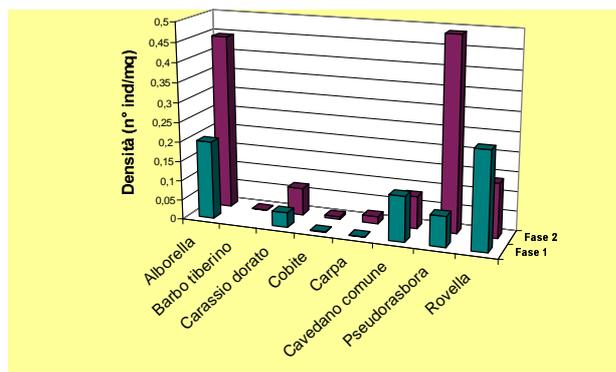
	Fase 1	Fase 2
N° specie	7	8
IQUAL	0,29	0,38
Diversità	1,46	1,41
Dominanza	0,26	0,30
Evenness	0,75	0,68

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Densità e standing crop

Per quanto riguarda la densità, si assiste ad un notevole incremento del valore dalla fase 1 alla fase 2. Tale fenomeno è dovuto al considerevole numero di alborelle e pseudorasbore catturate nella fase 2. Per lo standing crop si riscontra un leggero decremento, attribuibile alla piccola taglia che caratterizza la maggior parte degli esemplari catturati nella fase 2; in entrambe le fasi il maggior contributo in termini di biomassa va attribuito al carassio dorato, al cavedano comune e alla rovella.

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	0,68	15,06
Fase 2	1,25	12,88



Struttura di popolazione e accrescimento

L'accrescimento è stato analizzato per il cavedano comune, la rovella, ed il carassio dorato. Per il cavedano comune e la rovella è stata condotta anche l'analisi relativa alla struttura di popolazione.

Cavedano comune

Statistica descrittiva

Il campione è costituito in totale da 159 esemplari ed è caratterizzato dalla prevalenza di individui giovani. Difatti le età attribuite variano da un minimo di 0,50 ad un massimo di 6,50 anni, con un valore medio pari a 1,76 anni. La lunghezza minima registrata è di 4,20 cm, la massima è pari a 32,5 cm (valore medio: 14,11 cm). I pesi ricadono nell'intervallo compreso tra 0,67 e 347,00 g, con un valore medio che sfiora i 48 g.

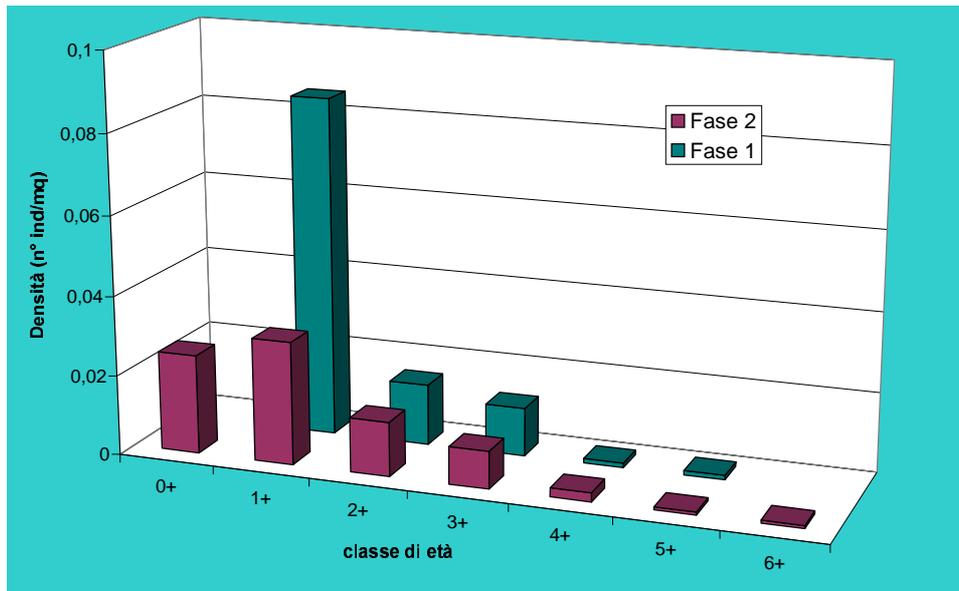
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	159	159	159
Media	1,76	14,11	47,43
Minimo	0,50	4,20	0,67
Massimo	6,50	32,50	347,00
Varianza	1,31	37,91	3459,31
Deviaz. standard	1,15	6,16	58,82

Struttura di popolazione

In questo caso si esprime un giudizio positivo per il buon numero di classi presenti (5 nella fase 1 e 7 nella fase 2) e per l'elevato grado di continuità. La classe dominante in entrambe le fasi è la 1+. Ben rappresentata risulta la classe dei giovani dell'anno (0+) nella fase 2 (30,13%); ciò indica che nel settore indagato sussistono le condizioni idonee per la riproduzione della specie. Alle classi più vecchie appartiene un discreto numero di individui, come si evince dai valori relativi alla percentuale di esemplari maturi (fase 1:12,53%; fase 2:15,98%); minore è tuttavia la percentuale di individui che superano la taglia legale (fase 1:1,98%; fase 2:4,57%).

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	5	7
Classi totali	6	7
Continuità	0,83	1,00
Densità totale (ind/m²)	0,11	0,08
Densità 0+ (ind/100 m²)	0,00	2,48
% 0+	0,00	30,13
Densità maturi (ind/100 m²)	1,44	1,32
% maturi	12,53	15,98
Densità taglia legale (ind/100 m²)	0,23	0,38
% taglia legale	1,98	4,57

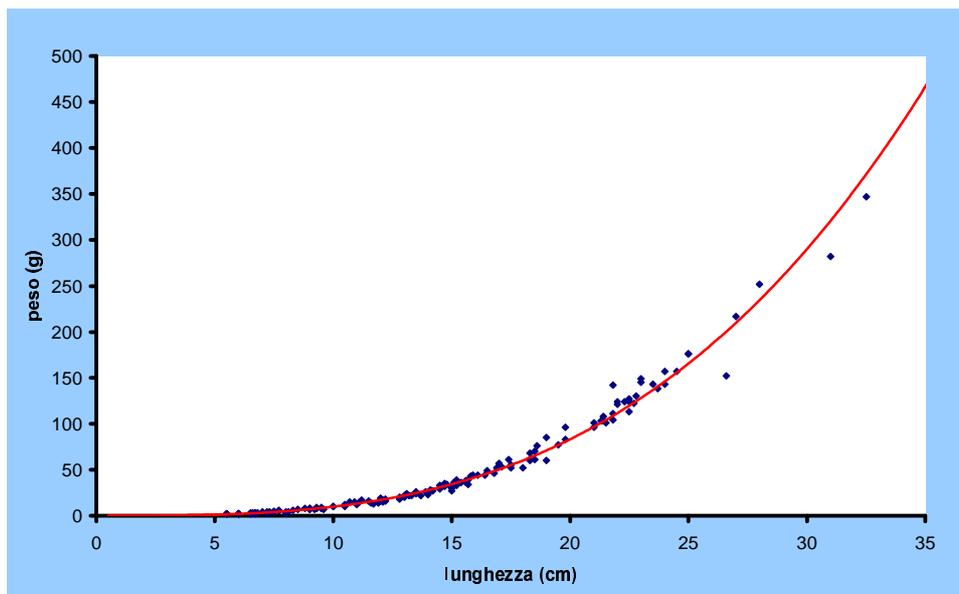
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0081 x^{3,0827} (R^2=0,9914)$$



Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,08 e quindi è leggermente maggiore di 3, valore che indica condizioni di crescita isometriche. Tale valore risulta inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,14.

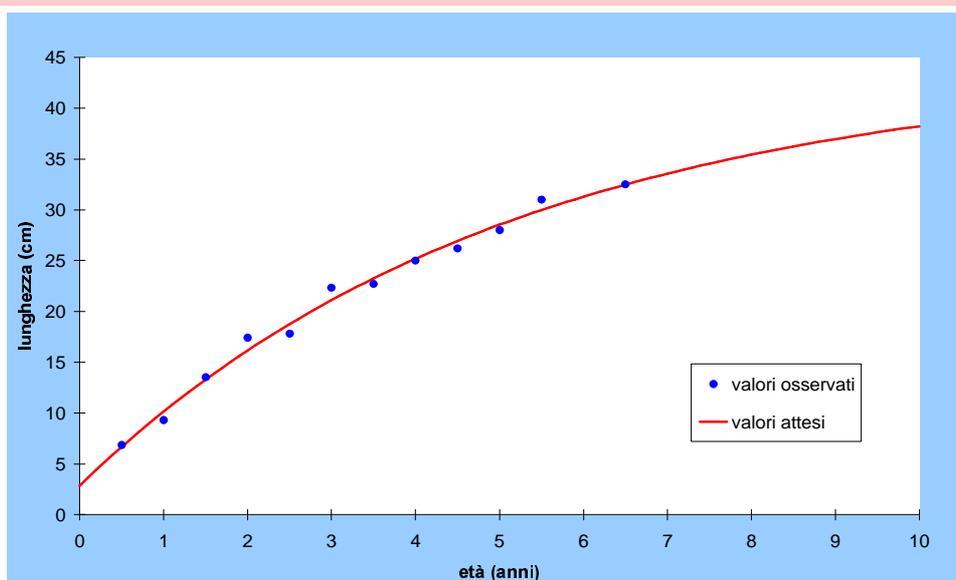
Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t=44,124\{1-e^{[-0,1949(t+0,343)]}\}$$

La lunghezza massima teorica assume un valore discreto (44,12 cm), leggermente al di sotto della media calcolata fra le altre popolazioni del bacino (45,73 cm); la velocità di accrescimento assume un valore ($K=0,19$) superiore alla media, che è pari a 0,189. La taglia legale, pari a 25 cm, viene raggiunta a circa 4 anni di età. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti di popolazioni diverse, è pari a 2,58 ed è leggermente superiore alla media calcolata fra le altre popolazioni del bacino (2,55).

