



**Dipartimento di Scienze e Tecnologie
Agro-Alimentari**

**INDAGINE SULLA QUALITA' DELLE ACQUE, SUI
POPOLAMENTI ITTICI E DI MACROINVERTEBRATI
DEL TORRENTE RISO**

Rapporto finale

Giugno 2018 – Febbraio 2019

Responsabile Scientifico:

Prof. Adele Meluzzi

Gruppo di lavoro:

Prof. Paolo Melotti

Prof. Alessandra Roncarati

Dott. Oliviero Mordenti

Dott. Stefano Pignata

Dott. Marco Zampiga

Tec. Lab. Roberto Donatini

INDICE

| | |
|---|----------------|
| 1. PREMESSA | pag. 4 |
| 1.1. Il Decreto Legislativo n. 152/2006: Stato delle acque superficiali | pag. 4 |
| 1.2. Il sistema idrografico della Provincia di Bergamo | pag. 5 |
| 2. MATERIALI E METODI | pag. 7 |
| 2.1. Descrizione del tratto indagato | pag. 8 |
| 2.2. Caratteristiche morfometriche e zonazione ecologica | pag. 9 |
| 2.3. Condizioni e consistenza dei popolamenti ittici | pag. 11 |
| 2.4. Determinazione dei parametri biometrici delle specie ittiche | pag. 13 |
| 2.5. Determinazione dell'età | pag. 15 |
| 2.6. Elaborazione e presentazione dei dati relativi all'ittiofauna | pag. 16 |
| 2.7. Composizione della fauna macrobentonica e determinazione dell'Indice Biotico Esteso (I.B.E.) | pag. 17 |
| 2.8. Caratteristiche fisico-chimiche delle acque | pag. 19 |
| 3. RISULTATI RELATIVI AI CAMPIONAMENTI QUADRIMESTRALI (giugno 2018-febbraio 2019) | pag. 22 |
| 3.1. Torrente Riso – Stazione 1 “Tratto a valle di Ponte Molini” | pag. 23 |
| 3.2. Torrente Riso – Stazione 2 “Tratto a monte del centro urbano di Oneta” | pag. 27 |
| 3.3. Torrente Riso – Stazione 3 “Tratto a monte dell'opera di presa – Località Riso” | pag. 31 |
| 3.4. Torrente Riso – Stazione 4 “Tratto in Comune di Gorno – Frazione Riso” | pag. 34 |
| 3.5. Torrente Riso – Stazione 5 “Tratto a monte dell'Azienda Pontenossa” | pag. 39 |
| 3.6. Torrente Riso – Stazione 6 “Tratto a valle dello scarico dell'Azienda Pontenossa” | pag. 43 |
| 4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE | pag. 47 |
| 5. BIBLIOGRAFIA CONSULTATA | pag. 55 |

1. PREMESSA

1.1. Il Decreto Legislativo n. 152/2006: Stato delle acque superficiali

Come già ricordato nel rapporto finale relativo ai primi due anni, il D.Lgs. n. 152/2006 ha sostanzialmente ripreso, in merito alla tutela delle acque, le indicazioni e le strategie riportate dal decreto precedente, seppure la classificazione dei corpi idrici e gli obiettivi di qualità ambientale siano stati rivisti. Nel decreto n. 152/1999 la classificazione dello stato ecologico, per le diverse tipologie di acque superficiali, era basata su parametri e criteri chiaramente definiti e quantificati (ad esempio macrodescrittori, Indice Biotico Esteso, Indice trofico, ecc.), mediante l'uso di tabelle che riportano i valori dei parametri che determinano le diverse classi di qualità e la specificazione di precise metodologie per la individuazione dello stato ecologico. Lo stato ambientale, per i corsi d'acqua ed i laghi, veniva attribuito rapportando lo stato ecologico con la presenza di microinquinanti chimici, detti parametri addizionali, valutati mediante il superamento o meno di soglie prefissate. Per le acque sotterranee erano ben definiti i criteri di determinazione dello stato quantitativo, chimico ed ambientale.

La normativa di riferimento per la valutazione della qualità delle acque superficiali interne, il D.Lgs. 152/06 e le norme tecniche derivate, stabilisce che i programmi di monitoraggio abbiano valenza sessennale al fine di contribuire alla predisposizione dei piani di gestione e dei piani di tutela delle acque. Il lasso di tempo compreso tra il 2010 e il 2015 veniva destinato allo svolgimento della prima fase di monitoraggio. I dati sulla qualità delle acque superficiali interne (fiumi e laghi), raccolti attraverso la collaborazione delle Agenzie Ambientali Regionali e Provinciali, si riferiscono al primo monitoraggio triennale (2010-2012) svolto ai sensi del D.Lgs. 152/06.

Lo stato di qualità di fiumi e laghi è rappresentato dagli indici stato ecologico e stato chimico.

Lo Stato Ecologico dei Fiumi è un indice che considera la qualità della struttura e del

funzionamento dell'ecosistema. Si calcola integrando tra loro i dati degli EQB (Elementi di Qualità Biologica) quali macrobenthos, diatomee, macrofite e fauna ittica. Il dato di qualità degli EQB viene comparato con il Livello di Inquinamento da macrodescrittori (LIMEco) e con le analisi degli inquinanti specifici non compresi nell'elenco di priorità (rispetto degli SQA-MA (Standard di Qualità Ambientale – Media Annuale) Tab. 1/B, allegato 1, del DM 260/10). Per la valutazione dello stato chimico sia dei fiumi sia dei laghi è stata definita, dal DM 260/10 Allegato 1 Tabella 1/A, una lista di sostanze “prioritarie”, per le quali sono previsti degli Standard di Qualità Ambientali (SQA). I corpi idrici che soddisfano, per le sostanze dell'elenco di priorità, tutti gli standard di qualità ambientale sono classificati in buono stato chimico. In caso contrario, sono classificati come corpi idrici ai quali non è riconosciuto il buono stato chimico.

Sono previsti due tipi di obiettivi di qualità:

- *obiettivi minimi di qualità ambientale* per i corpi idrici significativi, sia superficiali che sotterranei definiti in funzione della loro capacità di mantenere i processi naturali di auto depurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate;
- *obiettivi di qualità per specifica destinazione delle acque*, individuati per assicurare l' idoneità del corpo idrico ad una particolare utilizzazione da parte dell'uomo, alla vita dei pesci o dei molluschi.

1.2. Il sistema idrografico della Provincia di Bergamo

Come riportato nei precedenti rapporti, il territorio della provincia di Bergamo è delimitato da due grandi fiumi che scorrono parallelamente: l'Oglio a est e l'Adda a ovest, delimitato a nord dalle Alpi Orobie ed aperto verso la pianura a sud. Al bacino dell'Adda appartengono il

Brembo e il Serio: il primo confluisce nell'Adda tra i comuni di Brembate e Canonica d'Adda, con gli affluenti Imagna ed Enna, mentre il secondo sfocia nell'Adda in territorio cremasco. Al bacino dell'Oglio tributano il Cherio, il Borlezza e il Dezzo.

Il Fiume Serio nasce da sorgenti che alimentano il Lago Superiore del Barbellino, situato a quota 2129 m s.l.m., e dopo un percorso di circa 120 km sfocia nel Fiume Adda a Bocca Serio a quota 48 m s.l.m.. Il tratto montano è caratterizzato da un'elevata pendenza: dalle sorgenti a Ponte Nossola il Serio percorre poco più di 30 km perdendo oltre 1600 m di quota; successivamente, nel tratto pedemontano, la pendenza diventa via via più aggradata fino a raggiungere il tratto di pianura, nei pressi di Gorle. In comune di Mozzanica, a quota 96 m s.l.m. e dopo un percorso di circa 80 km il Serio attraversa il confine provinciale e termina il suo corso nella Provincia di Cremona.

Il Serio ha un bacino imbrifero di circa 1200 km² ed è alimentato prevalentemente dalle piogge e, in primavera, dallo scioglimento delle nevi; il regime idrologico mostra le portate massime in tarda primavera, nei mesi di maggio e giugno, e le portate minime in autunno, nei mesi di settembre e ottobre. Tra gli affluenti del fiume Serio si annovera il torrente Riso che scorre in sponda destra.

2. MATERIALI E METODI

2.1. Descrizione del tratto indagato

Nel corso del 2018-2019 si è conclusa la campagna di campionamenti di durata biennale condotta sul torrente Riso con le modalità richieste dalla Provincia di Bergamo e recepite nella convenzione stipulata tra l’Azienda Pontenossa SpA e l’Università di Bologna. In particolare, il numero delle stazioni di campionamento è stato portato da n. 4 a n. 6 con l’introduzione di una situata più a monte di quelle oggetto di indagine negli anni precedenti. Detta stazione è stata individuata immediatamente a valle del Ponte Molini. La seconda nuova stazione si colloca a monte dell’opera di presa presente in località Riso.

Tab. 1 - Elenco delle stazioni monitorate sul torrente Riso nel corso degli anni 2016-2017

| | |
|---------------------------|---|
| Stazione 1 | <i>“Tratto a valle di Ponte Molini”</i> |
| Stazione 2 (ex 1)* | <i>“Tratto a monte del centro urbano di Oneta”</i> |
| Stazione 3 | <i>“Tratto a monte dell’opera di presa - località Riso”</i> |
| Stazione 4 (ex 2) | <i>“Tratto in Comune di Gorno – Frazione Riso”</i> |
| Stazione 5 (ex 3) | <i>“Tratto a monte dell’Azienda Pontenossa”</i> |
| Stazione 6 (ex 4) | <i>“Tratto a valle dello scarico dell’Azienda Pontenossa”</i> |

*In parentesi è riportata la numerazione delle stazioni di campionamento monitorate negli studi precedenti al 2015-16.

L’individuazione delle stazioni di campionamento ha avuto luogo attraverso un’indagine preliminare seguendo le indicazioni di Huet (1964) e Persoone (1979) adattando le metodologie alle condizioni del corso d’acqua preso in esame, contraddistinto da un carattere prevalentemente torrentizio e soggetto a forti variazioni di portata stagionali.

Quattro stazioni (St 1, 4, 5, 6) risultano distribuite in misura sufficientemente omogenea sul corso del torrente indagato al fine di valutare le caratteristiche qualitative del corpo idrico in esame. Le Stazioni 2 e 3 sono distanziate di poche centinaia di metri poiché tra di esse è presente l'opera di presa dell'Azienda. Cinque di esse sono situate a monte dello scarico dello stabilimento Pontenossa S.p.A. e una a valle; ciò al fine di evidenziare le eventuali differenze sotto il profilo chimico e biologico determinate dall'immissione delle acque provenienti dalla suddetta azienda. Nell'individuazione delle stazioni sono state tenute in considerazione anche le problematiche di carattere tecnico-logistico e organizzativo, tra cui la possibilità di avvicinamento con un automezzo in grado di trasportare le attrezzature da utilizzare. Quando ciò non è stato possibile sono state utilizzate vie di accesso al torrente percorribili a piedi.

Le attività di ricerca hanno preso in considerazione: le caratteristiche morfometriche e zonazione ecologica; le condizioni e consistenza dei popolamenti ittici; le caratteristiche fisico-chimiche delle acque; la composizione della fauna macrobentonica e determinazione dell'Indice Biotico Esteso (I.B.E.).

2.2. Caratteristiche morfometriche e zonazione ecologica

In ogni stazione di campionamento si è provveduto al rilevamento delle caratteristiche fisico-morfologiche più significative, effettuando parte delle determinazioni (ittiofauna e zoobenthos) su un tratto compreso tra 80 e 100 metri. Per ciascuna stazione sono stati considerati i seguenti parametri.

- *Zonazione ecologica:*
 - a) Epiritrale: corso superiore dei torrenti – regione a salmonidi superiore
 - b) Metaritrale: corso medio dei torrenti – regione a salmonidi inferiore

c) Iporitrale: corso inferiore dei torrenti – regione a temoli

d) Epipotamale: corso superiore dei fiumi di pianura – regione a ciprinidi reofili – zona a barbo

e) Metapotamale: corso medio dei fiumi di pianura – regione a ciprinidi fitofili – zona a tinca

f) Ipopotamale: corso inferiore dei fiumi di pianura – zona a passere

- Lunghezza del tratto considerato e larghezza dell'alveo bagnato: misurate in metri mediante cordella metrica;
- Velocità della corrente: definita mediante una scala arbitraria così articolata: lentissima; lenta; media; forte;
- Profondità minima e massima: ottenute mediante misurazione effettuata con asta centimetrica;
- Profondità media: ottenuta come media ponderale delle misurazioni di profondità effettuate in tre diversi transetti distribuiti lungo il tratto considerato;

- *Tipologia del fondo: determinata suddividendo i dati in sei categorie granulometriche:*

1. massi: substrato con prevalenza di elementi litici con dimensioni maggiori di 350mm;
2. sassi: substrato con prevalenza di elementi litici con dimensioni comprese fra 100 e 350mm;
3. ciottoli: substrato con prevalenza di elementi litici con dimensioni comprese fra 35 e 100 mm;
4. ghiaia: substrato con prevalenza di elementi litici con dimensioni comprese fra 2 e 35 mm;
5. sabbia: substrato con prevalenza di elementi a granulometria fine con dimensioni comprese fra 1 e 2 mm;
6. limo: substrato con prevalenza di elementi con dimensioni minori di 1 mm

- Ombreggiatura dell'alveo: determinata con la seguente differenziazione: assente; scarsa; media; abbondante.

