



UNIVERSITÀ
di CAMERINO

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

Rapporto finale

Ottobre 2024 – Febbraio 2026

Responsabile Scientifico:

Prof. Alessandra Roncarati, Scuola di Bioscienze e Medicina Veterinaria,

Università di Camerino

INDICE

1. INTRODUZIONE	pag. 3
1.1. Il sistema idrografico della Provincia di Bergamo	pag. 6
2. MATERIALI E METODI	pag. 5
2.1. Descrizione del tratto indagato	pag. 5
2.2. Caratteristiche morfometriche e zonazione ecologica	pag. 7
2.3. Condizioni e consistenza dei popolamenti ittici	pag. 9
2.4. Determinazione dei parametri biometrici delle specie ittiche	pag. 13
2.5. Determinazione dell'età	pag. 14
2.6. Elaborazione e presentazione dei dati relativi all'ittiofauna	pag. 15
2.7. Composizione della fauna macrobentonica e determinazione dell'Indice Biotico Esteso (I.B.E.)	pag. 16
2.8. Caratteristiche fisico-chimiche delle acque	pag. 19
3. RISULTATI RELATIVI AI CAMPIONAMENTI PERIODICI (ottobre 2024 - febbraio 2026)	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. 35
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. 54

1. INTRODUZIONE

Gli ecosistemi fluviali del Mediterraneo presentano una biodiversità fortemente minacciata a causa di una lunga storia di disturbi antropici.

La Direttiva Quadro sulle Acque (WFD; Direttiva 2000/60/CE Commissione Europea 2000) è nata per proteggere gli ecosistemi acquatici europei, richiede un approccio multidisciplinare (fisico-chimico, idromorfologico e biologico), con un importante spostamento verso misure biotiche della qualità dell'acqua rispetto alla chimica. Successivamente, ogni paese ha sviluppato il proprio sistema di indicatori biologici (Comte et al. 2013). Tuttavia, il monitoraggio biologico sistematico ed esteso secondo la Direttiva Quadro sulle Acque è stato avviato solo recentemente nei vari paesi membri. Secondo la suddetta Direttiva, la fauna ittica rappresenta uno degli elementi biologici da analizzare per valutare la qualità degli idrosistemi di acqua dolce; infatti, i pesci sono stati utilizzati come indicatori biologici in numerosi ecosistemi acquatici.

Di conseguenza, l'uso dei pesci è fondamentale per l'attuazione della direttiva, ma l'applicazione della direttiva è, a sua volta, cruciale per la conservazione della biodiversità ittica perchè consente sia il miglioramento della qualità ambientale dei loro habitat sia la promozione del monitoraggio delle comunità ittiche in aree dove le attività antropiche esercitano una significativa pressione. In passato, molti corsi d'acqua e i loro bacini idrografici sono stati modificati da invasi, frammentazione, inquinamento, regolazione del flusso e prelievo d'acqua, sviluppo agricolo e urbano, l'introduzione di specie aliene, la deforestazione hanno messo a rischio l'ittiofauna insediata. Pertanto, è estremamente importante monitorare le comunità ittiche e la loro distribuzione nei bacini idrografici.

Negli ecosistemi acquatici, la temperatura dell'acqua è uno dei più importanti parametri abiotici che controllano la vita (Caissie, 2006). Poiché i pesci sono animali poichilotermi obbligati, la loro temperatura corporea e il loro metabolismo sono regolati dall'acqua circostante. Fry (1971) ha descritto un effetto quintuplo della temperatura sui pesci. Oltre ai fattori di controllo e limitazione della temperatura che influenzano direttamente i pesci, i fattori di mascheramento sono ancora scarsamente considerati nel contesto dell'impatto dei cambiamenti climatici.

La maggior parte dei pesci mostra preferenze per determinati intervalli di temperatura che possono essere tollerati o meno (Caissie, 2006); soprattutto le specie di acqua fredda come la trota fario, *Salmo trutta* (Linnaeus 1758), sono limitate dalle alte temperature. Pertanto, la trota fario è altamente sensibile all'impatto dei cambiamenti climatici, poiché i regimi termici dei loro habitat sono influenzati dal riscaldamento. Gli scenari futuri prevedono una riduzione fino al 64% dei tratti fluviali adatti alla trota fario in Europa entro il 2080 (Filipe et al., 2013). Oltre agli effetti termici diretti come lo stress fisiologico, temperature dell'acqua più elevate possono anche provocare effetti mascheranti ed indiretti sui pesci, come una più frequente insorgenza di specifiche malattie (Karvonen et al., 2010). In questo caso, una risposta immunitaria indebolita e uno sviluppo più rapido di agenti patogeni in ambienti più caldi giocano un ruolo importante (Borgwardt et al. 2020).

Nel caso del torrente Riso, che scorre nel territorio della provincia di Bergamo, al fine di valutare lo stato della qualità ambientale dal punto di vista fisico-chimico, dei popolamenti di macroinvertebrati e della fauna ittica presente, nel periodo ottobre 2024 – febbraio 2026, è stata condotta un'attività di monitoraggio a monte e a valle dell'Azienda Pontenossa spa.

1.1. Il sistema idrografico della Provincia di Bergamo

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. Nella provincia di Bergamo, il territorio è delimitato da questi 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.

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 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. Il tratto montano è caratterizzato da un'elevata pendenza: dalle sorgenti a Ponte Nossa 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.

2. MATERIALI E METODI

2.1. Descrizione del tratto indagato

Nel corso del periodo 2024-2026 è stata condotta una campagna di campionamenti sul torrente Riso con le modalità richieste dalla Provincia di Bergamo e recepite nella convenzione stipulata tra l'Azienda Pontenossa spa e l'Università degli Studi di Camerino. Le stazioni di campionamento oggetto di monitoraggio sono riportate in Tab. 1.