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Rovella

Statistica descrittiva

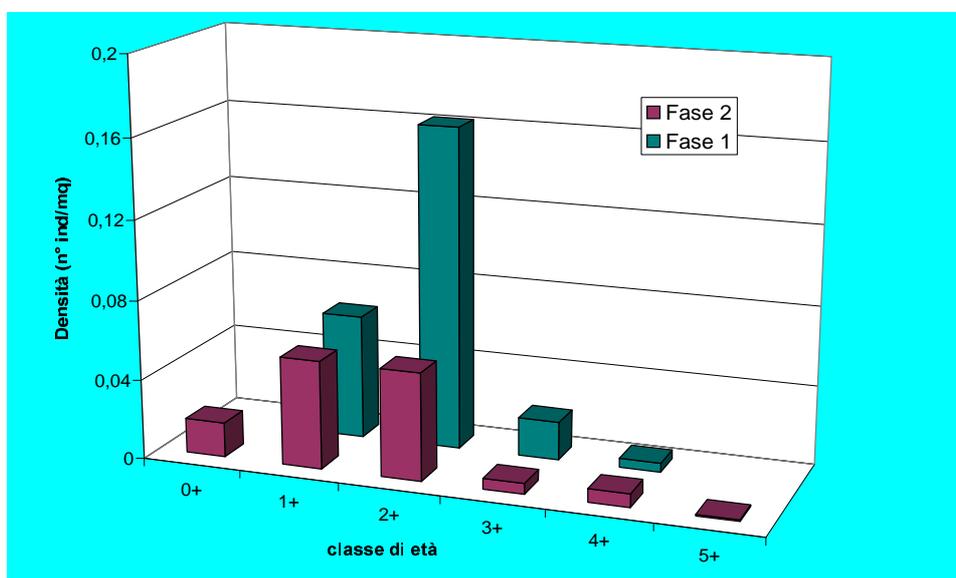
Il campione è molto numeroso (230 individui) ed è ben distribuito. Agli individui più giovani è stata attribuita un'età pari a 0,5 anni, i più vecchi raggiungono i 5,50 anni di età, con un valore medio che si attesta su 1,91 anni. Le lunghezze misurate variano da un minimo di 4,00 ad un massimo di 16,10 cm (media: 9,1 cm). I valori relativi al peso ricadono nell'intervallo compreso tra 1,00 e 52,00 g, con una media pari a 10,72 g.

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	230	230	230
Media	1,91	9,10	10,72
Minimo	0,50	4,00	1,00
Massimo	5,50	16,10	52,00
Varianza	0,79	5,74	74,00
Deviaz. standard	0,89	2,40	8,60

Struttura di popolazione

Nella fase 1 risultano presenti 4 classi, che vanno con continuità dalla 1+ alla 4+; la classe maggiormente rappresentata è la 2+. Nella fase 2 si registra un incremento del numero di classi (6), dovuto alla comparsa degli individui dell'anno (0+) e della classe 5+, alla quale tuttavia appartiene un esiguo numero di individui; le classi dominanti sono la 1+ e la 2+. Buona la percentuale di individui maturi in entrambe le fasi

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	4	6
Classi totali	5	6
Continuità	0,80	1,00
Densità totale (ind/m ²)	0,25	0,14
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	1,75
% 0+	0,00	12,60
Densità maturi (ind/100 m ²)	18,58	6,71
% maturi	74,79	48,29



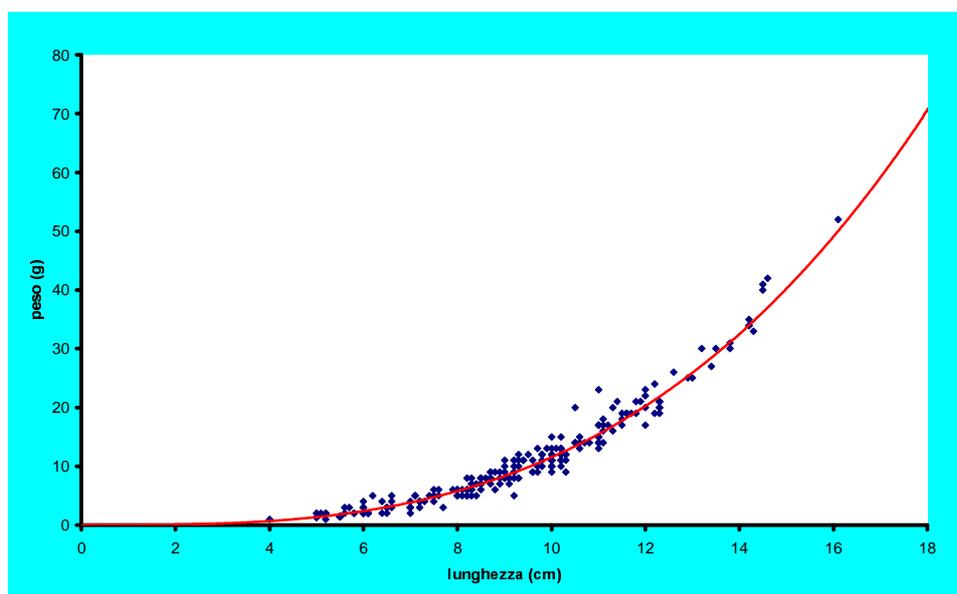
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

(fase 1:74,79%; fase 2: 48,29%). Complessivamente si esprime un giudizio positivo, per l'elevato grado di continuità e per la presenza della classe 0+ nella fase 2 (12,6%), che attesta la valenza riproduttiva del settore.

Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0095x^{3,083}(R^2=0,9536)$$

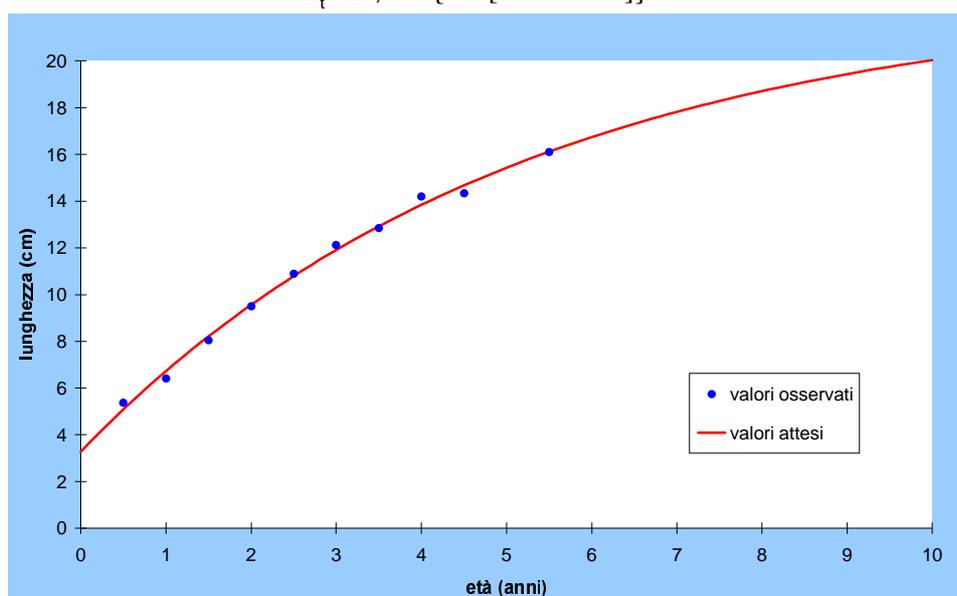


Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,08 ed indica condizioni di crescita migliori rispetto all'isometria. Tale valore risulta inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,12.

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t=22,846\{1-e^{-0,1949(t+0,343)}\}$$



La lunghezza massima teorica (22,85 cm) raggiunge il valore più elevato tra tutti quelli calcolati per il bacino; la velocità di accrescimento assume un valore modesto ($K=0,19$) e alquanto inferiore alla media di tutte le popolazioni considerate, che è pari a 0,256. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti diversi, è pari a 2,01 ed è il più elevato tra i valori calcolati per le altre popolazioni del bacino.

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Carassio dorato

Statistica descrittiva

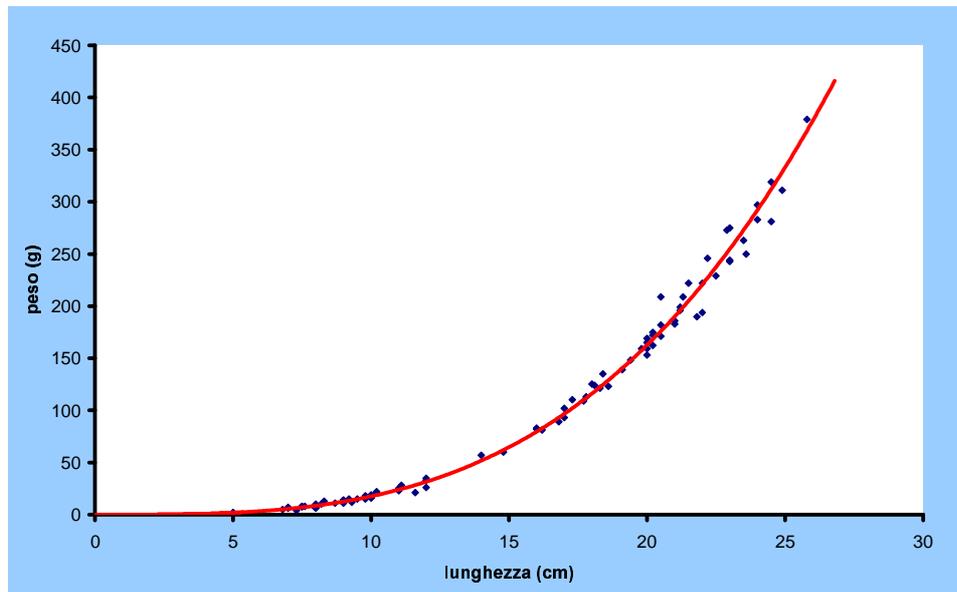
Il campione è costituito da 101 individui ed è ben distribuito. L'età minima è pari a 1,50 anni, mentre gli individui più vecchi raggiungono i 4,50 anni di età; il valore medio si attesta sui 2,22 anni. Le lunghezze sono comprese tra i 5,00 ed i 25,80 cm (media: 14,80 cm). I pesi oscillano tra 2,00 e 379,00 grammi, con un valore medio che supera di poco i 100 g.