2.3. Condizioni e consistenza dei popolamenti ittici

Nel torrente Riso la popolazione ittica è pressoché esclusivamente rappresentata dalla trota fario (*Salmo trutta morpha fario* L.). Si tratta di un salmonide autoctono presente nei corsi d'acqua a decorso torrentizio che, nei grandi corpi idrici, può raggiungere la lunghezza di 1 m e il peso di 10 kg. La livrea può mutare a seconda dell'habitat con una colorazione di fondo che può variare dal verde oliva al grigio, mentre il ventre è argenteo o giallastro. Sul corpo sono presenti numerose macchie di forma circolare nere e altre più o meno evidenti di colore rosso-arancio. Il regime alimentare è molto vario ed è in relazione al tipo di ambiente acquatico in cui la trota vive, al momento stagionale ed allo stadio di accrescimento in cui l'individuo si trova. La base della dieta è costituita da invertebrati acquatici, in particolare stadi larvali di insetti quali plecoteri, tricoteri, efemeroteri e crostacei (*Asellus*, *Gammarus*), da invertebrati terrestri e da pesci, nonché da anellidi presenti sul fondo.

La maturità sessuale dipende in gran parte dalla velocità di accrescimento ma in genere è raggiunta dai maschi al secondo anno di età e dalle femmine al terzo, con possibilità, per queste ultime, di anticipare o posticipare di un anno. La riproduzione è invernale, estendendosi su di un periodo piuttosto ampio compreso tra novembre e febbraio; ha luogo in acque basse e ben ossigenate ad una temperatura compresa tra i 5 e i 10 °C. La deposizione delle uova avviene in depressioni scavate sui fondali ghiaiosi dove vengono emesse dalle 1000 alle 2700 uova per chilogrammo di peso corporeo della femmina.

Nel torrente Riso le catture hanno avuto luogo mediante l'impiego di un'apparecchiatura per elettropesca, a corrente continua pulsata, provvista di batteria al litio, in grado di erogare una corrente continua ad una tensione di 300 e 500 volt commutabili. L'apparecchiatura impiegata consente di impostare la potenza più idonea per il tratto campionato al fine di massimizzare le catture ed evitare lesioni ai pesci.

L'elettropesca si basa sul comportamento del pesce che, in presenza di un campo elettrico, reagisce nuotando verso il polo positivo (anodo), costituito da un cerchio metallico a cui è fissata una rete. La corrente continua attraversa il campo elettrico andando dall'anodo al catodo, producendo linee di forza e linee equipotenziali il cui valore si accresce in prossimità dell'anodo. Questo aumento suscita nel pesce risposte neuromuscolari sempre più intense, da cui derivano modelli di comportamento prevedibili derivanti dalla differenza di potenziale corporeo che si forma fra la testa e la coda. Per tale motivo, la taglia del pesce riveste un ruolo importante in quanto un soggetto di maggiori dimensioni sviluppa un potenziale corporeo più elevato rispetto ad un pesce di taglia inferiore poiché quest'ultimo occupa una parte minore del campo elettrico.

In presenza di un campo elettrico, nel pesce possono verificarsi cinque diverse situazioni a cui conseguono reazioni diverse: 1) quando il pesce si trova ai limiti del campo elettrico, si allarma e tende a sfuggire; 2) quando il pesce si trova all'interno del campo elettrico ma il potenziale corporeo risulta modesto, il corpo del pesce vibra; 3) quando il potenziale corporeo è crescente, per la notevole intensità del campo elettrico, il soggetto manifesta movimento attivo verso l'anodo (elettrotassìa o galvanotassìa); 4) quando l'intensità del campo elettrico (e la differenza di potenziale tra testa e coda) aumenta ulteriormente, il pesce manifesta rilassamento muscolare e perdita dell'equilibrio, capovolgendosi (elettronarcosi o galvanonarcosi) e a questo punto, dovrebbe arrestarsi l'azione del campo elettrico e il pesce dovrebbe essere pescato con la rete; 5) quando l'esposizione alla corrente è prolungata e va oltre il valore necessario per indurre narcosi, il pesce va incontro a rigidità ovvero crampo muscolare intenso, successivo a violente contrazioni spasmodiche che possono portare alla morte (elettrocuzione).

Lo scopo dell'elettropesca è quello di far sì che il pesce nuoti verso l'anodo, costituito da un retino il cui supporto metallico trasmette la corrente all'ambiente acquoso, sostenuto da un manico isolante. Mediante il retino viene catturato il pesce che si riprende in breve tempo dal momento in cui cessa l'effetto della corrente.

Per la determinazione del numero totale dei soggetti presenti nei vari tratti campionati, si è proceduto ad eseguire passaggi ripetuti; i dati ottenuti sono stati elaborati secondo il metodo di Moran - Zippin (Moran 1951; Zippin, 1958).

2.4. Determinazione dei parametri biometrici delle specie ittiche

Dopo un primo esame per il riconoscimento della specie e la conseguente classificazione sistematica, hanno avuto luogo le operazioni tese ad acquisire informazioni qualitative e quantitative. Si è pertanto proceduto al rilievo del peso, lunghezza totale ed età.

Per il rilievo del peso (BW) ci si è avvalsi di bilancia elettronica "Sartorius" (grado di precisione: ± 1 g) specifica per animali vivi. La lunghezza totale (LT) dei soggetti catturati è stata misurata dall'apice del muso, a bocca chiusa, all'estremità della pinna caudale, utilizzando un apposito strumento in plexiglass (ittiometro), in grado di immobilizzare il pesce per la durata delle operazioni (Foto 1).

Foto 1 – Operazioni di rilievo del peso di una trota fario



Utilizzando i parametri di lunghezza e peso è stato ricavato, per ogni pesce catturato, l'indice o fattore di condizione k , espresso dalla formula: $BW10^2/LT^3$, dove BW è il peso in grammi del pesce e LT è la sua lunghezza totale in centimetri. Tale rapporto varia a seconda della specie ittica considerata, in quanto pesci di forma più slanciata hanno valori più bassi ma, in ogni caso, evidenzia in modo efficace la condizione corporea del pesce esaminato e quindi il suo stato nutrizionale. Il fattore di condizione risulta dunque influenzato da innumerevoli variabili ambientali e, soprattutto trofiche; esso esprime quantitativamente lo stato di maggiore o minore benessere degli individui in relazione alla loro corporosità. Il riscontrare valori di k , che si discostano da quelli tipici della specie di appartenenza, può indicare malnutrizione o presenza di problemi ambientali e sanitari che limitano l'accrescimento.

2.5. Determinazione dell'età

Nei pesci la determinazione dell'età e dell'accrescimento annuale è basata sulla velocità differenziale dei processi metabolici durante tutto il ciclo annuale. L'accrescimento individuale, a prescindere da fattori genetici, essendo strettamente dipendente dalla quantità e dalla qualità del cibo ingerito, dalla velocità dei processi digestivi e dalla funzionalità dell'assorbimento, dalla quantità energetica di dispersione calorica per il mantenimento ed il movimento, dalla temperatura ambientale ecc., è soggetto a notevoli fluttuazioni. Tali fluttuazioni sono facilmente rilevabili dall'esame di alcune strutture ossee (squame, otoliti, ossa opercolari, raggi delle pinne, vertebre) le quali presentano, in corrispondenza ad un rallentato metabolismo, una crescita minore o addirittura nulla.

La determinazione dell'età è stata eseguita mediante scalimetria sulle trote catturate, alle quali sono state prelevate alcune squame dalla regione superiore alla linea laterale in prossimità del capo; il procedimento ha previsto il conteggio degli anelli di accrescimento del tessuto osseo differenziatisi con l'alternarsi delle stagioni. Le squame, ricoperte dall'epidermide e dal muco, sono collocate entro cavità del corion e vengono formate da cellule di origine mesodermica e si sviluppano fra due strati di scleroblasti.

Parallelamente all'accrescimento del pesce, sulle squame compaiono dei nuovi solchi esterni (circoli), concentrici ad una zona centrale più chiara (centro di ossificazione o focus) e con aspetto di linee scure. Quando l'accrescimento è rallentato, i circoli sono ravvicinati fra loro e presentano nel loro decorso numerose interruzioni.

Il limite definito dalla linea ideale che intercorre fra l'ultimo circulus con interruzioni ed il primo circulus successivo continuo è detto annulus e separa due zone annuali attigue. Gli annuli si formano, per ogni singola specie ittica, in corrispondenza al rallentamento metabolico.

La numerazione degli anelli dal centro verso la periferia viene definita con il segno + in quanto si intende che il pesce esaminato ha compiuto un certo numero di anni e sta vivendo l'ultima stagione di crescita. Le squame prelevate, dopo un bagno conservativo in formalina al 5%, sono state montate su vetrino per la lettura ed esaminate ricorrendo all'impiego di microscopio Leitz DIALUX 22.

2.6. Elaborazione e presentazione dei dati relativi all'ittiofauna

Per ogni tratto campionato, relativamente alla consistenza della popolazione di trote fario, si è proceduto a compiere tale stima applicando il metodo Moran-Zippin (Moran, 1951; Zippin, 1958), noto come “metodo delle catture successive” che consente di stimare N (n° probabile di pesci):

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

Dove:

C_1 è il numero di catture della prima passata

C_2 è il numero di catture della seconda passata
sulla base del quale si calcola:

la densità (n. soggetti/m²): $\frac{\text{N probabile}}{\text{superficie campionata}}$

e la biomassa (g/m²): $\frac{\text{Biomassa probabile}}{\text{superficie campionata}}$

2.7. Composizione della fauna macrobentonica e determinazione dell'Indice Biotico Esteso (I.B.E.)

La conoscenza della composizione qualitativa delle comunità bentoniche è utile al fine di acquisire informazioni sulla qualità delle acque e dell'ambiente in cui questi organismi vivono. L'interazione di numerosi fattori, biotici e abiotici, determina diverse situazioni ambientali alle quali gli organismi dello zoobenthos fluviale reagiscono a seconda delle proprie esigenze (Tachet et al., 1980). E' ormai provato che questi organismi possiedono una spiccata sensibilità a numerosi inquinanti, caratteristica che consente, attraverso il loro studio, di definire lo stato di salute di un corpo idrico (Ghetti, 1997).

Il contributo dato dalle comunità dei macroinvertebrati all'attività di decomposizione della materia organica da parte dei microrganismi presenti nell'ambiente, e quindi alla capacità di autodepurazione di un corso d'acqua, si esplica in diversi modi: frantumazione dei detriti in particelle minute e conseguente aumento della superficie d'attacco da parte di batteri decompositori; contributo alla formazione di aggregati batteri-detrito attraverso l'espulsione delle feci; produzione di proteine o di fattori di accrescimento che stimolano la crescita dei batteri decompositori (Sansoni, 1988).

Nel corso dei campionamenti per la cattura degli invertebrati bentonici, è stato impiegato un retino immanicato, dotato di telaio con estremità circolare di diametro pari a 20 cm e provvisto di rete, in monofilo di nylon con 21 maglie per cm, alla cui estremità era collocato un contenitore in plexiglass in cui si raccoglievano gli organismi da analizzare. In ogni stazione il campionamento veniva compiuto lungo un transetto obliquo rispetto alla direzione della corrente, in modo da interessare i differenti microhabitat presenti e assicurare la maggiore ricchezza specifica del campione (Foto 2-3).

Foto 2-3 – Raccolta di organismi macrobentonici raccolti nel Riso



Questo metodo riduce, inoltre, il fenomeno di “drifting” a cui fanno ricorso i diversi macroinvertebrati che si lasciano trasportare dalla corrente quando avvertono condizioni di pericolo. Immediatamente dopo la cattura, si è provveduto a una prima separazione degli organismi raccolti ed alla fissazione in formalina al 4% fino al momento del riconoscimento in laboratorio.

La classificazione degli organismi bentonici è stata attuata impiegando un microscopio stereoscopico e con l’ausilio di chiavi tassonomiche proposte da Tachet et al. (1980), C.N.R. (1980, 1981, 1982, 1983), Sansoni (1988) e Ghetti (1981, 1986, 1997).

Le diverse specie sono poi state incluse nei rispettivi Taxa.