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	101	101	101
Media	2,22	14,80	100,29
Minimo	1,50	5,00	2,00
Massimo	4,50	25,80	379,00
Varianza	0,75	37,69	9939,69
Deviaz. standard	0,87	6,14	99,70

Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0108x^{3,21}(R^2=0,9934)$$



Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,21 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria, con esemplari che si accrescono ponderalmente in modo più che proporzionale rispetto alla lunghezza. Tale valore risulta superiore a quello del campione complessivo, pari a 3,11.



3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Stazione Nestore 5 – Località Marsciano

Comunità ittica

In questo settore il bilancio ambientale è negativo, in quanto i valori riscontrati per il fosforo totale, i nitriti e l'ammoniaca non risultano idonei per la fauna ittica; anche i risultati relativi al mappaggio biologico confermano tale giudizio, infatti la stazione considerata rientra nella quarta classe di qualità I.B.E. (ambiente molto inquinato).

Per le specie rinvenute e per le caratteristiche ambientali la stazione viene classificata nella zona della carpa e tinca.

Bilancio ambientale		Idoneo per salmonidi	Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
Vocazione ittica naturale	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca
	Comunità ittica			
Specie presente	Anguilla			Specie assente
	Trota fario			
	Vairone			
	Barbo tiberino			
	Ghiozzo			
	Barbo del Danubio			
	Gobione			
	Cavedano etrusco			
	Cavedano comune			
	Rovella			
	Lasca			
	Alborella			
	Cobite			
	Tinca			
	Carassio dorato			
Carpa				
Scardola				
Persico sole				
Pesce gatto				
Pseudorasbora				

Indici di comunità

Nel passaggio dalla prima alla seconda fase si riduce notevolmente il numero di specie rilevate, che passa da 16 a 8. Rimane invariato l'indice d'integrità qualitativa, il cui valore molto modesto denota una notevole alterazione della fauna ittica autoctona. In particolare, delle 16 specie rilevate nella fase 1, ben 10 risultano introdotte, mentre nella fase 2 soltanto 3 specie su 8 appartengono alla fauna originaria del bacino. Va sottolineata, a tale proposito, la presenza di gobione, pseudorasbora e barbo del Danubio, specie esotiche di recente introduzione che appaiono in rapida espansione in tutto il bacino del F.Tevere. Il barbo del Danubio, in particolare, è responsabile dell'inquinamento genetico delle popolazioni autoctone del barbo tiberino dovuto a fenomeni di ibridazione interspecifica.

	Fase 1	Fase 2
N° specie	16	8
IIQUAL	0,38	0,38
Diversità	1,44	1,32
Dominanza	0,35	0,33
Evenness	0,52	0,63

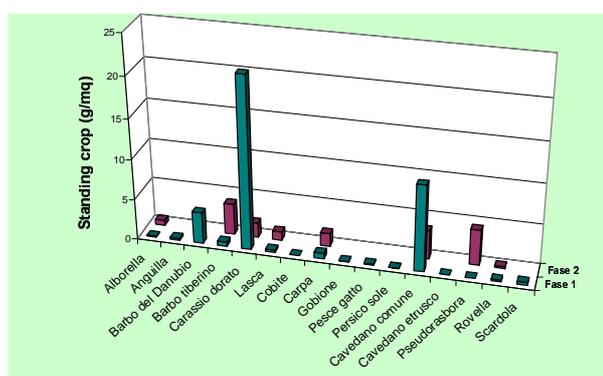
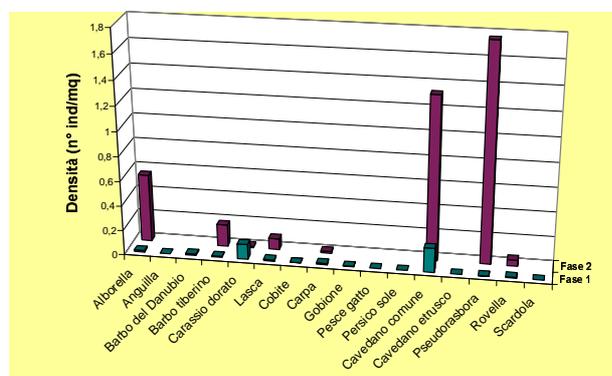
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Dato il notevole numero di specie rilevate, i valori calcolati per l'indice di diversità risultano elevati e nettamente superiori in entrambe le fasi alle medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 1,13, fase 2: 1,04). Per quanto riguarda l'indice di dominanza, i valori appaiono di poco più elevati nella fase 1 rispetto alla 2, ed in entrambi i casi sono inferiori alle medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 0,43, fase 2: 0,46). Le specie dominanti sono la pseudorasbora, il cavedano comune e l'alborella. Alquanto elevati risultano i valori dell'indice di evenness: ciò denota un'equa ripartizione delle risorse tra le specie presenti.

Densità e standing crop

Dal confronto tra le fasi appare subito evidente il notevole aumento del valore relativo alla densità nella fase 2. Tale risultato va attribuito soprattutto al considerevole numero di giovani dell'anno delle specie pseudorasbora, cavedano comune e alborella catturati nella fase 2, dovuto al reclutamento naturale. La riproduzione di queste specie, infatti, si è verificata nel periodo intercorso tra le due fasi. Per quanto riguarda lo standing crop si registra un andamento inverso: tale fenomeno è giustificato dalla minima taglia media degli individui in termini di biomassa, in cui il maggior contributo viene dato dal carassio dorato, dal cavedano comune e dal barbo del Danubio.

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	0,40	38,50
Fase 2	3,98	17,18



Struttura di popolazione e accrescimento

L'accrescimento è stato analizzato per il barbo, il cavedano comune, la rovella, la lasca ed il carassio dorato. Per il barbo, il cavedano comune e la rovella è stata condotta anche l'analisi relativa alla struttura di popolazione.

Barbo

Statistica descrittiva

Il campione è costituito in totale da 81 individui, di età compresa tra 0,41 e 8,41 anni. Prevalgono gli esemplari di piccole dimensioni, con presenza anche di sporadici individui di grossa taglia. Le lunghezze variano da un minimo di 5,00 cm ad un massimo di 46,00 cm, con un valore medio pari a 0,99 cm. I pesi ricadono nell'intervallo compreso tra 1,16 e 849,00 g, mentre il valore medio sfiora i 28 g.

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	81	81	81
Media	0,99	9,67	27,93
Minimo	0,41	5,00	1,16
Massimo	8,41	46,00	849,00
Varianza	1,87	40,87	10293,29
Deviaz. standard	1,37	6,39	101,46

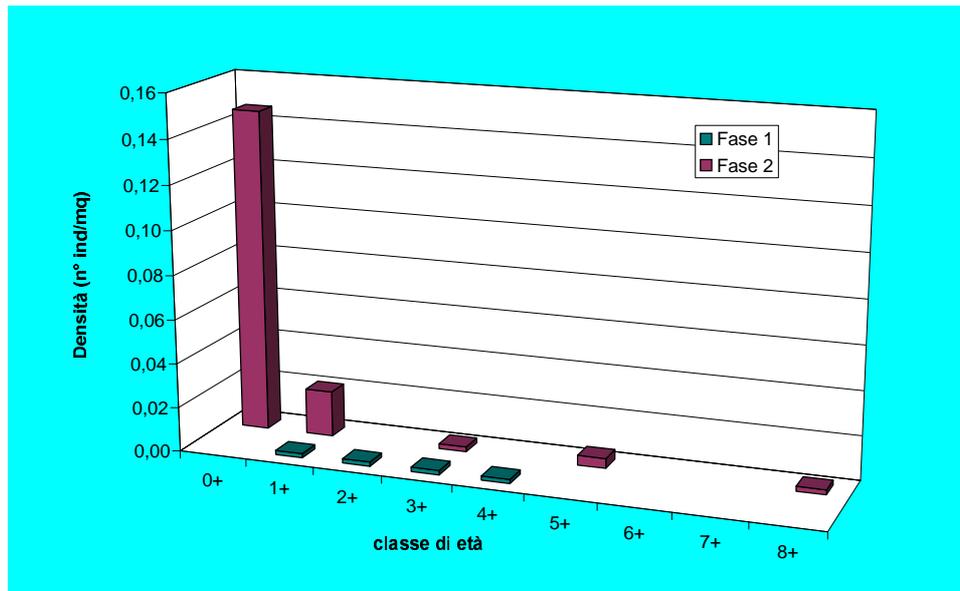
Struttura di popolazione

Nel complesso la popolazione si presenta strutturata in 7 classi di età che vanno dalla 0+ (a cui appartiene il maggior numero di individui) alla 8+. Complessivamente si esprime un giudizio negativo per la discontinuità con cui si presentano le classi e per l'esiguità del numero di individui appartenenti alle classi più vecchie. Relativamente alla fase 1, le 4 classi presenti (dalla 1+ alla 4+) sono

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

rappresentate da uno scarso numero di individui, in cui tuttavia sono ben rappresentati gli individui che hanno raggiunto la maturità sessuale (50%); minore è la percentuale di esemplari di taglia legale (25%). Nella fase 2 si registra una continuità leggermente maggiore, anche se risultano assenti le classi 2+, 4+, 6+ e 7+; ben rappresentata la classe degli 0+, che testimonia la valenza riproduttiva del settore.

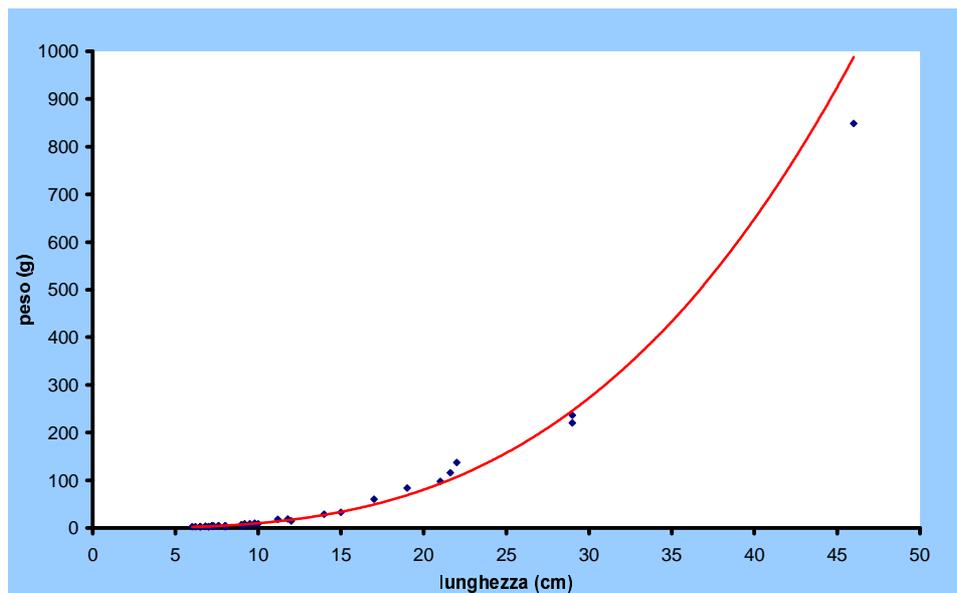
	Fase 1	Fase 2
Numero classi	4	5
Classi totali	8	9
Continuità	0,50	0,56
Densità totale (ind/m ²)	0,01	0,18
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	14,63
% 0+	0,00	83,18
Densità maturi (ind/100 m ²)	0,39	0,90
% maturi	50,00	5,12
Densità taglia legale (ind/100m ²)	0,19	0,90
% taglia legale	25,00	5,12



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0096 x^{3,0146} (R^2=0,9849)$$



Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,01 ed indica condizioni di crescita prossime all'isometria. Tale valore risulta inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,17.

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Cavedano comune

Statistica descrittiva

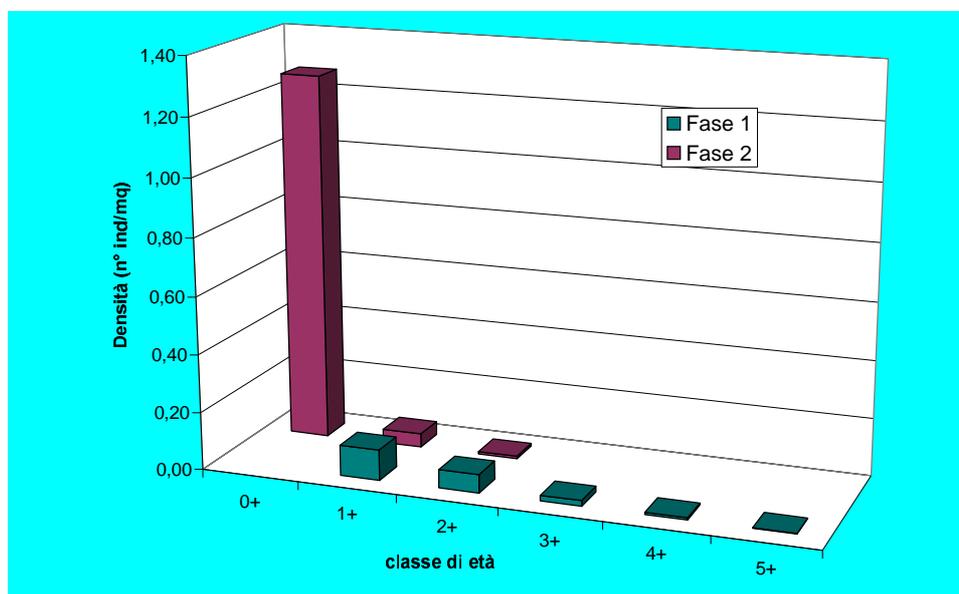
Il campione è molto numeroso (667 individui), con una netta prevalenza di individui giovani. L'età è compresa infatti tra 0,41 e 5,00 anni con un valore medio pari a soli 0,8 anni. Le lunghezze sono comprese tra 4,00 e 32,1 cm; il valore medio si attesta sui 8,55 cm. I valori relativi al peso variano da 0,44 a 470 grammi, mentre il valore medio è pari a 17,53 grammi.

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	667	667	667
Media	0,80	8,55	17,53
Minimo	0,41	4,00	0,44
Massimo	5,00	32,10	470,00
Varianza	0,58	26,76	2142,60
Deviaz. standard	0,76	5,17	46,29

Struttura di popolazione

Nella fase 1 sono state rilevate 5 classi di età, che vanno con continuità dalla 1+ alla 5+; tra queste la classe maggiormente rappresentata è la 1+. Discrete risultano le percentuali degli individui maturi (14,31%) e di taglia legale (4,43%). Nella fase 2 diminuisce il numero di classi presenti per la scomparsa degli esemplari più vecchi mentre i giovani dell'anno (0+) sono rappresentati da un numero di individui estremamente elevato (95,75%): tali fenomeni testimoniano la valenza riproduttiva del settore indagato.

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	5	3
Classi totali	5	6
Continuità	1,00	0,50
Densità totale (ind/m ²)	0,20	1,33
Densità 0+ (ind/100 m ²)	0,00	127,18
% 0+	0,00	95,75
Densità maturi (ind/100 m ²)	2,82	0,00
% maturi	14,31	0,00
Densità taglia legale (ind/100m ²)	0,87	0,00
% taglia legale	4,43	0,00



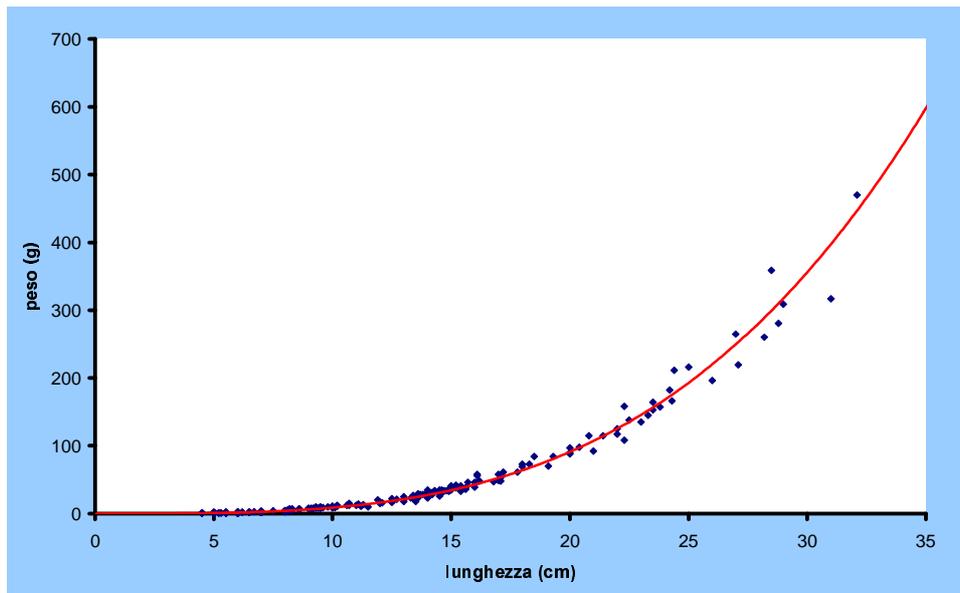
Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0038 x^{3,3652} (R^2=0,9852)$$

Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,37 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria. Tale valore risulta superiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,14.

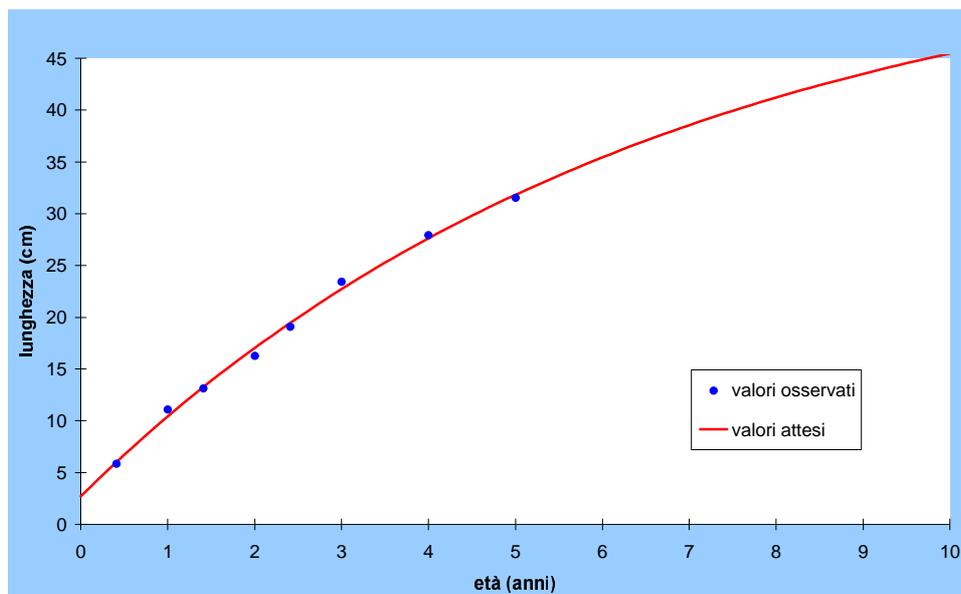
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Accrescimento teorico in lunghezza

La curva di accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t = 57,482 \{ 1 - e^{-0,1518(t+0,317)} \}$$



La lunghezza massima teorica assume il valore più elevato (57,48 cm) tra quelli calcolati per le altre popolazioni del bacino, mentre la velocità di accrescimento assume un valore modesto ($K=0,1518$). La taglia legale, pari a 25 cm, viene raggiunta fra i 3 e i 4 anni di età. Il parametro ϕ , che permette di confrontare fra loro accrescimenti di popolazioni diverse, è pari a 2,70 ed è il più elevato tra i valori calcolati per le altre popolazioni del bacino.