Il metodo I.B.E. (Indice Biotico Esteso) si basa sia sulla sensibilità dimostrata da alcuni gruppi faunistici nei confronti degli inquinanti, sia sulla variabilità biologica all'interno della comunità dei macroinvertebrati. Si tratta di rilevare la presenza di organismi bentonici, cioè organismi che vivono sul fondo dei corsi d'acqua. Il metodo attribuisce degli indici numerici

convenzionali che determinano un punteggio (numero Unità Sistematiche) attraverso il quale classificare la qualità delle acque assegnando ad esse un giudizio di qualità con colore di riferimento.

Tab. 2 – Classificazione delle acque secondo il metodo dell’Indice Biotico Esteso (I.B.E.)

| Classi Qualità | Valore I B E | Giudizio di Qualità | Colore di riferimento | |
|----------------|--------------|--|-----------------------|--|
| Classe I | 10-11-12 | Ambiente non alterato in modo sensibile | Azzurro |  |
| Classe II | 8-9 | Ambiente con moderati sintomi di alterazioni | Verde |  |
| Classe III | 6-7 | Ambiente alterato | Giallo |  |
| Classe IV | 5-4 | Ambiente molto alterato | Arancio |  |
| Classe V | 1-2-3 | Ambiente fortemente degradato | Rosso |  |

2.8. Caratteristiche fisico-chimiche delle acque

Contemporaneamente ai rilievi eseguiti sui popolamenti di macroinvertebrati, sono state effettuate analisi in campo e prelevati campioni di acqua al fine di determinare i parametri fisico-chimici che maggiormente influenzano l’assetto delle comunità biotiche.

I parametri rilevati rientrano tra quelli riportati nel Decreto Legislativo 11 maggio 1999 n° 152 disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento 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. In ciascuna stazione sono stati registrati la temperatura,

l'ossigeno disciolto, la conducibilità elettrica ed il pH. Per i primi due parametri è stata utilizzata l'apparecchiatura elettronica portatile YSI mod. 55, mentre per i restanti è stato utilizzato un pHmetro YSI 60. In laboratorio sono state inoltre effettuate le analisi di azoto ammoniacale, azoto nitroso, azoto nitrico, ortofosfati.

Per il prelievo dei campioni di acqua da analizzare sono state impiegate bottiglie di polietilene, lavate con acido cloridrico e risciacquate con acqua distillata. Il prelievo è stato sostenuto immergendo la bottiglia a circa 15 cm di profondità, ed i campioni, corredati dei dati e del nome della stazione relativa, sono stati stivati in un frigorifero portatile ed inoltrati nel più breve tempo possibile al laboratorio di analisi.

Per quanto riguarda i vari stati di ossidazione dell'azoto, è utile ricordare che in ambiente aerobico l'equilibrio tra le diverse forme si sposta verso la condizione più ossidata (azoto nitrico), quasi priva di tossicità per le biocenosi acquatiche. In ambiente scarsamente ossigenato, invece, l'equilibrio tra le diverse forme si sposta verso quella più ridotta (azoto ammoniacale) che risulta molto tossica per i pesci.

Per la determinazione dell'azoto ammoniacale è stata impiegata la metodica di nesslerizzazione diretta con pretrattamento con sale di Rochelle (tartato di sodio e potassio) al fine di prevenire la precipitazione dei sali di calcio e magnesio in presenza del reattivo di Nessler. I nitriti sono stati determinati con il metodo di Bendschneider e Robinson, utilizzando la reazione di diazotazione con solfanilammide e copulando successivamente con etilendiammina; l'intensità di colore è determinato spettrofotometricamente a 500 nm. I nitrati sono stati rilevati seguendo il metodo della riduzione del cadmio.

Relativamente ai fosfati, è stato determinato il cosiddetto "P reattivo" cioè quello determinabile senza alcun pretrattamento di idrolisi, costituito principalmente da ortofosfati, e che comprende la frazione disciolta più rapidamente disponibile per il metabolismo batterico

e vegetale e pertanto è la forma del fosforo più importante dal punto di vista della produttività. Per la determinazione dei suddetti composti e del ferro è stato utilizzato l'apparecchio spettrofotometrico HACH mod. 2001, seguendo le metodiche APHA (1995).

Per quanto riguarda i metalli pesanti presenti nelle acque, sono state eseguite analisi chimiche finalizzate alla determinazione delle concentrazioni di cadmio, piombo, zinco, rame, nichel e mercurio. Le analisi dei suddetti metalli pesanti sono state determinate adottando la metodologia ICP massa, metodo EPA 200.8. Il monitoraggio, con determinazione analitica dettagliata al microgrammo per litro, ha avuto luogo in corrispondenza della stazione a monte (Stazione 5) e di quella a valle (Stazione 6) dello scarico industriale dell'Azienda Pontenossa.

**3. RISULTATI RELATIVI AI
CAMPIONAMENTI QUADRIMESTRALI
(giugno 2018 – febbraio 2019)**

**3.1. Torrente Riso
Stazione 1
“Tratto a valle di Ponte Molini”**



Tab. 3 - Stazione 1 “*Tratto a valle di Ponte Molini*”: caratteristiche fisico-morfologiche

| | |
|---|-----------------------------------|
| Zonazione | Epiritrale |
| Lunghezza tratto campionato m | 100 |
| Larghezza media del tratto campionato m | 4,2±1 |
| Velocità della corrente | Medio-forte |
| Profondità media m | 0,50±0,3 |
| Tipologia del fondo | Sassoso con massi e piccole buche |
| Ombreggiatura | Abbondante |

Tab. 4 - Stazione 1 “*Tratto a valle di Ponte Molini*”: parametri fisico-chimici delle acque prelevate nel corso del 2018 e 2019

| | | 5/7/2018 | 18/11/2018 | 28/2/2019 |
|-------------------------|-------|-----------------|-------------------|------------------|
| Temperatura | °C | 13,0 | 6,7 | 5,0 |
| Ossigeno disciolto | mg/l | 12,0 | 14,2 | 16,0 |
| pH | | 7,80 | 7,70 | 7,59 |
| Conducibilità elettrica | µS/cm | 387 | 398 | 395 |
| Ammoniaca totale | mg/l | 0,03 | 0,035 | 0,028 |
| Azoto nitroso | mg/l | 0,002 | 0,001 | 0,006 |
| Azoto nitrico | mg/l | 0,61 | 0,83 | 0,50 |
| Ortofosfati | mg/l | 0,55 | 0,48 | 0,44 |

Tab. 5 - Stazione 1 "Tratto a valle di Ponte Molini". Monitoraggio fauna ittica: trota fario

| Data campionamento | Età | Peso (g) | Lunghezza (cm) | Indice di condizione k | Densità (n./m²) | Biomassa (g/m²) |
|---------------------------|------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 5/7/2018 | 0+ | 9±2 | 9,5±2 | 1,05±0,1 | 0,002 | 0,001 |
| | 1+ | 40±3 | 16±2 | 0,98±0,1 | 0,003 | 0,002 |
| 18/11/2018 | 0+ | 11±2 | 10±2 | 1,10±0,1 | 0,002 | 0,001 |
| | 1+ | 47±3 | 16±2 | 1,15±0,1 | 0,004 | 0,003 |
| | 2+ | 94±3 | 20±3 | 1,18±0,1 | 0,001 | 0,002 |
| 28/2/2019 | 0+ | 10±2 | 9,6±2 | 1,13±0,1 | 0,001 | 0,002 |
| | 1+ | 42±3 | 15±2 | 1,24±0,1 | 0,001 | 0,002 |
| | 2+ | 94±2 | 20±3 | 1,18±0,02 | 0,001 | 0,001 |

Tab. 6 - Stazione 1 "Tratto a valle di Ponte Molini". Classe di qualità

| I.B.E. <i>Indice Biotico Esteso</i> | Classe di qualità | Numero Taxa |
|--|--------------------------|--------------------|
| 10-11 | I | 13 |

Fig. 1 – Stazione 1 “Tratto a valle di Ponte Molini”: incidenza percentuale media della fauna macrobentonica in relazione alla specie

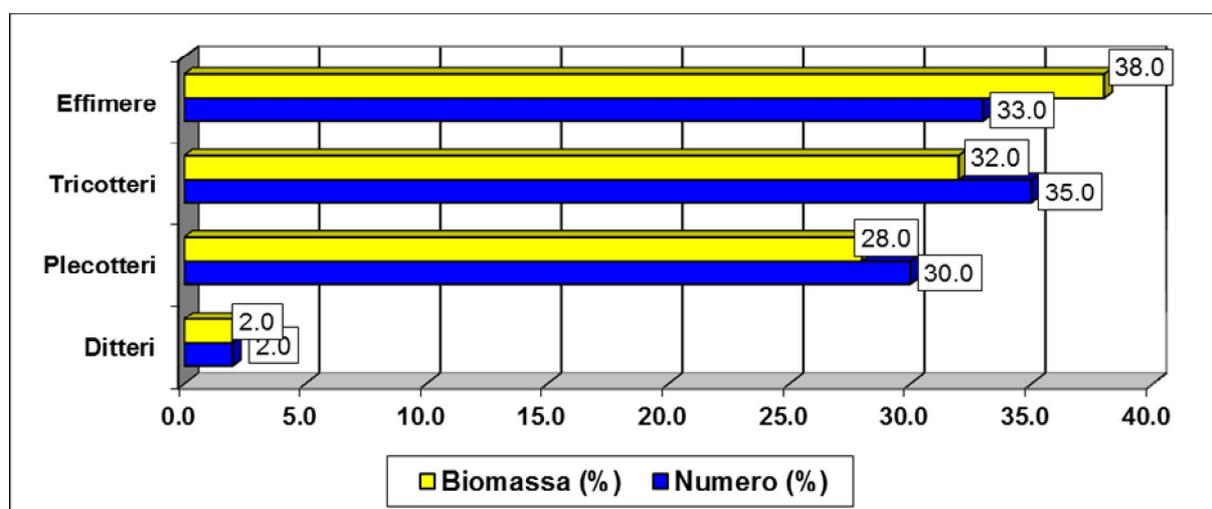
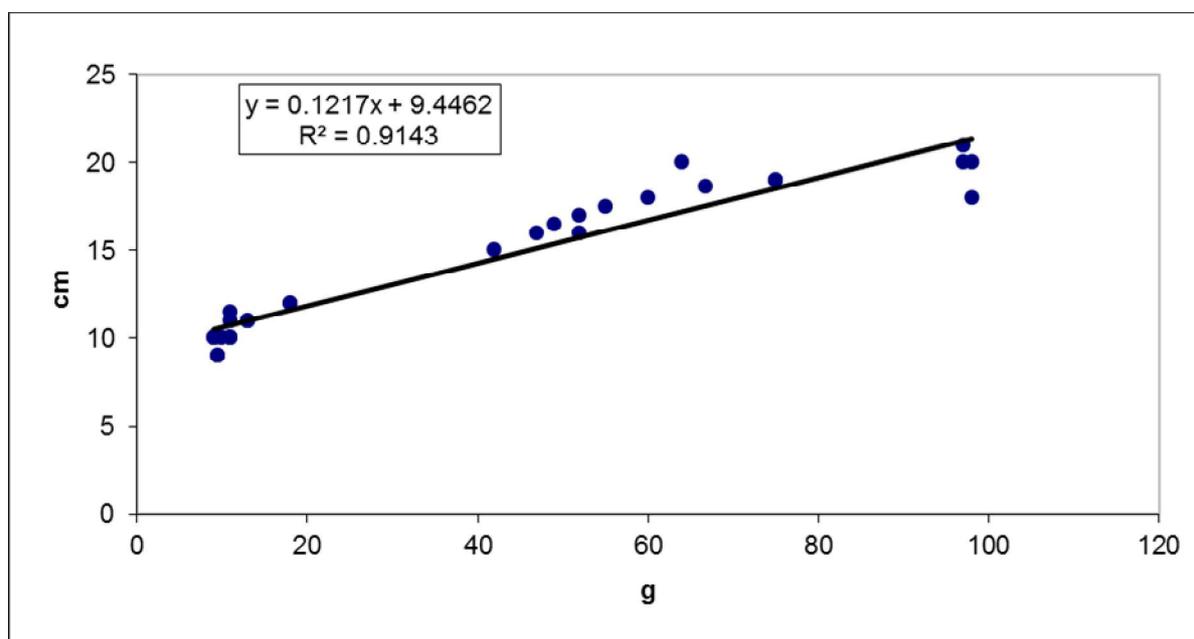


Fig. 2 – Stazione 1 “Tratto a valle di Ponte Molini”. Trota fario: struttura di popolazione



**3.2. Torrente Riso
Stazione 2
“Tratto a monte del centro urbano di Oneta”**



Tab. 7 - Stazione 2 “*Tratto a monte del centro urbano di Oneta*”: caratteristiche fisico-morfologiche

| | |
|---|-------------------------------------|
| Zonazione | Epiritrale |
| Lunghezza tratto campionato m | 100 |
| Larghezza media del tratto campionato m | 5±1,5 |
| Velocità della corrente | Medio-forte |
| Profondità media m | 0,6±0,3 |
| Tipologia del fondo | Ciottoloso con grandi massi e buche |
| Ombreggiatura | Abbondante |

Tab. 8 - Stazione 2 “*Tratto a monte del centro urbano di Oneta*”: parametri fisico-chimici delle acque prelevate nel corso del 2018 e 2019

| | | 5/7/2018 | 18/11/2018 | 28/2/2019 |
|-------------------------|-------|-----------------|-------------------|------------------|
| Temperatura | °C | 13,5 | 7,4 | 4,8 |
| Ossigeno disciolto | mg/l | 13,0 | 15,2 | 15,9 |
| pH | | 7,70 | 7,60 | 7,85 |
| Conducibilità elettrica | µS/cm | 398,0 | 418,0 | 406,0 |
| Ammoniaca totale | mg/l | 0,034 | 0,030 | 0,023 |
| Azoto nitroso | mg/l | 0,003 | 0,0021 | 0,018 |
| Azoto nitrico | mg/l | 0,80 | 0,73 | 0,36 |
| Ortofosfati | mg/l | 0,70 | 0,59 | 0,44 |

Tab. 9 - Stazione 2 “Tratto a monte del centro urbano di Oneta”: Monitoraggio fauna ittica: trota fario

| Data Campionamento | Età | Peso (g) | Lunghezza (cm) | Indice di condizione k | Densità (n./m²) | Biomassa (g/m²) |
|---------------------------|------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 5/7/2018 | 0+ | 10±1 | 10,9±1 | 1,09±0,1 | 0,002 | 0,001 |
| | 2+ | 69±1 | 19±1 | 1,01±0,1 | 0,001 | 0,002 |
| 18/11/2018 | 0+ | 10,4±1 | 10,1±2 | 0,90±0,1 | 0,002 | 0,001 |
| | 1+ | 48±2 | 16±2 | 1,10±0,1 | 0,001 | 0,002 |
| | 2+ | 98±3 | 20±3 | 1,10±0,1 | 0,002 | 0,002 |
| 28/2/2019 | 0+ | 10±1 | 9,9±2 | 1,00±0,1 | 0,003 | 0,001 |
| | 1+ | 48±3 | 15±1 | 1,10±0,1 | 0,002 | 0,002 |
| | 2+ | 98±2 | 21±2 | 1,10±0,1 | 0,001 | 0,001 |

Tab. 10 - Stazione 2 “Tratto a monte del centro urbano di Oneta”: Indice di qualità e classe di appartenenza delle acque

| I.B.E. <i>Indice Biotico Esteso</i> | Classe di qualità | Numero taxa |
|--|--------------------------|--------------------|
| 10-11 | I | 16 |

Fig. 3 – Stazione 2 “Tratto a monte del centro urbano di Oneta”: incidenza percentuale media della fauna macrobentonica in relazione alla specie

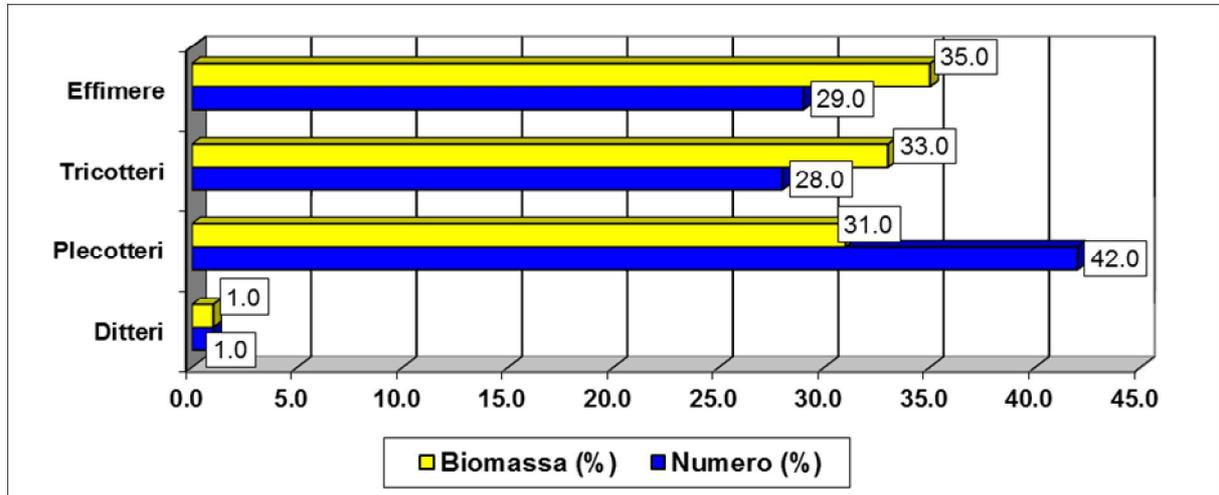
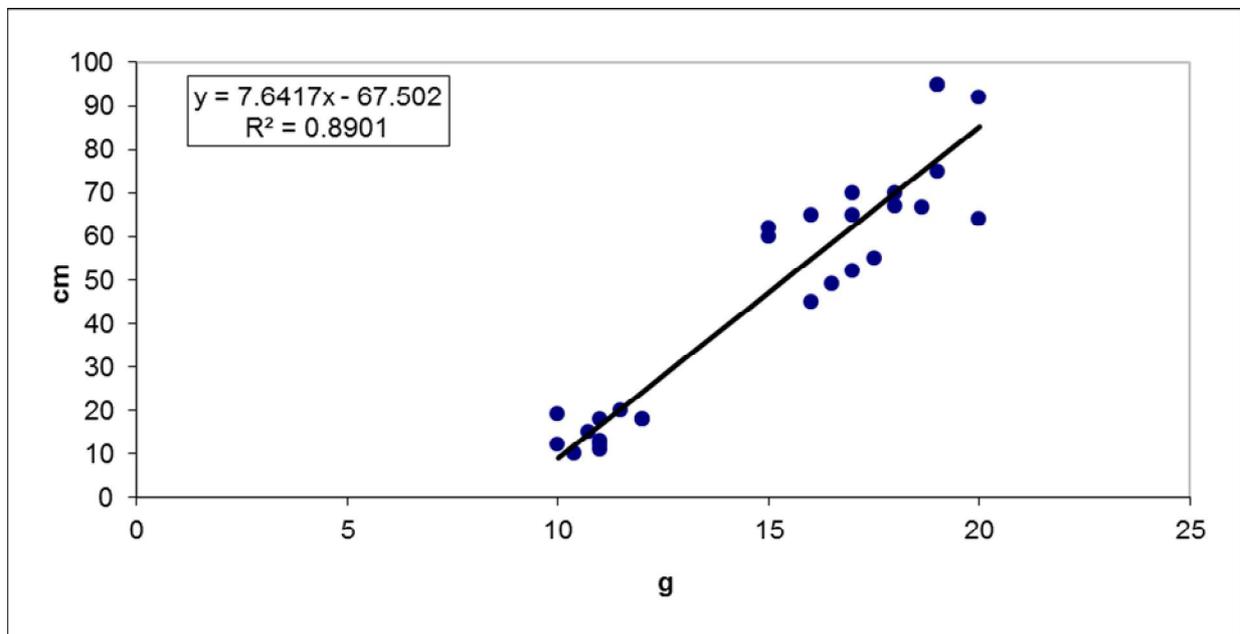


Fig. 4 – Stazione 2 “Tratto a monte del centro urbano di Oneta”: Trota fario: struttura di popolazione



3.3. Torrente Riso
Stazione 3
“Tratto a monte dell’opera di presa - località Riso”



Tab. 11 – Stazione 3 “*Tratto a monte dell’opera di presa - località Riso*”: caratteristiche fisico-morfologiche”

| | |
|---|----------------------------|
| Zonazione | Epiritrale |
| Lunghezza tratto campionato m | 100 |
| Larghezza media del tratto campionato m | 7±3,5 |
| Velocità della corrente | Medio-forte |
| Profondità media m | 0,65±0,30 |
| Tipologia del fondo | Roccioso con massi e buche |
| Ombreggiatura | Abbondante |

Tab. 12 - Stazione 3 “*Tratto a monte dell’opera di presa - località Riso*”: parametri fisico-chimici delle acque prelevate nel corso del 2018 e 2019

| | | 5/7/2017 | 18/11/2018 | 28/2/2019 |
|-------------------------|-------|-----------------|-------------------|------------------|
| Temperatura | °C | 13 | 8,5 | 4,6 |
| Ossigeno disciolto | mg/l | 13,50 | 15,00 | 16,00 |
| pH | | 7,80 | 7,62 | 7,86 |
| Conducibilità elettrica | µS/cm | 392,0 | 400,8 | 388,0 |
| Ammoniaca totale | mg/l | 0,040 | 0,037 | 0,018 |
| Azoto nitroso | mg/l | 0,003 | 0,003 | 0,002 |
| Azoto nitrico | mg/l | 0,65 | 0,53 | 0,40 |
| Ortofosfati | mg/l | 0,66 | 0,58 | 0,41 |

Tab. 13 - Stazione 3 “*Tratto a monte dell’opera di presa - località Riso*”. Monitoraggio fauna ittica: trota fario

| Data campionamento | Età | Peso (g) | Lunghezza (cm) | Indice di condizione k | Densità (n./m²) | Biomassa (g/m²) |
|---------------------------|------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 5/7/2018 | 0+ | 9±1 | 9,5±1 | 1,05±0,1 | 0,002 | 0,001 |
| | 1+ | 52±1 | 17±1 | 1,06±0,1 | 0,002 | 0,002 |
| | 2+ | 64±1 | 18±2 | 1,01±0,1 | 0,001 | 0,001 |
| 18/11/2018 | 0+ | 10±3 | 11±1 | 1,10±0,1 | 0,001 | 0,001 |
| | 1+ | 60±3 | 17±2 | 1,22±0,1 | 0,002 | 0,002 |
| | 2+ | 76±1 | 19±1 | 1,11±0,1 | 0,001 | 0,001 |
| 28/2/2019 | 0+ | 9±2 | 9±3 | 1,23±0,1 | 0,002 | 0,001 |
| | 1+ | 46±2 | 16±1 | 1,12±0,1 | 0,003 | 0,002 |
| | 2+ | 78±1 | 19±2 | 1,14±0,1 | 0,002 | 0,002 |

Tab. 14 - Stazione 3 “*Tratto a monte dell’opera di presa - località Riso*”. Caratteristiche fisico-morfologiche”: Indice di qualità e classe di appartenenza delle acque

| I.B.E. <i>Indice Biotico Esteso</i> | Classe di qualità | Numero Taxa |
|--|--------------------------|--------------------|
| 9-10 | I-II | 13 |

Fig. 5 – Stazione 3 “*Tratto a monte dell’opera di presa - località Riso*”: incidenza percentuale media della fauna macrobentonica in relazione alla specie