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Lasca

Statistica descrittiva

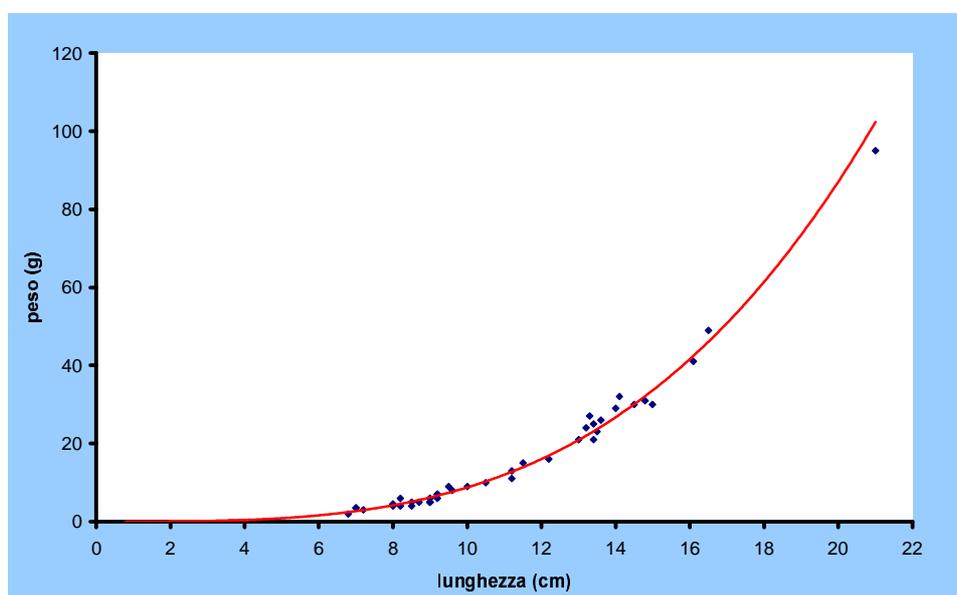
Il campione è costituito da 48 individui. L'età è compresa tra 1,41 e 4,41 anni, con un valore medio pari a 2,75. Le lunghezze ricadono nell'intervallo compreso tra 6,80 e 21,00 cm; la media si attesta attorno agli 11 cm. I pesi oscillano tra 2 e 95 grammi; il valore medio è pari a 15,22 cm.

	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	48	48	48
Media	2,75	10,79	15,22
Minimo	1,41	6,80	2,00
Massimo	4,41	21,00	95,00
Varianza	1,02	9,51	269,10
Deviaz. standard	1,01	3,08	16,43

Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0043 x^{3,3124} (R^2=0,9801)$$



Il valore del coefficiente di regressione è pari a 3,31 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria, con esemplari che si accrescono maggiormente in peso piuttosto che in lunghezza. Tale valore risulta nettamente superiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 2,88. Nel complesso si può affermare che la specie in questo settore è in buone condizioni dal punto di vista nutrizionale.

Carassio dorato

Statistica descrittiva

Il campione è costituito da 67 individui. L'età minima è pari a 1 anno, mentre gli individui più vecchi raggiungono i 4 anni di età. La lunghezza minima rilevata è pari a 10,80 cm, l'esemplare di taglia maggiore presenta una lunghezza che sfiora i 27 cm. I pesi oscillano tra 24,00 e 377,00 grammi, con un valore medio pari a 158,19.

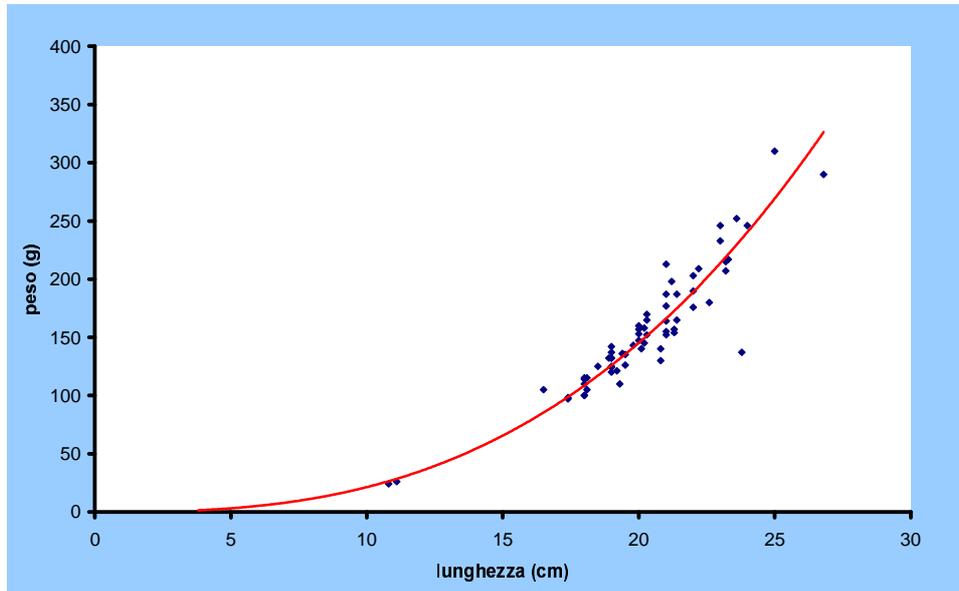
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	67	67	67
Media	2,57	20,27	158,19
Minimo	1,00	10,80	24,00
Massimo	4,00	26,90	377,00
Varianza	0,39	7,22	3335,95
Deviaz. standard	0,62	2,69	57,76

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

16 giugno 2004

Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:



$$y=0,0364 x^{2,7676}(R^2=0,9258)$$

Il valore del coefficiente di regressione è pari a 2,77 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria, con esemplari che si presentano più esili e longilinei della norma. Tale valore risulta notevolmente inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,11.



Stazione di campionamento sul F.Nestore a Marsciano

Foto: Dolciami

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Stazione Serpolla 1- Località Podere Cantagallina (Pornello)

Comunità ittica

Per le caratteristiche ambientali e per le specie ittiche presenti la stazione viene classificata nella zona del barbo.

In questo settore il bilancio ambientale risulta, quindi, positivo in quanto tutti i parametri rilevati rientrano negli standard di qualità per i ciprinidi previsti dal D. lgs. n. 152; non è stato possibile effettuare il mappaggio biologico e quindi determinare la classe di qualità I.B.E. di appartenenza.

Indici di comunità

Bilancio ambientale		Idoneo per salmonidi	Idoneo per ciprinidi	Non idoneo
Vocazione ittica naturale	Z.S.trota	Z.I.trota	Barbo	Carpa e Tinca
	Comunità ittica			
Specie presente	Anguilla			Specie assente
	Trota fario			
	Vairone			
	Barbo tiberino			
	Ghiozzo			
	Barbo del Danubio			
	Gobione			
	Cavedano etrusco			
	Cavedano comune			
	Rovella			
	Lasca			
	Alborella			
	Cobite			
	Tinca			
	Carassio dorato			
Carpa				
Scardola				
Persico sole				
Pesce gatto				
Pseudorasbora				

In entrambe le fasi l'indice di integrità qualitativa assume il valore massimo (IIQUAL=1,00), poiché tutte le specie rilevate sono risultate autoctone (trota fario, vairone, cavedano etrusco, rovella). I valori dell'indice di diversità, leggermente più elevati nella fase 2, sono di poco inferiori alle medie calcolate per l'intero bacino (fase 1: 1,13; fase 2: 1,04). L'indice di dominanza appare, in entrambe le fasi, prossimo ai valori medi calcolati per l'intero bacino (fase 1: 0,43; fase 2: 0,40) e denota una buona ripartizione delle specie presenti nella comunità ittica, situazione che viene confermata anche dai valori abbastanza elevati dell'indice di evenness.

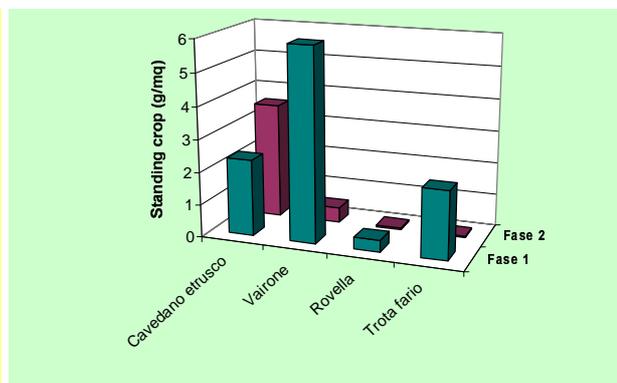
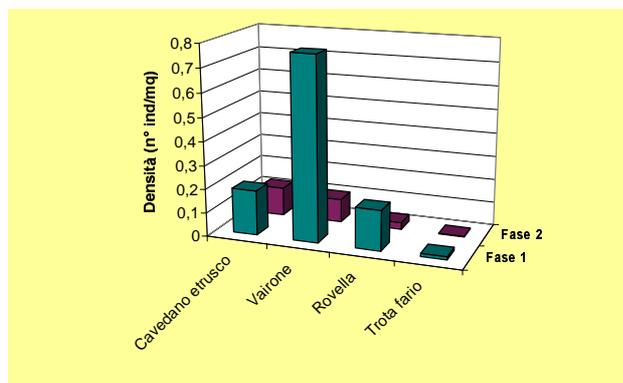
	Fase 1	Fase 2
N° specie	4	4
IIQUAL	1,00	1,00
Diversità	0,90	1,02
Dominanza	0,50	0,40
Evenness	0,65	0,73

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Densità e standing crop

Nel passaggio tra la prima e la seconda fase si nota una netta diminuzione dei valori della densità e dello standing crop, che interessa particolarmente il vairone e la rovellia; il cavedano etrusco si discosta leggermente da questo andamento generale in quanto, pur essendo meno abbondante nella fase 2, presenta una biomassa maggiore.

	Densità (n° ind/m ²)	Standing crop (g/m ²)
Fase 1	1,14	10,73
Fase 2	0,25	4,13



Struttura di popolazione e accrescimento

Per il cavedano etrusco e per il vairone sono stati analizzati la struttura di popolazione e l'accrescimento.

Cavedano etrusco

Statistica descrittiva

Il campione è costituito da 45 individui, di età compresa tra 0,50 e 4,50 anni, con una media di 1,85 anni. Le lunghezze variano da un minimo di 3,50 cm ad un massimo di 21,00 cm; il valore medio è pari a 10,93 cm. I valori del peso sono compresi nell'intervallo tra 1,00 e 117,00 g, con una media di 22,60 g.