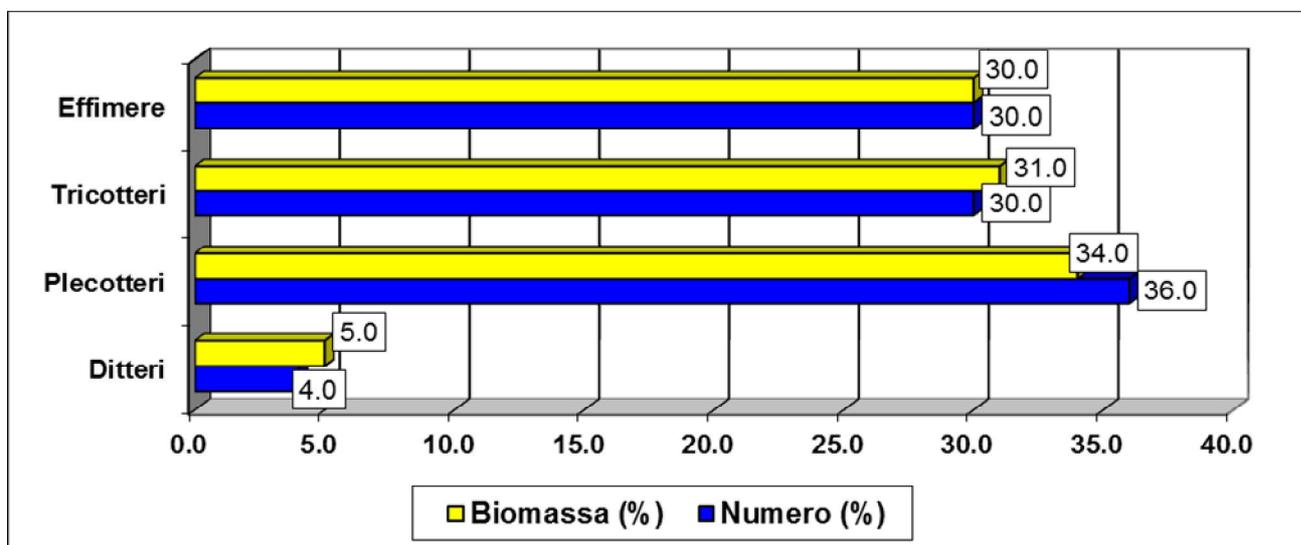
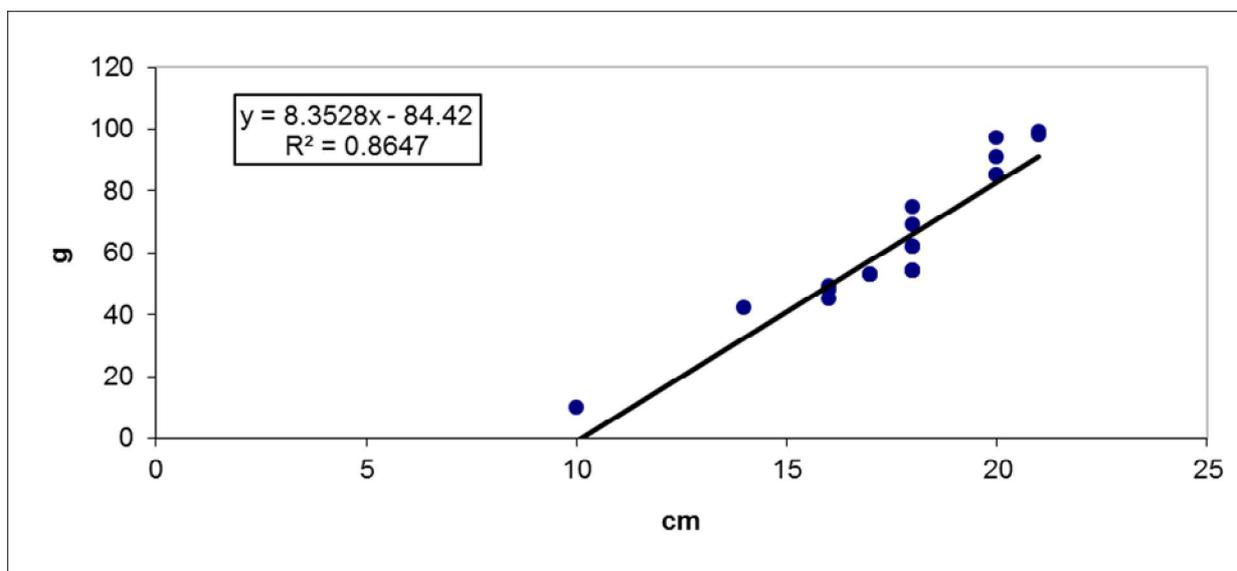


Fig. 6 – Stazione 3 “*Tratto a monte dell’opera di presa - località Riso*”. Trota fario: struttura di popolazione



3.4. Torrente Riso
Stazione 4
“Tratto in Comune di Gorno – Frazione Riso”



Tab. 15 - Stazione 4 “*Tratto in Comune di Gorno – Frazione Riso*”: caratteristiche fisico-morfologiche

| | |
|---|--------------------------------------|
| Zonazione | Epiritrale |
| Lunghezza tratto campionato m | 100 |
| Larghezza media del tratto campionato m | 12±4 |
| Velocità della corrente | Media |
| Profondità media m | 0,35±0,1 |
| Tipologia del fondo | Roccioso, ghiaioso, scarsi rifugi |
| Ombreggiatura | Scarsa-assente |

Tab. 16 - Stazione 4 “*Tratto in Comune di Gorno – Frazione Riso*”: valori medi dei parametri fisico-chimici delle acque prelevate nel corso del 2018 e 2019

| | | 5/7/2018 | 18/11/2018 | 28/2/2019 |
|-------------------------|-------|-----------------|-------------------|------------------|
| Temperatura | °C | 13,5 | 8,3 | 4,5 |
| Ossigeno disciolto | mg/l | 13,60 | 14,8 | 16,90 |
| pH | | 7,87 | 7,85 | 7,80 |
| Conducibilità elettrica | µS/cm | 530,0 | 480,2 | 460,7 |
| Ammoniaca totale | mg/l | 0,059 | 0,041 | 0,030 |
| Azoto nitroso | mg/l | 0,003 | 0,003 | 0,002 |
| Azoto nitrico | mg/l | 0,78 | 0,71 | 0,49 |
| Ortofosfati | mg/l | 0,67 | 0,80 | 0,48 |

Tab. 17 - Stazione 4 "Tratto in Comune di Gorno – Frazione Riso". Monitoraggio fauna ittica: trota fario

| Data campionamento | Età | Peso (g) | Lunghezza (cm) | Indice di condizione k | Densità (n./m²) | Biomassa (g/m²) |
|---------------------------|------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 5/7/2018 | 0+ | 9±2 | 9±2 | 1,23±0,1 | 0,002 | 0,001 |
| | 1+ | 47±2 | 16±2 | 1,15±0,1 | 0,003 | 0,002 |
| 18/11/2018 | 1+ | 52±2 | 17±3 | 1,06±0,1 | 0,003 | 0,001 |
| | 2+ | 88±1 | 19±1 | 1,28±0,1 | 0,003 | 0,001 |
| 28/2/2019 | 0+ | 9,4±1 | 9,7±3 | 1,17±0,1 | 0,002 | 0,001 |
| | 1+ | 47±1 | 16±3 | 1,15±0,1 | 0,001 | 0,002 |
| | 2+ | 83±3 | 19±1 | 1,21±0,1 | 0,002 | 0,002 |

Tab. 18 - Stazione 4 "Tratto in Comune di Gorno – Frazione Riso": indice di qualità e classe di appartenenza delle acque

| I.B.E. <i>Indice Biotico Esteso</i> | Classe di qualità | Numero Taxa |
|--|--------------------------|--------------------|
| 6-7 | III | 9 |

Fig. 7 - Stazione 4 "Tratto in Comune di Gorno – Frazione Riso": incidenza percentuale media della fauna macrobentonica in relazione alla specie

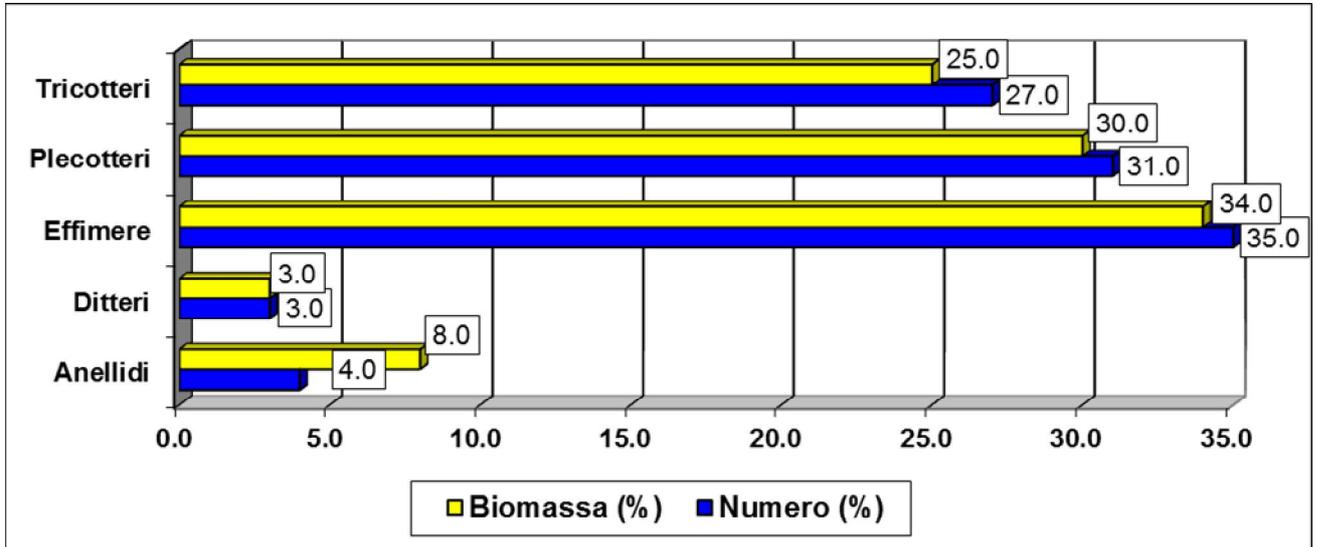
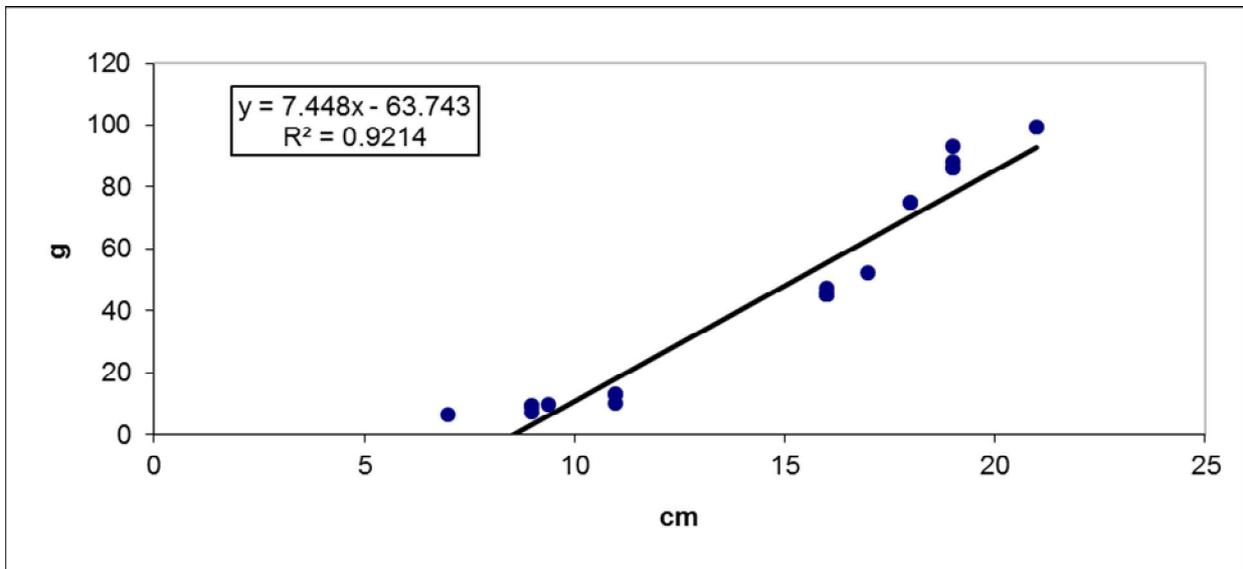


Fig. 8 - Stazione 4 "Tratto in Comune di Gorno – Frazione Riso". Trota fario: struttura di popolazione



3.5. Torrente Riso
Stazione 5
“Tratto a monte dell'Azienda Pontenossa”



Tab. 19 - Stazione 5 “Tratto a monte dell'Azienda Pontenossa”: caratteristiche fisico-morfologiche

| | |
|---|-----------------|
| Zonazione | Epiritrale |
| Lunghezza tratto campionato m | 100 |
| Larghezza media del tratto campionato m | 3,5±0,5 |
| Velocità della corrente | Media – forte |
| Profondità media m | 0,60±0,2 |
| Tipologia del fondo | Sassi, Ciottoli |
| Ombreggiatura | Abbondante |

Tab. 20 - Stazione 5 “Tratto a monte dell'Azienda Pontenossa”: parametri fisico-chimici delle acque analizzate nel corso del 2018 e 2019

| | | 5/7/2018 | 18/11/2018 | 28/2/2019 |
|-------------------------|-------|-----------------|-------------------|------------------|
| Temperatura | °C | 13,5 | 8,0 | 4,5 |
| Ossigeno disciolto | mg/l | 14,0 | 15,7 | 17,2 |
| pH | | 7,80 | 7,84 | 7,68 |
| Conducibilità elettrica | µS/cm | 445,0 | 420 | 426,0 |
| Ammoniaca totale | mg/l | 0,041 | 0,040 | 0,023 |
| Azoto nitroso | mg/l | 0,002 | 0,002 | 0,001 |
| Azoto nitrico | mg/l | 0,91 | 0,88 | 0,47 |
| Ortofosfati | mg/l | 0,88 | 0,71 | 0,61 |
| Cadmio | µg/l | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Rame | µg/l | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Piombo | µg/l | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Zinco | µg/l | 32,0 | 34,0 | 33,0 |
| Nichel | µg/l | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 |
| Mercurio | µg/l | 0,70 | 0,85 | 0,70 |