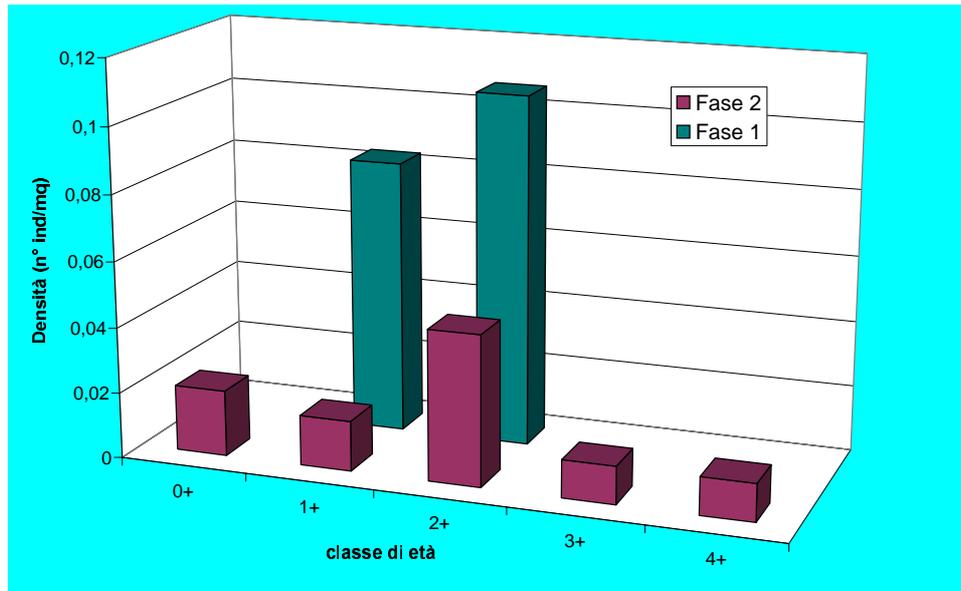
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	45	45	45
Media	1,85	10,93	22,6
Minimo	0,50	3,50	1,00
Massimo	4,50	21,00	117,00
Varianza	0,85	18,04	593,28
Deviaz. standard	0,92	4,25	24,36

Struttura di popolazione

Complessivamente la popolazione risulta strutturata in 5 classi di età, che vanno dalla 0+ alla 4+. Relativamente alla fase 1 si esprime un giudizio negativo per il basso grado di continuità della struttura (0,50) e per l'assenza delle classi di età più vecchie (3+, 4+), sebbene sia elevata la percentuale degli individui che hanno raggiunto la maturità sessuale (56,14%). Nella fase 2 la popolazione presenta una struttura più soddisfacente, con un ottimo grado di continuità, e la comparsa dei giovani dell'anno (2,00 ind/100m², pari al 19,27% del campione). Sempre in questa fase diminuisce la densità delle classi 1+ e 2+ e quindi si riduce il numero complessivo di individui maturi (6,86 ind/100m²), sebbene incrementi il loro valore in percentuale (66,06%). Infine in entrambe le fasi risulta nulla la densità degli individui che hanno raggiunto la taglia legale (25 cm).

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	2	5
Classi totali	4	5
Continuità	0,50	1,00
Densità totale (ind/m²)	0,19	0,10
Densità 0+ (ind/100 m²)	0,00	2,00
% 0+	0,00	19,27
Densità maturi (ind/100 m²)	10,67	6,86
% maturi	56,14	66,06
Densità taglia legale (ind/100m²)	0,00	0,00
% taglia legale	0,00	0,00

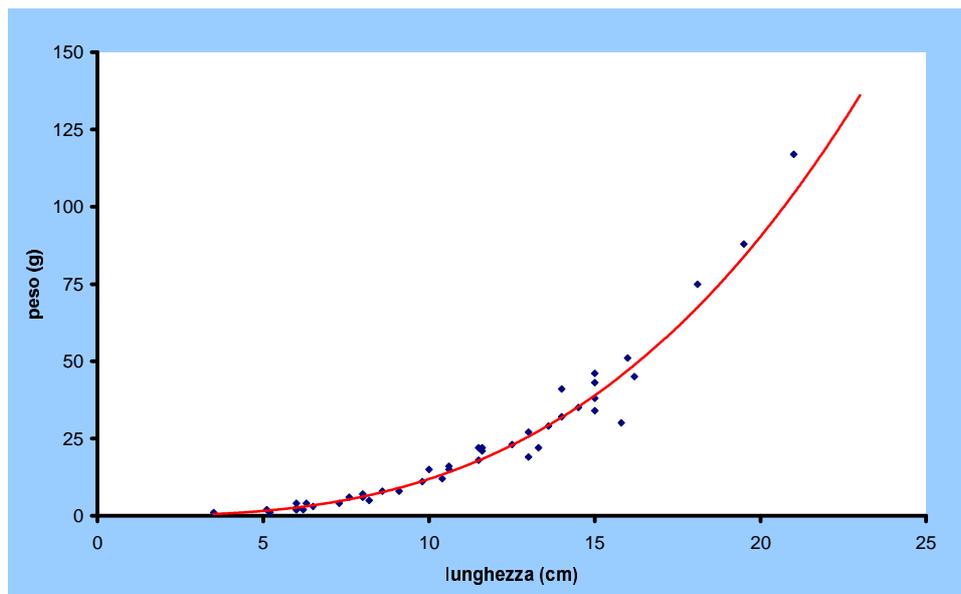
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,014x^{2,9281} (R^2=0,9696)$$



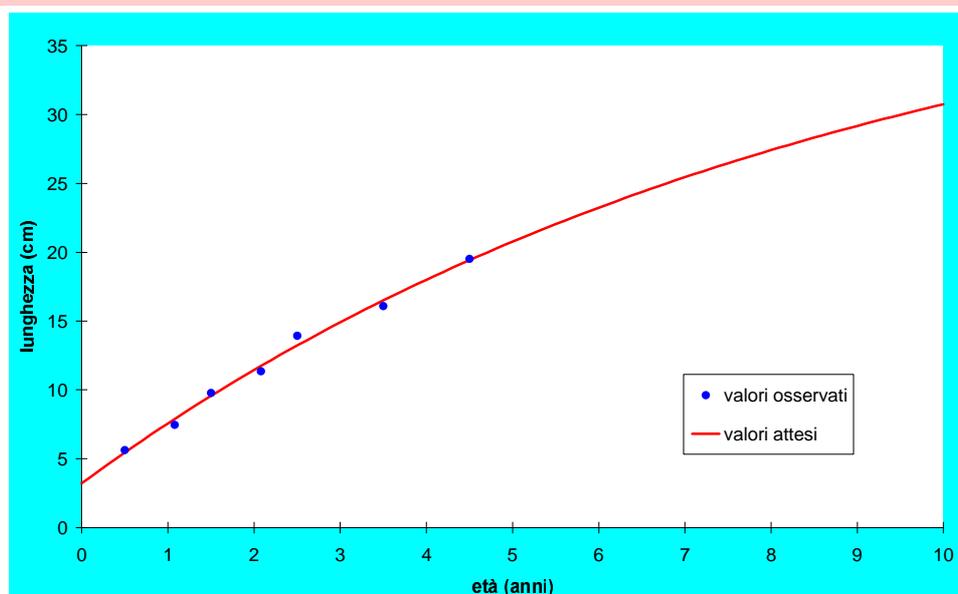
Il valore del coefficiente di regressione è pari a 2,93 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria, con esemplari che si accrescono maggiormente in lunghezza, tanto da risultare esili e longilinei. Tale valore risulta inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,12.

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva dell'accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t=43,819\{1-e^{-0,1133(t+0,672)}\}$$

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



La lunghezza massima teorica (43,82 cm) risulta leggermente superiore alla media calcolata per tutte le popolazioni del bacino (41,88 cm), mentre la velocità di accrescimento assume il valore più basso ($K=0,11$). Il parametro ϕ , che permette di confrontare accrescimenti di popolazioni diverse, è pari a 2,34 e coincide con il valore medio calcolato per tutto il bacino.

Vairone

Statistica descrittiva

Il campione è costituito da 126 individui di età compresa tra 0,16 e 5,16 anni, con una media di 1,51 anni. I valori di lunghezza oscillano da un minimo di 3,00 cm ad un massimo di 15,40 cm, mentre il valore medio è pari a 7,13 cm. I pesi ricadono nell'intervallo compreso tra 0,34 e 45,00 g, con una media di 7,77 g.

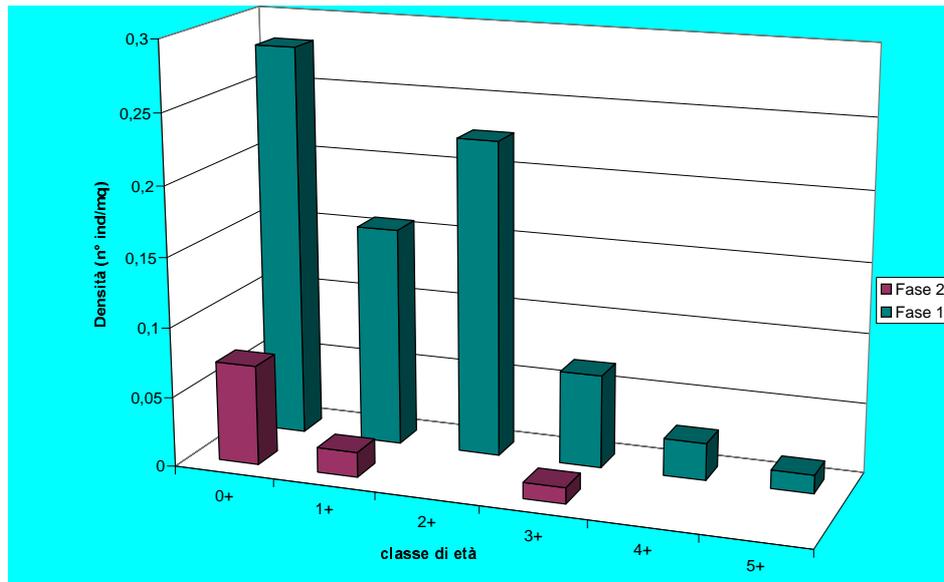
	ETA' (anni)	LT (cm)	PESO (g)
Numero valori	126	126	126
Media	1,51	7,13	7,77
Minimo	0,16	3,00	0,34
Massimo	5,16	15,40	45,00
Varianza	1,38	11,99	93,58
Deviaz. standard	1,17	3,46	9,67

Struttura di popolazione

Complessivamente la popolazione si presenta strutturata in 6 classi di età, che vanno dalla 0+ alla 5+. Nella fase 1 si rileva un ottimo grado di continuità ed una cospicua presenza (33,25 ind/100m², pari al 43,13% del campione) di esemplari maturi e di giovani dell'anno (28,17 ind/100m², pari al 36,53% del campione). Relativamente alla fase 2 si nota un peggioramento del grado di continuità (0,50), dovuto all'assenza delle classi 2+, 4+, 5+, ed una diminuzione della densità in tutte le rimanenti classi di età. Rimane comunque ben rappresentata in questa fase l'abbondanza degli 0+ (7,16 ind/100m² pari al 70,96% del campione), fatto che testimonia la valenza riproduttiva del settore.

	Fase 1	Fase 2
Numero classi	6	3
Classi totali	6	6
Continuità	1,00	0,50
Densità totale (ind/m²)	0,77	0,10
Densità 0+ (ind/100 m²)	28,17	7,16
% 0+	36,53	70,96
Densità maturi (ind/100 m²)	33,25	1,14
% maturi	43,13	11,33

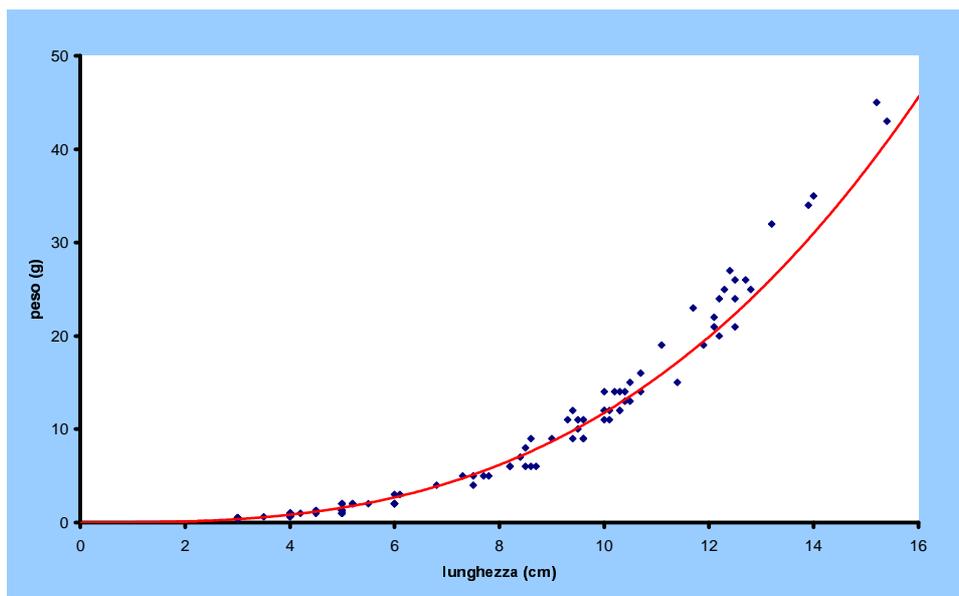
3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA



Regressione lunghezza-peso

La regressione calcolata è la seguente:

$$y=0,0154x^{2,8838} \quad (R^2=0,9855)$$



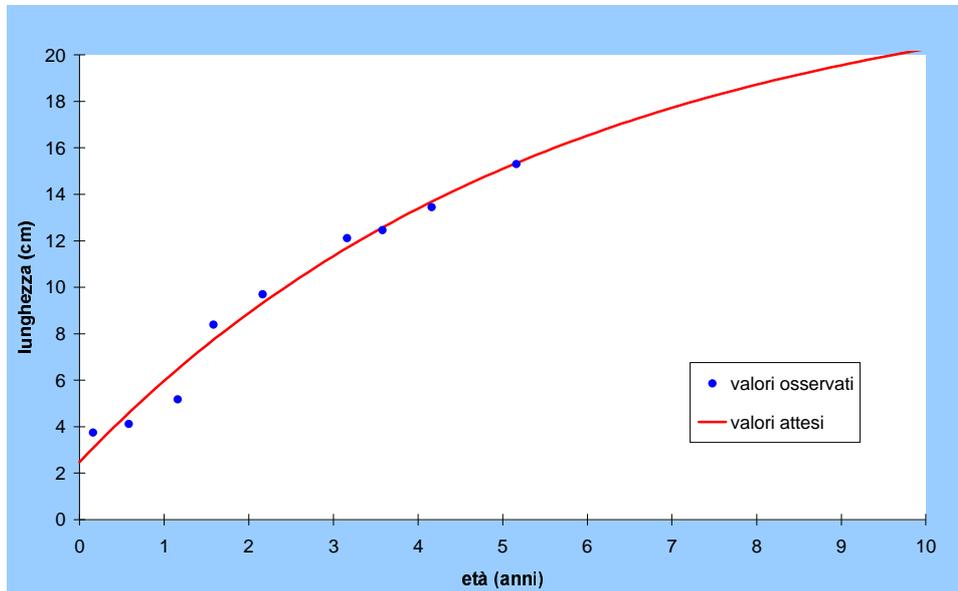
Il valore del coefficiente di regressione è pari a 2,88 ed indica condizioni di crescita lontane dall'isometria con esemplari che si accrescono più in lunghezza, tanto da risultare esili e longilinei. Tale valore risulta inferiore a quello calcolato per il campione complessivo, pari a 3,03.

3.6 - RISULTATI. FAUNA ITTICA

Accrescimento teorico in lunghezza

La curva dell'accrescimento teorico in lunghezza è descritta dall'equazione:

$$L_t = 23,807 \{1 - e^{-0,1792 (t+0,612)}\}$$



La lunghezza massima teorica (23,81 cm) risulta di poco superiore al valore medio calcolato per tutte le popolazioni del bacino (21,95 cm), mentre la velocità di accrescimento ($K=0,179$) si presenta inferiore alla media del bacino ($K=0,25$). Il parametro ϕ , che permette di confrontare accrescimenti diversi, è pari a 2,1 ed è superiore al valore medio calcolato per le altre popolazioni del bacino (1,91).



Stazione di campionamento sul T.Serpolla

Foto: Ghetti

4. CONCLUSIONI

Le ricerche condotte nel corso della Carta Ittica di 2° livello hanno permesso di aggiornare ed approfondire le conoscenze sulla situazione ambientale del bacino del F.Nestore, confermando in parte alcune informazioni già note. L'analisi dei dati ha ribadito che il bacino è costituito in massima parte da un territorio prevalentemente collinare o di pianura, con corsi d'acqua di piccole dimensioni, caratterizzati da una pronunciata instabilità delle condizioni ambientali. In particolare il regime idrologico appare contraddistinto da portate fortemente variabili, con magre estive molto pronunciate. L'analisi dei dati morfo-idrologici (larghezza, profondità, portata, velocità di corrente, sezione utile) non ha evidenziato alcuna differenza statisticamente significativa nei valori medi calcolati nelle due fasi di campionamento, ma ciò appare conseguente al fatto che la raccolta dei dati della fase 2 è slittata, proprio per il protrarsi della siccità estiva, nel periodo tardo autunnale o invernale.

La situazione ambientale dei corsi d'acqua del bacino appare caratterizzata da un inquinamento diffuso e di media-forte gravità; il mappaggio biologico indica che il 38% delle stazioni considerate rientra in III Classe di Qualità (ambiente inquinato) ed il 19% in IV classe (ambiente molto inquinato). In particolare le situazioni di maggiore degrado sono localizzate soprattutto nell'asta principale del F.Nestore e nell'immissario del Lago Trasimeno (F.so dell'Anguillara). La situazione sembra leggermente migliorata rispetto al 1996, ma ciò può essere attribuito in parte al fatto che questa volta (Mearelli *et al.*, 1996) sono state escluse dai campionamenti le situazioni più compromesse (T.Caina, T.Genna, T.Cestola).

Tale contesto di degrado della qualità dell'acqua è confermato dai risultati del bilancio ambientale: le stazioni che presentano una situazione incompatibile con la presenza della fauna ittica sono il 23,5% del totale, mentre per il 29,4% dei casi il bilancio è dubbio. Condizioni di elevata qualità ambientale (bilancio positivo = 47,1%) sono localizzate prevalentemente nella parte superiore dei corsi d'acqua e caratterizzano soprattutto il sottobacino del T.Fersinone. Particolarmente compromessa appare la situazione dell'asta principale del F.Nestore che, ad eccezione del tratto più a monte, è contraddistinto da settori fluviali con un grado di inquinamento particolarmente elevato.

Per quanto riguarda la fauna ittica i risultati confermano la vocazione ciprinicola del bacino del F.Nestore: assenti sono infatti i settori fluviali attribuibili alla regione a salmonidi. La zona del Barbo è quella maggiormente rappresentata, con il 76,5% delle stazioni di campionamento, mentre i rimanenti casi appartengono tutti alla zona della Carpa e della Tinca (23,5% dei casi) ed includono prevalentemente i tratti di pianura, più fortemente inquinati, dei corsi d'acqua.

Delle 20 specie ittiche censite la rovello, il vairone, il cavedano ed il cavedano etrusco risultano le più diffuse e ciò rappresenta un elemento indubbiamente positivo, in quanto si tratta in tutti i casi di specie indigene. Dal punto di vista qualitativo le comunità ittiche appaiono abbastanza ben articolate e mai monospecifiche; la ricchezza di specie aumenta lungo il gradiente longitudinale, favorita in questo da un ambiente fluviale più eterogeneo e quindi maggiormente abbondante di nicchie potenziali.

L'elenco faunistico comprende comunque un numero elevato di specie ittiche esotiche, che rappresentano circa il 50% delle specie complessivamente presenti. Va sottolineata a questo proposito la presenza di pseudorasbora, gobione e barbo del Danubio, specie alloctone di recente introduzione in Umbria, che appaiono in rapida espansione in tutto il bacino del F.Tevere. La pseudorasbora risulta già localmente molto abbondante, tanto da presentare la maggiore densità media fra tutte le specie presenti nel bacino del F.Nestore. Il barbo del Danubio è invece responsabile dell'inquinamento genetico delle popolazione autoctone del barbo tiberino dovute a fenomeni di ibridazione interspecifica.