Tab. 21 – Stazione 5 “Tratto a monte dell'Azienda Pontenossa”. Monitoraggio fauna ittica: trota fario

| Data campionamento | Età | Peso (g) | Lunghezza (cm) | Indice di condizione k | Densità (n./m²) | Biomassa (g/m²) |
|---------------------------|------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 5/7/2018 | 0+ | 9,4±1 | 9,5±1 | 1,14±0,1 | 0,002 | 0,001 |
| | 1+ | 58±1 | 17±3 | 1,18±0,1 | 0,003 | 0,050 |
| | 2+ | 105±4 | 21±4 | 1,13±0,3 | 0,11 | 0,015 |
| 18/11/2018 | 0+ | 9,4±3 | 9±2 | 1,14±0,2 | 0,02 | 0,010 |
| | 1+ | 55±2 | 17±2 | 1,17±0,1 | 0,04 | 0,010 |
| 28/2/2019 | 0+ | 8,0±1 | 9±2 | 1,10±0,1 | 0,03 | 0,010 |
| | 1+ | 53±1 | 18±1 | 0,91±0,1 | 0,02 | 0,030 |
| | 2+ | 90±1 | 20±1 | 1,13±0,1 | 0,001 | 0,030 |

Tab. 22 - Stazione 5 “Tratto a monte dell'Azienda Pontenossa”. Classe di qualità

| I.B.E. <i>Indice Biotico Esteso</i> | Classe di qualità | Numero Taxa |
|--|--------------------------|--------------------|
| 6-7 | III | 8 |

Fig. 9 – Stazione 5 “Tratto a monte dell'Azienda Pontenossa”: incidenza percentuale media della fauna macrobentonica in relazione alla specie

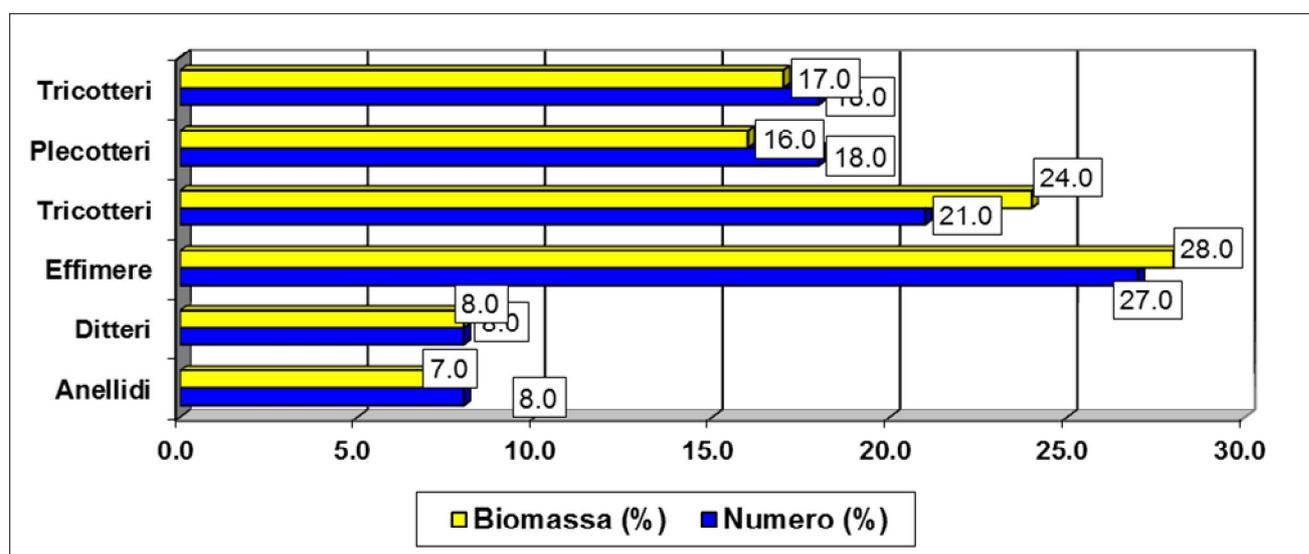
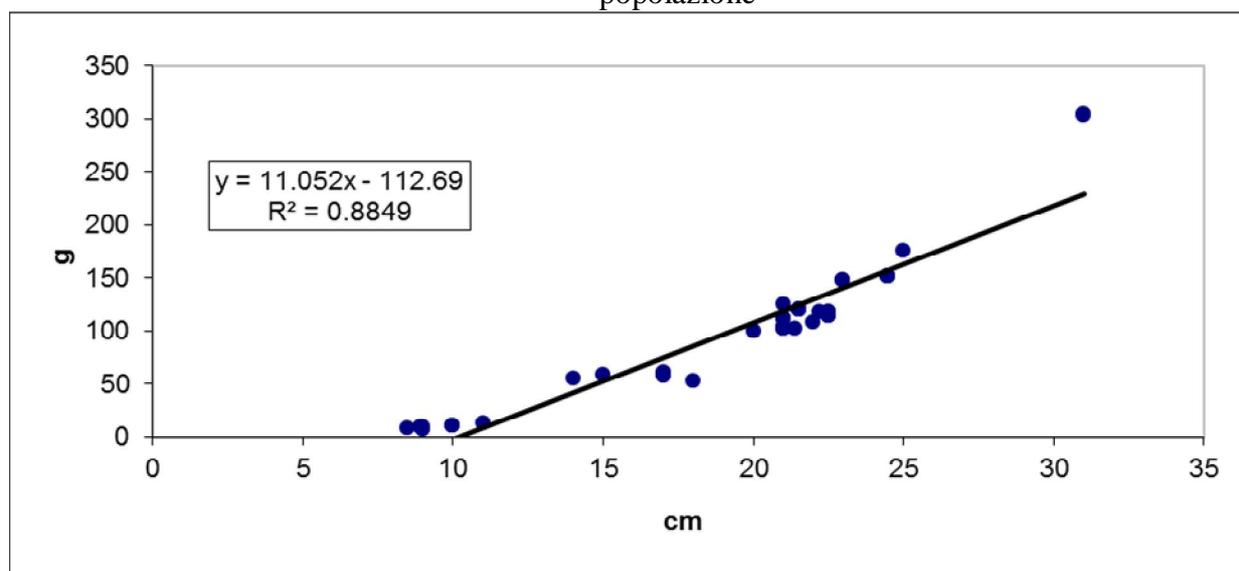


Fig. 10 – Stazione 5 “Tratto a monte dell'Azienda Pontenossa”. Trota fario: struttura di popolazione



3.6. Torrente Riso
Stazione 6
“Tratto a valle dello scarico dell’Azienda Pontenossa”



Tab. 23 - Stazione 6 “Tratto a valle dello scarico dell’Azienda Pontenossa”: caratteristiche fisico-morfologiche

| | |
|---|-----------------------------|
| Zonazione | Epiritrale |
| Lunghezza tratto campionato m | 100 |
| Larghezza media del tratto campionato m | 5±3 |
| Velocità della corrente | Media |
| Profondità media m | 0,70±0,3 |
| Tipologia del fondo | Roccia Sassi Ciottoli |
| Ombreggiatura | Assente |

Tab. 24 - Stazione 6 “Tratto a valle dello scarico dell’Azienda Pontenossa”: valori medi dei parametri fisico-chimici delle acque prelevate nel corso del 2018 e 2019

| | | 5/7/2018 | 18/11/2018 | 28/2/2019 |
|-------------------------|-------|-----------------|-------------------|------------------|
| Temperatura | °C | 14,2 | 6,7 | 5,0 |
| Ossigeno disciolto | mg/l | 14,20 | 7,7 | 16,50 |
| pH | | 8,00 | 8,2 | 7,95 |
| Conducibilità elettrica | µS/cm | 810,0 | 940 | 920,0 |
| Ammoniaca totale | mg/l | 0,060 | 0,018 | 0,027 |
| Azoto nitroso | mg/l | 0,002 | 0,001 | 0,001 |
| Azoto nitrico | mg/l | 0,56 | 0,26 | 0,38 |
| Ortofosfati | mg/l | 0,45 | 0,38 | 0,29 |
| Cadmio | µg/l | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Rame | µg/l | 1,00 | 0,80 | 0,90 |
| Piombo | µg/l | 2,00 | 2,00 | 1,00 |
| Zinco | µg/l | 13,50 | 14,00 | 14,30 |
| Nichel | µg/l | < 0,10 | < 0,10 | < 0,10 |
| Mercurio | µg/l | 0,80 | 0,80 | 0,70 |

Tab. 25 - Stazione 6 “Tratto a valle dello scarico dell’Azienda Pontenossa”. Monitoraggio fauna ittica: trota fario

| Data campionamento | Età | Peso (g) | Lunghezza (cm) | Indice di condizione k | Densità (n./m²) | Biomassa (g/m²) |
|---------------------------|------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 5/7/2018 | 0+ | 8±1 | 9±1 | 1,10±0,1 | 0,002 | 0,001 |
| | 1+ | 57±1 | 17±2 | 1,16±0,1 | 0,002 | 0,002 |
| 18/11/2018 | 0+ | 8,3±1 | 9±1 | 1,13±0,2 | 0,002 | 0,004 |
| | 1+ | 55±2 | 17±1 | 1,12±0,1 | 0,002 | 0,005 |
| 28/2/2019 | 0+ | 9,5±1 | 9,7±1 | 1,04±0,1 | 0,003 | 0,005 |
| | 1+ | 48±1 | 16±2 | 1,17±0,1 | 0,004 | 0,005 |
| | 2+ | 110±1 | 21±1 | 1,19±0,1 | 0,003 | 0,004 |

Tab. 26 - Stazione 6 “Tratto a valle dello scarico dell’Azienda Pontenossa”: indice di qualità e classe di appartenenza delle acque

| I.B.E. <i>Indice Biotico Esteso</i> | Classe di qualità | Numero Taxa |
|--|--------------------------|--------------------|
| 7-8 | II/III | 10 |

Fig. 11 - Stazione 6 "Tratto a valle dello scarico dell'Azienda Pontenossa": incidenza percentuale media della fauna macrobentonica in relazione alla specie

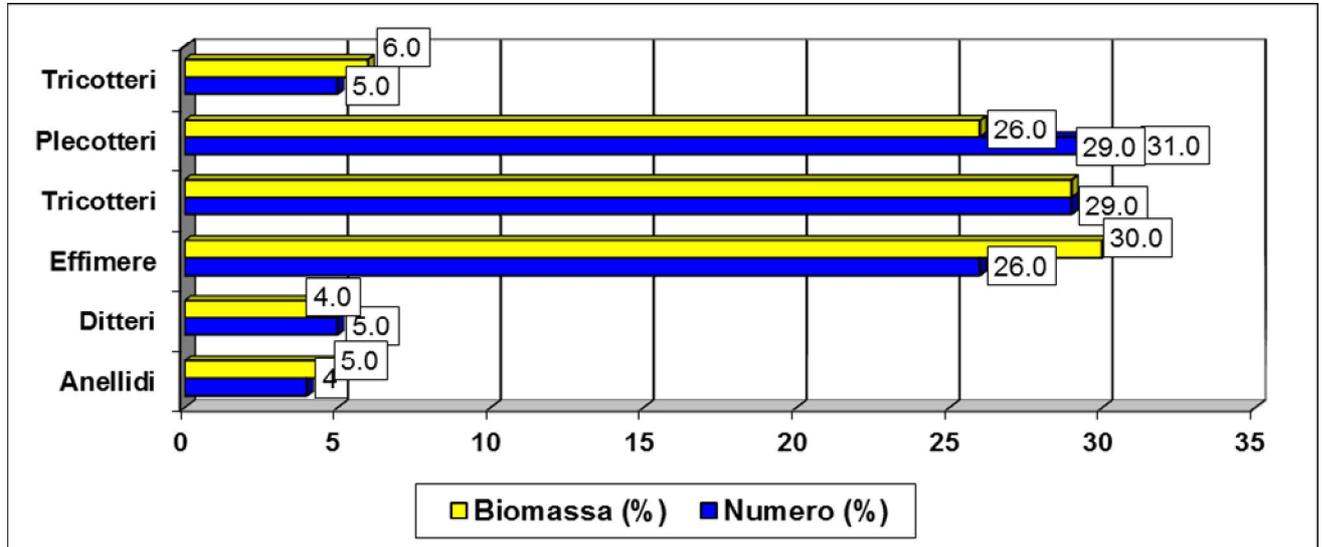
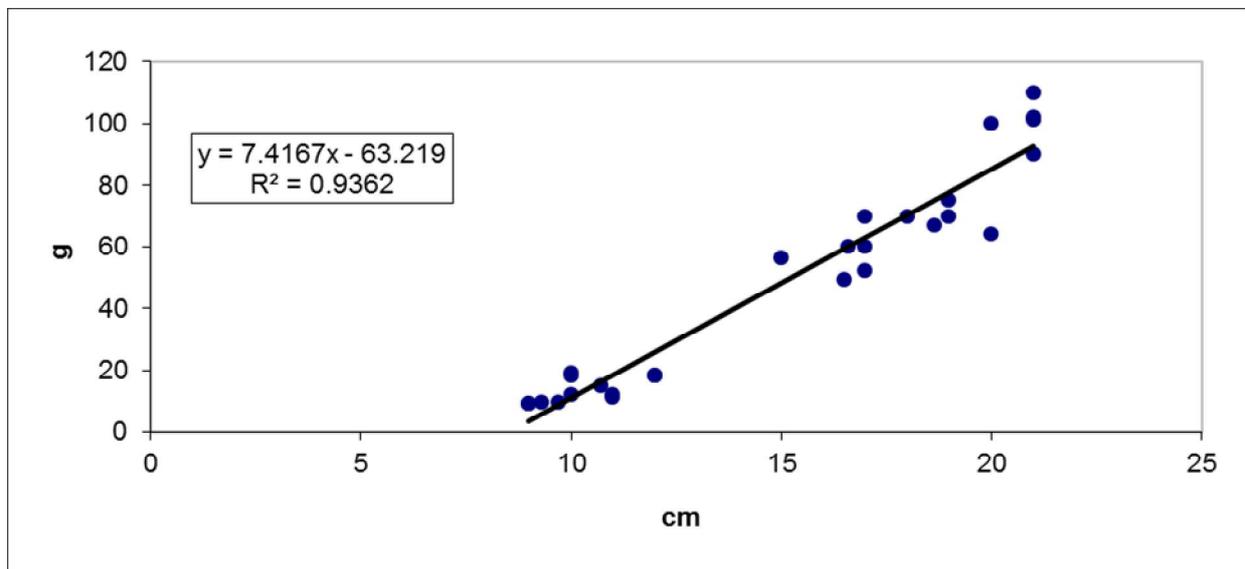


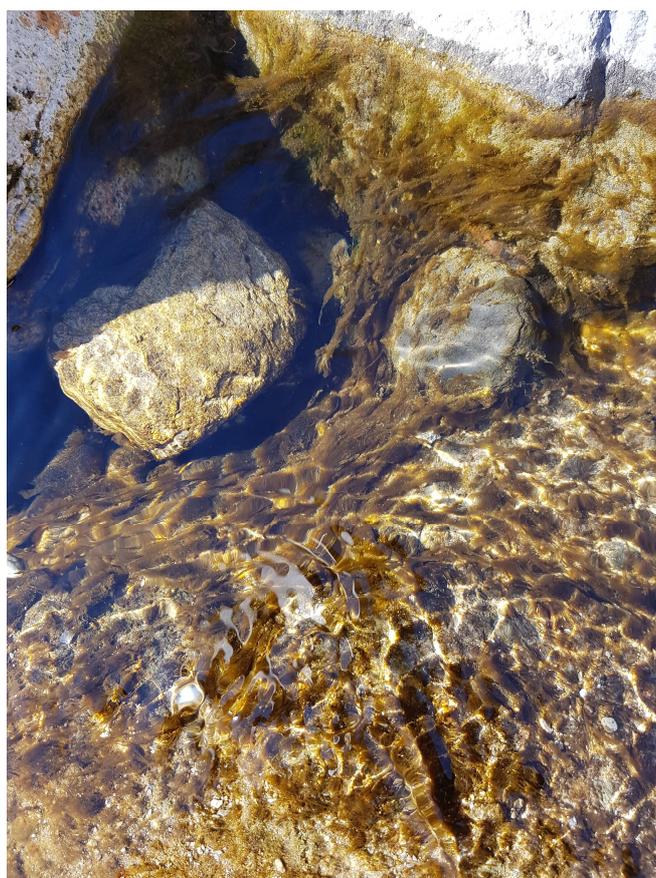
Fig. 12 - Stazione 6 "Tratto a valle dello scarico dell'Azienda Pontenossa". Trota fario: struttura di popolazione



4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le indagini quadrimestrali condotte in sei stazioni di campionamento situate sul torrente Riso a partire dal mese di luglio 2018 fino al mese di febbraio 2019, hanno riguardato le condizioni dei popolamenti ittici, dei macroinvertebrati nonché i parametri fisico-chimici delle acque. Le particolari condizioni climatiche che si sono verificate nell'estate 2018, caratterizzate da alte temperature e assenza di precipitazioni per lunghi periodi, hanno provocato notevoli diminuzioni delle portate del torrente Riso e un incremento nella presenza di rivestimento algale dell'alveo (Foto 4).

Foto 4 – Fondo della Stazione 4 caratterizzato da una diffusa presenza di alghe



Verso la fine dell'autunno si sono verificate abbondanti piogge e qualche nevicata sulle montagne che sovrastano il bacino imbrifero del torrente Riso. Le piogge hanno provocato ripetuti e repentini innalzamenti di livello che hanno influenzato negativamente le condizioni dell'ambiente acquatico. In particolare, è stato osservato un notevole accumulo di materiale sabbioso, di varie granulometrie, che ha interessato in modo diverso tutto il corso del torrente. Detto materiale ha colmato parzialmente o totalmente le buche distribuite lungo il Riso riducendo notevolmente le zone di rifugio per le trote. Seppure i raschi abbiano risentito in minore misura dell'accumulo dei sedimenti, la riproduzione del salmonide è stata influenzata negativamente da questo andamento meteorologico. Infatti, la densità del novellame rilevata nell'ultimo campionamento è apparsa abbastanza bassa se confrontata con i rilievi condotti negli anni precedenti.

Come si può osservare, le densità unitarie di novellame di trota fario e anche di esemplari della classe 1+, sia come densità per metro quadro che in termini di biomassa, sono inferiori, come già rilevato nell'anno precedente, rispetto a quelli del 2015-2016. Analoga osservazione può essere fatta per gli indici di condizione, anche questi leggermente più bassi rispetto ai passati rilievi annuali. Ciò può essere giustificato dalla diminuzione delle risorse trofiche dovuta alla riduzione dei taxa di macroinvertebrati e della loro densità registrata in alcune stazioni. Le piene primaverili hanno parzialmente rimosso gli accumuli di sedimento che si erano depositati in precedenza, ridando all'alveo un aspetto simile a quello del 2017-inizi 2018.

La Stazione 1, situata circa 200 metri a valle di Ponte Molini ad una altitudine di 590 m s.l.m., seppure con portate estive molto limitate, ha evidenziato caratteristiche fisico-chimiche delle acque favorevoli per la vita dei salmonidi e dei popolamenti dei macroinvertebrati più esigenti. La temperatura delle acque è variata da un massimo di 13° C in luglio a un minimo

di 5,0 °C nel febbraio 2019. L'ossigeno disciolto è sempre risultato superiore a 12 mg/l; il pH si è mantenuto tra 7,59 e 7,80 e la conducibilità elettrica tra 387 e 398 µS/cm. I composti azotati (ammoniaca, nitriti e nitrati) non hanno evidenziato differenze significative rispetto ai precedenti rilievi annuali evidenziando concentrazioni abbastanza basse. Gli ortofosfati sono variati tra 0,44 e 0,55 mg/l. Per quanto riguarda la popolazione ittica, sono stati catturati alcuni avannotti di trota fario in occasione di ogni campionamento, come prevedibile, viste le contenute dimensioni del torrente, con prevalenza delle classi di età 0+ e 1+ rispetto alla classe 2+. Tutti gli esemplari sono risultati caratterizzati da un indice di condizione (coefficiente k) che si è quasi sempre mantenuto entro i valori di riferimento della specie mettendo in evidenza uno sviluppo abbastanza equilibrato, seppure penalizzato dall'andamento climatico estivo ed autunnale. La comunità macrobentonica ha evidenziato una buona struttura, sia dal punto di vista quantitativo che della diversità specifica con presenza di 13 taxa. Tale situazione ha consentito di collocare questa stazione nella I Classe di qualità.

La Stazione 2, denominata "Tratto a monte del centro urbano di Oneta", è situata lungo via Campello, in prossimità di un manufatto in cemento realizzato per consentire l'attraversamento del torrente con automezzi. La stazione si trova ad un'altitudine di 535 m slm. Anche in questo caso, le indagini fisico-chimiche eseguite sulle acque hanno fornito risultati favorevoli per la vita degli organismi acquatici (pesci, crostacei, molluschi e insetti) più esigenti. Come nella stazione precedente, la comunità macrobentonica ha evidenziato condizioni quali-quantitative buone come dimostrano i 16 taxa individuati. Per tutta la durata dello studio questa stazione ha meritato l'inserimento nella Classe di qualità I. Abbastanza simile a quella riscontrata nella stazione precedente anche la struttura della popolazione di salmonidi.

In questa Stazione le buche presenti sono state parzialmente colmate dal sedimento e solo parte dei ghiaietti è risultata priva di questo materiale (Foto 5).

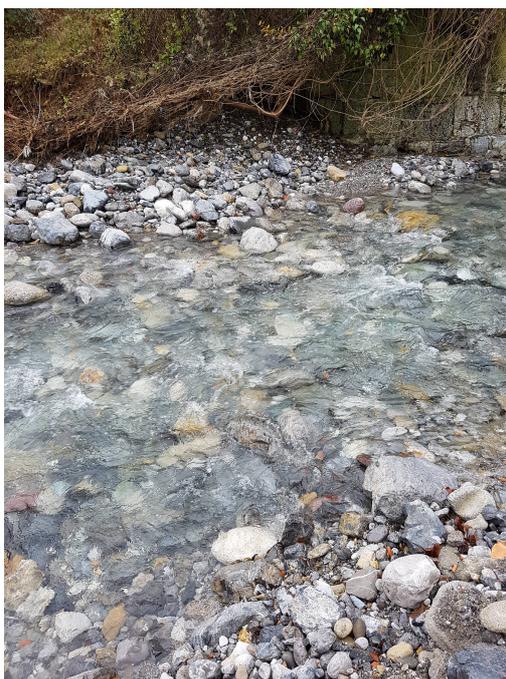
Foto 5 – Particolare del sedimento depositato lungo la Stazione 2



La Stazione 3, denominata “A monte dell’opera di presa – località Riso”, è situata ad un’altitudine di 505 m slm. Anche in questa stazione le acque hanno presentato caratteristiche fisico-chimiche compatibili con la vita delle specie ittiche più esigenti quale è la trota fario. Il valore di pH è risultato compreso tra 7,62 (novembre 2018) e 7,86 (febbraio 2019). Per quanto riguarda la struttura della popolazione di salmonidi, la Stazione 3 è risultata abbastanza simile alle due precedenti situate più a monte. Relativamente all’Indice Biotico Esteso, il numero di taxa individuati è risultato pari a 13. E’ il caso di sottolineare che in occasione del campionamento di giugno 2017, in questa stazione furono rilevati evidenti segni di manomissione meccanica dell’alveo che risultava livellato con un fondo uniformemente ghiaioso, privo di grossi sassi e massi in grado di offrire rifugi alle trote. Nel

luglio 2018, l'alveo è apparso parzialmente rinaturalizzato ed è stata riscontrata la presenza di diversi esemplari di età 1+ e 2+ localizzati nei punti più profondi e riparati. La condizione dell'alveo è apparsa ulteriormente migliore del campionamento di ottobre e quasi totalmente rinaturalizzata in quello del febbraio 2019 (Foto 6).

Foto 6 – Veduta dell'alveo in corrispondenza della Stazione 3



La Stazione 4, denominata “Tratto in comune di Gorno – Frazione Riso”, situata a valle dell'opera di presa, dista circa 200 metri dal manufatto stesso, ad un'altitudine di 470 m slm. Questa Stazione è caratterizzata per la presenza, nella parte più vicina alla captazione, di un alveo notevolmente incassato tra due alte rive. Rispetto alla Stazione n. 3 si nota una notevole antropizzazione sulla sponda sinistra che è percorsa da una strada asfaltata che costeggia le abitazioni. Sotto il profilo analitico, i parametri delle acque non si discostano in modo apprezzabile da quanto rilevato nella stazione precedente, ma le condizioni dell'alveo nel

tratto adiacente la strada risentono negativamente dei passati movimenti di ghiaia e dei lavori di consolidamento della sponda sinistra. Anche in questa stazione è stata riscontrata una notevole presenza di sedimento sabbioso. L'Indice IBE non risente in modo negativo di tale condizione mantenendo valori di 6-7 corrispondenti a una terza Classe di qualità con i taxa pari a 9.

La Stazione di campionamento quadrimestrale n. 5, denominata "Tratto a monte dell'Azienda Pontenossa", è situata a una quota di 460 m slm. I parametri chimici relativi alla presenza di azoto e fosforo, evidenziano chiaramente l'impatto negativo dovuto ai fabbricati civili e alle attività produttive insediate sulla sponda sinistra.