L'integrità delle comunità ittiche è stata valutata attraverso l'indice di integrità qualitativa (Bianco, 1990), che è dato dal rapporto tra il numero di specie autoctone presenti e il totale delle specie campionate. L'analisi dei dati evidenzia che in entrambe le fasi di campionamento il valore medio dell'indice è abbastanza alto (fase 1 valore medio pari a 0,73; nella fase 2 valore medio pari a 0,77). Cinque stazioni di campionamento, tutte localizzate nella parte superiore dei corsi d'acqua (03FAEN01, 03FERS01, 03IERN01, 03SERP01, 03NEST01), presentano comunità ittiche perfettamente integre.

4- CONCLUSIONI

Anche dal punto di vista ittico le situazioni più compromesse riguardano i settori fluviali di pianura (03NEST04, 03NEST05, ANGU01), evidenziando un legame tra qualità dell'acqua e stato delle comunità: le specie esotiche si avvantaggiano di una situazione di degrado ambientale in quanto generalmente contraddistinte da un'ampia valenza ecologica e da una maggiore tolleranza nei confronti dell'inquinamento rispetto alle specie indigene.

Da un punto di vista quantitativo l'analisi dei risultati ha evidenziato la presenza di popolamenti ittici con abbondanze spesso ridotte, che appaiono penalizzate dalla cattiva qualità dell'acqua, dalla riduzione estiva delle portate e dalla presenza delle specie esotiche. Appare, quindi evidente come tutti i problemi relativi alla gestione di tali popolamenti ittici vadano soprattutto affrontati unitamente all'attuazione dei piani di risanamento ambientale.

BIBLIOGRAFIA

- Abella A., Auteri R., Serena F., Silvestri R., Voliani A. (1994). Studio sulla variabilità di accrescimento a diverse altitudini della trota fario nel torrente Lima. *Atti del 5° Convegno Nazionale A.I.I.A.D.*, 307-312.
- Anderson R.O. e Neumann R.M. (1996). Length, weight and associated structural indices. In Murphy B.R. e Willis D.W. (editors): *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society, Bethesda, 447-482.
- Associazione Italiana Ittiologi Acque Dolci (1993). Le Carte Ittiche delle acque correnti superficiali. Strumenti per la gestione dell'ittiofauna e degli ambienti acquatici. *A.I.I.A.D.*, 2-11.
- Bacci V. e Mecucci M.L. (1970). Stato attuale di inquinamento delle acque superficiali umbre. Nota III: il Fiume Nestore. *Riv. Idrobiol.*, **9**, 29-60.
- Bagenal T.B. (1978). *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. Ed. Blackwell Scientific Publications Ltd., London, pp. 365.
- Bartolini E., (1992). *Carta Ittica del bacino del F.Nestore*. Università di Perugia, Tesi di Laurea. a. a. 1991-'92. Corso di Laurea in Scienze Biologiche, pp. 145.
- Bianco P.G. (1990). Proposta di impiego di indici e di coefficienti per la valutazione dello stato di degrado dell'ittiofauna autoctona delle acque dolci. *Riv. Idrobiol.*, **29** (1): 130-149.
- Bullini L., Pignatti S., Virzo De Santo A. (1988). *Ecologia generale*. UTET Torino, pp. 483.
- Casselmann J.M. (1967). *Age and growth of Northern pike (Esox Lucius Linnaeus) of the Upper St Lawrence River*. M.S. University of Guelph, pp. 219.
- Cavalli-Sforza L. (1977). *Analisi statistica per medici e biologi*. Boringhieri, Torino, pp. 204.
- Dahl K. (1909). The assessment of age and growth in fish. *Int. Revue der gesamt. Hydrobiol. und Hydrogr.*, **2**: 758-769.
- Di Giovanni M.V., Goretti E., Lorenzoni M. (1989). Qualità delle acque della rete idrica del fiume Nestore dalla Piana di Pietrafitta alla confluenza con il torrente Genna (Umbria-Perugia). *SITE Atti*, **7**: 1003-1010.
- DECRETO LEGISLATIVO 11 maggio 1999, n. 152. Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e reperimento della Direttiva 91/271/CEE, concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva 91/676/CEE, relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. *Gazzetta Ufficiale del 29 maggio 1999*, n. 124.
- Delmastro G. (1982). *I pesci del bacino del Po e delle acque dolci d'Italia*. Edizioni CLESAV, pp. 190.

BIBLIOGRAFIA

- Forneris G., Paradisi S., Specchi M. (1990). *Pesci d'acqua dolce*. Carlo Lorenzini Editore, pp. 214.
- Forneris G., Perosino G.C., Pintor N.P. (1990). *Conseguenze delle captazioni idriche sugli ecosistemi fluviali (situazione attuale e proposte di regolamentazione per il territorio piemontese)*. Provincia di Torino, pp. 17.
- Fowler J.E. e Cohen L. (1993). *Statistica per ornitologi e naturalisti*. Franco Muzzio Editore, Padova, pp. 240.
- Gandolfi G. (1985). Popolamenti ittici delle acque correnti. *Ecologia dell'ambiente fluviale*, 125-135.
- Gandolfi G. e Zerunian S. (1987a). I pesci delle acque interne italiane: aggiornamenti e considerazioni critiche sulla sistematica e distribuzione. *Atti Soc. Ital. Nat. Museo Civ. Stor. Nat. Milano*, **128**: 3-56.
- Gandolfi G. e Zerunian S. (1987b). L'ittiofauna autoctona delle acque interne italiane: problemi aperti nella sistematica. *Atti del 2° Convegno A.I.I.A.D.*, 131-145.
- Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P., Marconato A. (1991). *I pesci delle acque interne italiane*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, pp. 616.
- Georgia Adopt-A-Stream (2000). *Visual Stream Survey*. Department of Natural Resources, Environmental Protection Division, pp.78.
- Ghetti P.F. (1986). *Manuale di applicazione. I macroinvertebrati nell'analisi della qualità dei corsi d'acqua. Indice biotico: E.B.I., modif. Ghetti*. Provincia di Trento, pp. 115.
- Huet M. (1949b). Aperçu des relations entre la pente et les population piscicoles des eaux courantes. *Schweitz. Z. Hydrol.*, **2**: 322-351.
- Huet M. (1954). Biologie: profils le long en traverse des eaux courantes. *Bull. Fr. Piscic.*, **175**: 41-53.
- Huet M. (1962). Influence du courant sur la distribution des poissons dans les eaux courantes. *Schweitz. Z. Hydrol.*, **24**: 412- 432.

BIBLIOGRAFIA

- Ladiges W. e Vogt D. (1965). *Guida dei pesci d'acqua dolce d'Europa, fino agli Urali e al Mar Caspio*. Edizioni Labor Milano, pp. 257.
- Lagler K.E., Bardach J.E., Miller R.R. (1962). *Ichthyology the studies of fishes*. Wiley and sons, Inc., pp. 545.
- Marchetti R. (1993). *Ecologia applicata*. CittàStudi, Milano, pp. 1055.
- Marconato A. (1990). Calcolo della produzione ittica in popolazioni naturali. *Riv. Idrobiol.* **29**: 329-342.
- Marconato A. (1991). Metodi per lo studio della struttura delle popolazioni ittiche nelle acque interne: la densità di popolazione. *Atti 2° Seminario Italiano Censimenti Faunistici dei Vertebrati*, **26**: 7-18.
- Mearelli M., Giovinazzo G., Lorenzoni M., Petesse M.L., Carosi A. (1995). Zonazione ittica dei corsi d'acqua del bacino del F.Tevere. *SITE Atti*, **16**: 669-671.
- Mearelli M., Lorenzoni M., Carosi A., Petesse M.L., Giovinazzo G., Cingolani L., Ghetti L., Montilli G., Mossone M., Nelli P., Uzzoli C. (1996). *Carta Ittica della Regione Umbria: bacino del F.Nestore*. Giunta Regionale Servizio per gli interventi ittiofaunistici. Regione Umbria, Perugia, pp. 163.
- Mearelli M., Lorenzoni M., Mantillacci L. (1990). Il Lago Trasimeno, *Riv. Idrobiol.*, **29**, 1: 353-389.
- Mearelli M., Montilli G., Ghetti L., Viterbo A., Mossone M., Cingolati L., Viali P., Pianta L. (1989). *Carta Ittica Regionale*. Quaderni regione dell'Umbria. Serie ambiente e territorio, 1, pp. 245.
- Mearelli e 13 coautori (2002). *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*. Provincia di Perugia, pp. 95.
- Mongeau J.R. (1960). *Croissance du brochet commun, (Esox lucius), dans deux lacs du Parc du Mont Tremblant, province de Quebec*. Thèse de Doctorat ès Sciences (Biologie). Université de Montreal, pp. 150.
- Moran P.A.P. (1951). A mathematical theory of animal trapping. *Biometrika*, **38**: 307-311.
- Ombredane D. e Richard A. (1990). Determination de la zone optimale de prélèvement d'écaillés chez les smolts de truite de mer (*Salmo trutta L.*). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, **319**: 224-238.
- Pauly D. e Munro J.L. (1984). Once more on comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, **1(2)**: 21-22.
- Pielou E.C. (1978). *Population and community ecology: principles and methods*.

BIBLIOGRAFIA

- Gordon & Breach Sc. Publ., New York, pp. 424.
- Ricker W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, **191**: 1-382.
 - Rovere Massarani E. (1975). *La chimica delle acque. Guida pratica alla conoscenza ed al controllo delle acque naturali ed usate*. Franco Angeli Editore, Milano, pp. 334.
 - Seber G.A.F. e Le Cren E.D. (1967). Estimating population parameters from catches large relative to the population. *J. Anim. Ecol.*, **36**: 631-643.
 - Shannon C.E. e Wiewer W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, pp. 117.
 - Simpson E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, **163**: 688.
 - Tukey J.W. (1977). *Exploratory Data Analysis*. Reading, Mass., Addison-Wesley.
 - Turin P., Zanetti M., Loro R., Bilò M.F. (1995). *Carta Ittica della Provincia di Padova. Assessorato alla pesca*. Provincia di Padova, pp. 399.
 - Von Bertalanffy L. (1938). A quantitative theory of organic growth. *Human biology*, **10**: 181-243.
 - Zippin C. (1956). An evaluation of removal method of estimation animal populations. *Biometrics*, **12**: 163-189.
 - Zippin C. (1958). The removal method of population estimation. *J. Wildl. Mgmt.*, **22**: 82-90.