Nei campioni di acqua prelevati in questa stazione è stata inoltre determinata la presenza di metalli, come riportato nella tabella allegata, seppure i valori riscontrati risultino notevolmente inferiori a quanto prescritto dalle norme di legge vigenti e sono probabilmente frutto delle attività produttive nel settore metallurgico e metalmeccanico presenti in questa area. Anche in questa stazione, si nota una notevole manomissione dell'alveo da parte dell'uomo poiché a valle di un manufatto in cemento che produce uno stramazzo di circa due metri, spesso bypassato dal torrente grazie a un fontanazzo sottostante, emerge in più punti il substrato roccioso pianeggiante che non consente la creazione dei rifugi e/o pozze. I popolamenti ittici risultano localizzati prevalentemente nella parte inferiore della stazione dove sono stati individuati alcuni rifugi e buche. I pesci sono risultati in discrete condizioni nei campionamenti di luglio, novembre 2018 e febbraio 2019. Nell'ultimo campionamento del 2018, non sono stati catturati soggetti di età superiore a 1+. L'Indice Biotico Esteso si è attestato su valori di 6/7 corrispondenti alla terza Classe di qualità.

La Stazione 6, denominata “Tratto a valle dello scarico dell’Azienda Pontenossa”, è stata individuata nel letto del torrente a valle dello scarico dell’Azienda Pontenossa ad una quota di 450 m slm.

Analizzando le condizioni chimiche delle acque, i nutrienti non hanno fatto riscontrare differenze degne di nota rispetto alla stazione precedente.

Relativamente ai metalli, nelle Stazioni 5 e 6, le indagini hanno evidenziato valori notevolmente inferiori a quanto prescritto dalle norme di legge vigenti.

Un recente documento del giugno 2018 dell’ARPA Lombardia, relativo al Rapporto triennale 2014-2016 sullo stato delle acque superficiali nei territori provinciali della Lombardia, al punto 2.3. dell’Allegato 8 relativo allo Stato chimico, riporta che nella quasi totalità il livello è buono, con la sola eccezione del Riso, del Serio a Pontenossa e delle rogge Vailata e Vignola. Nel suddetto Rapporto si rileva che il cadmio è presente nel Riso in concentrazioni superiori agli standard di qualità ambientali probabilmente a causa degli scarichi industriali che recapitano nel torrente. A tal proposito, è il caso di ricordare che i valori di tale metallo, rilevati nel corso dei nostri campionamenti periodici effettuati in un lasso di tempo molto ampio, sono sempre risultati inferiori a 1 µg/l. Per il cadmio e composti i valori nelle acque superficiali variano in funzione della durezza classificata secondo le seguenti cinque categorie: Classe 1 fino a 40 mg/l di CaCO₃; Classe 2 da 40 a 50 mg/l di CaCO₃; Classe 3 da 50 a 100 mg/l di CaCO₃; Classe 4 da 100 a 200 mg/l di CaCO₃; infine Classe 5 con valori uguali o superiori a 200 mg/l di CaCO₃. Nel caso del torrente Riso, i rilievi condotti hanno evidenziato concentrazioni di CaCO₃ comprese tra 100 e 200 mg/l (Classe 4) nella Stazione a monte dello scarico dell’Azienda. Nella Stazione situata a valle dello scarico i valori aumentano leggermente e si avvicinano e talvolta superano i 200 mg/l (Classe 4 - 5).

I popolamenti di macroinvertebrati, seppure con un numero di taxa non molto elevato, hanno evidenziato presenze quantitativamente rilevanti. L'Indice Biotico Esteso si attesta su valori di 7-8 corrispondenti a una Classe di qualità II/III.

In questo tratto e nella stazione precedente, grazie anche alla notevole pendenza dell'alveo, alcune buche non hanno presentato un accumulo di sabbia così pronunciato come riscontrato nelle stazioni più a monte.

5. BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

- A.P.H.A. (1995) – Standard methods for examination water and wastewater. 17ed. American Public Health Association Washington D.C.
- A.R.P.A.M. (2007) – Classificazione delle acque superficiali interne, 2006” estratto. Relazione annuale sulle acque superficiali interne.
- A.R.P.A. Lombardia (2018) – Stato delle acque superficiali nei territori provinciali della Lombardia. All. 8. Corsi d’acqua – Rapporto triennale 2014-2016.
- AA.VV. (1992) – Carta ittica della Provincia di Vicenza. Provincia di Vicenza.
- AA.VV. (1992) – Carta ittica relativa al territorio della regione piemontese. Regione Piemonte.
- Alessio G., Gandolfi G. (1983) – Censimento e distribuzione attuale delle specie ittiche del bacino del fiume Po. Quad. Ist. Ric. Acque n. 67, VII, 92 pp.
- Antonelli V. (1972) – La Valle Tenna, l’Universo. Istituto Geografico Militare, Firenze.
- Arrignon J. (1976) – Amenagement ecologique et piscicole des eaux douces. Gauthier-Villars, Parigi.
- ASL n. 13 Settore Biologico – Ambientale – Area Biotossicologica S.M.S.P. AP (1997) – Monitoraggio biologico dei principali corsi d’acqua della Provincia Picena. Rapporto Anno 1996. Amministrazione Provinciale Ascoli Piceno.
- Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto: Tavola n. 6 “Individuazione fasce fluviali di tutela integrale e classificazione corsi d’acqua”.
- Bagenal T. (1978) – Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook n. 3, 3rd edition, Blackwell, Oxford. Blackwell Scientific Publications.
- Bianco P.G. (1987) – L’inquadramento zoogeografico dei pesci d’acqua dolce d’Italia e problemi determinati dalle falsificazioni faunistiche. Atti II Convegno AIIAD: 41-65.
- Bonini G., Durante M., Falchè S., Landini W. (1990) – Carta ittica della Provincia di La Spezia. Analisi ambientale e programmazione. Amministrazione Provinciale di la Spezia.
- Borroni I. (1986) – Requisiti sanitari del materiale ittico per ripopolamento. Quaderni E.T.P., Udine, 14: 53-62.
- Borroni I. (1995) – Carta Ittica della provincia di Genova. Amministrazione Provinciale di Genova.
- Carta Ittica della Regione Piemonte (1991). Edizioni Eda Srl (TO)
- Carta Ittica del Friuli Venezia Giulia (1992). ETP Grafiche Lema (PN).
- Carta Ittica della Provincia di Verona (1992). Bioprogramm Padova
- Carta Ittica. Indagine idrologica, chimico fisica e biologica delle acque bellunesi. Provincia di Belluno. Loro R Russino G., Turin P., Zanetti M. (1993).
- Carta Ittica della Provincia di Treviso (1994). Grafiche Antiga Cornuda (TV).
- Carta Ittica della Provincia di Padova (1995). Turin P.
- Carta Ittica della Provincia di Genova (1995). Microart, Spa Recco (GE).
- Carta Ittica della Provincia di Ancona (1998). Sannioprint Benevento.
- Carta Ittica della Provincia di Rovigo (1998).
- Carta ittica della Regione Toscana (2001). S.I.T. Firenze
- Carta Ittica dell’Emilia Romagna zona D (2002). Vol. secondo: analisi dei risultati e conclusioni. Tip. Il Digitale Cesena.
- Carta Ittica dell’Emilia Romagna zona C (2002). Tip. Crest Torino (2003).

- Carta Ittica della Provincia di Bergamo (2002). G.R.A.I.A. Srl
- Carta Provinciale delle vocazioni ittiche Cremona (2002). I.G.R. Soresina (CR).
- Carta Ittica della Provincia di Alessandria (2003). Edizioni Eda Srl (TO).
- Carta Ittica della Basilicata (2005). Regione Basilicata.
- Carta Ittica della Provincia di Viterbo (2005). Ed. Prov. (VT)
- Carta Ittica dell'Emilia Romagna zona B e A (2008). Petruzzi C. Perugia.
- Carta Ittica della Provincia di Ascoli Piceno (2009). D'Auria Industrie Grafiche S.p.a (AP).
- C.N.R. (1980, 1981, 1982, 1983) – Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana progetto finalizzato “Promozione della qualità dell'ambiente”. vol. 9, 12, 24, 26.
- Cummins W.K. (1974) – Structure and function of stream ecosystem. *Bio. Science*, 24: 631-641.
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 – All. 1 Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale. All. 1 Parte III.
- Fornieris G. (1990) – Gli incubatoi di valle. Problemi connessi con i ripopolamenti tradizionali e nuove proposte metodologiche. Provincia di Torino.
- Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P., Marconato A. (1991) – I pesci delle acque interne italiane. Ministero dell'ambiente, U.Z.I., Istituto Poligrafico dello Stato.
- Ghetti P. F. (1986) – I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. Provincia Autonoma di Trento, Stazione Sperimentale Agraria Forestale S. Michele all'Adige, Trento.
- Ghetti P. F. (1997) – Indice Biotico Esteso (I.B.E.) I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Provincia Autonoma di Trento.
- Ghetti P. F., Bonazzi G. (1981) – I macroinvertebrati nella sorveglianza ecologica dei corsi d'acqua. Collana del progetto finalizzato “Promozione della qualità dell'ambiente” C.N.R. Roma, AQ/1/127.
- Giles H. (1980) – A stomach sampler for use on live fish. *J.Fish Biol.*
- Grimaldi E. 2007 – Guida ragionata ai ripopolamenti ittici. FIPSAS, Roma, 113 pp.
- Grimaldi E., Manzoni P. (1990) – Enciclopedia illustrata delle specie ittiche d'acqua dolce. Camera di Commercio di Como, Istituto Geografico De Agostini.
- Grimaldi E., Vaini F.A., Natali M. (1994) – Un esempio di approccio concettuale: i problemi dei ripopolamenti e delle introduzioni degli esotici. *Atti del Comitato Scientifico F.I.S.A.S.*: 9-30.
- Huet M. (1964) – The evaluation of the fish productivity in fresh waters. *Verh. Internat. Verein Limnol.*, 15: 524–528.
- Ivlev L.S. (1966) – The biological productivity of waters. –*J. Fish Res. Bd. Can.*, 23: 1727-1759.
- Legge Regionale 3-6-2003 n. 11 (2003) – Norme per l'incremento e la tutela della fauna ittica e disciplina della pesca nelle acque interne. B.U. Marche 12 giugno 2003, n. 51.
- Loro R., Russino G., Turin P., Zanetti M. (1993) – Carta Ittica. Indagine idrologica, chimico fisica e biologica delle acque fluenti bellunesi. Provincia di Belluno.
- Marconato A. (1986) – Distribuzione dell'ittiofauna e gestione della pesca. *Quaderni E.T.P. Udine*, 14: 139–149.
- Marconato A. (1990) – Calcolo della produzione ittica in popolazioni naturali. *Riv.Idrobiol.*, 29 (1): 329–341.
- Margalef R. (1985) – Ecosistemi come sistemi fisici, energia esosomatica, vero una nuova generazione di modelli e complessità. *Atti II Cong. S.I.T.E.*, Padova: 54-58.

- Melotti P., Roncarati A., Felici A., Dees A., Forlini L. (2007) - Carta Ittica della Provincia di Ancona. Omnia Comunicazione Ed. Fano, 93 pp.
- Melotti P., Roncarati A., Mordenti O., Dees A., Scaravelli D. (1999) - Studi sull'ecologia dei popolamenti ittici in un tratto del fiume Rabbi. Provincia di Forlì-Cesena. Ed. ST.E.R.N.A. Forlì. pp. 72.
- Melotti P. (2007) – Parchi Marini, Pesca Sportiva e Pescaturismo: realtà, prospettive e possibili sinergie. Convegno San Benedetto del Tronto, 31 marzo 2007.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare (2005) - Natura 2000 Formulario standard per zone di protezione speciale ZPS e per zone proponibili per una identificazione come Siti di importanza Comunitaria (SIC) e per zone speciali di conservazione (ZSC).
- Persoone G. (1979) – Proposal for a biotypological classification of water courses in the European Communities. In: Biological Indicators of water quality. Ed A. James, L. Evison.
- Ricker W. E. (1975) – Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can., 191: 1-382.
- Roncarati A., Dees A., Zavaldi M., Melotti P., Fortini L. (2007) - Indagine sullo stato della fauna ittica in un tratto appenninico del fiume Tenna con istituzione di una area a regolamentazione speciale della pesca sportiva (A.R.S.). Atti dell'XI Convegno Nazionale AIIAD - Treviso 2006, Quaderni ETP.
- Sansoni G. (1988) – Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani. Provincia Autonoma di Trento, Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale.
- Sommani E. (1952) – Il concetto di “zona ittica” ed il suo reale significato ecologico. Boll. Pesca Piscic.Idrobiol., 7 (1): 62–71.
- Stoch F. (1986) – La valutazione della produttività ittica delle acque correnti. Indici ambientali e produttività teorica. Quaderni E.T.P., 14: 175-181.
- Tachet H., Bournard M., Richoux P. (1980) – Introduction a l'étude des macroinvertebres des eaux douces. C.R.D.P., Lione: 155 pp.
- Turin P., Zanetti M., Loro R., Bilò M.F. (1995) – Carta Ittica della Provincia di Padova. Provincia di Padova.
- www.arpalombardia.it. (2016) Normativa sulla tutela delle acque superficiali