Tab. 1 - Elenco delle stazioni monitorate sul torrente Riso nel corso
del periodo ottobre 2024 – febbraio 2026

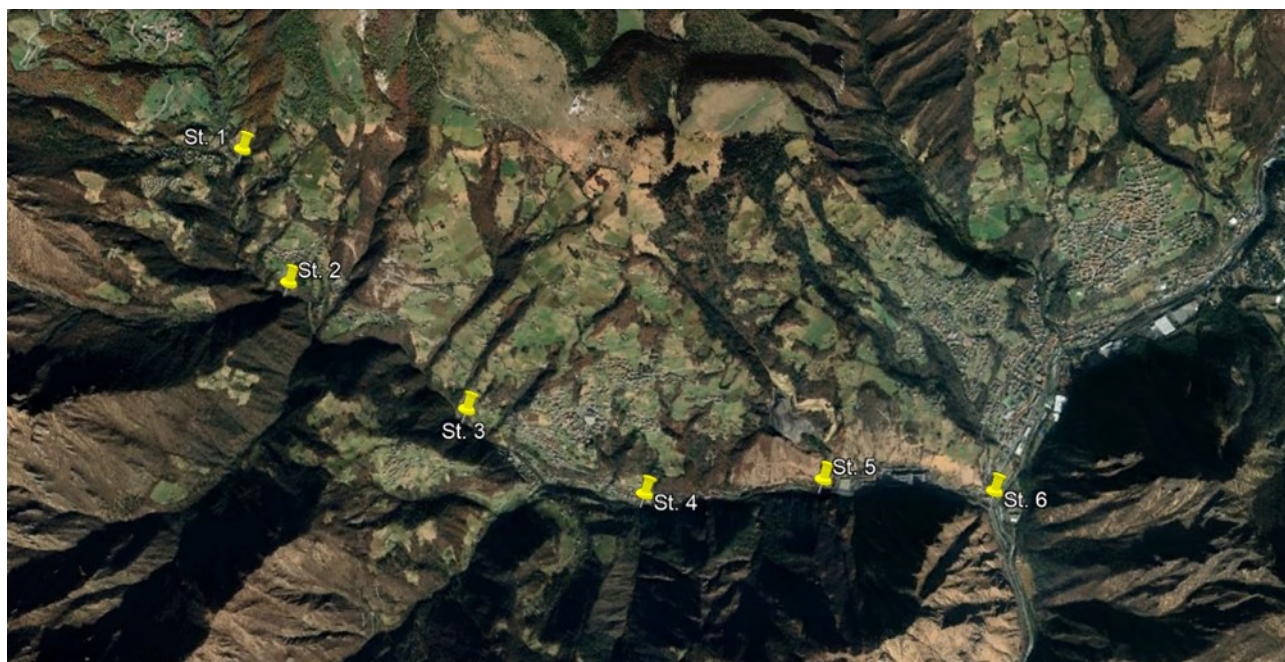
Stazione 1	<i>"Tratto a valle di Ponte Molini"</i>
Stazione 2	<i>"Tratto a monte del centro urbano di Oneta"</i>
Stazione 3	<i>"Tratto a monte dell'opera di presa - località Riso"</i>
Stazione 4	<i>"Tratto in Comune di Gorno – Frazione Riso"</i>
Stazione 5	<i>"Tratto a monte dell'Azienda Pontenossa"</i>
Stazione 6	<i>"Tratto a valle dello scarico dell'Azienda Pontenossa"</i>

Cinque stazioni (1, 2, 3, 4, 5) sono situate a monte dello scarico dello stabilimento Pontenossa S.p.A. e una a valle (Stazione 6); ciò al fine di evidenziare le eventuali differenze sotto il profilo chimico e biologico determinate dall'immissione delle acque provenienti dalla suddetta azienda. Le attività di campionamento sono state condotte a cadenza periodica:

- 17 ottobre 2024
- 15 luglio 2025
- 11 febbraio 2026

L'individuazione delle stazioni di campionamento (Foto 1) 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.

Foto 1 – Individuazione delle stazioni di campionamento sul torrente Riso



Stazione 1– coordinate geografiche: N45°52.6480', E009°48.7721'

Stazione 2 - coordinate geografiche: N45°52.1651', E009°49.0527'

Stazione 3 - coordinate geografiche: N45°51.7280', E009°50.0338'

Stazione 4 - coordinate geografiche: N45°51.4723', E009°50.9312'

Stazione 5 - coordinate geografiche: N45°51.5256', E009°51.8635'

Stazione 6 - coordinate geografiche: N45°51'30.8'' E009°52'44.7''

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 60-70 cm e il peso di circa 7 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 (Foto 2) 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 (elettrotassia o galvanotassia); 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.

Foto 2 – Operatori in fase di campionamento ittico mediante dispositivo per l'elettropesca



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.

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 corporatura. 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 (circuli), concentrici ad una zona centrale più chiara (centro di ossificazione o focus) e con aspetto di linee scure. Quando l'accrescimento è rallentato, i circuli 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 (Foto 3), 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 3).

Per la valutazione della qualità ambientale delle acque, si è proseguito nell'adozione del metodo I.B.E. seppure il gruppo di ricerca si stia adoperando per adottare il metodo MacrOper che, come già riportato nella parte introduttiva della presente relazione, verrà sempre più adottato per tale tipologia di studio.

Foto 3 – Campioni di organismi macrobentonici raccolti nel torrente Riso



In ogni caso, il metodo adottato riduce 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	
18				

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. ProDSS (Foto 4). 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.

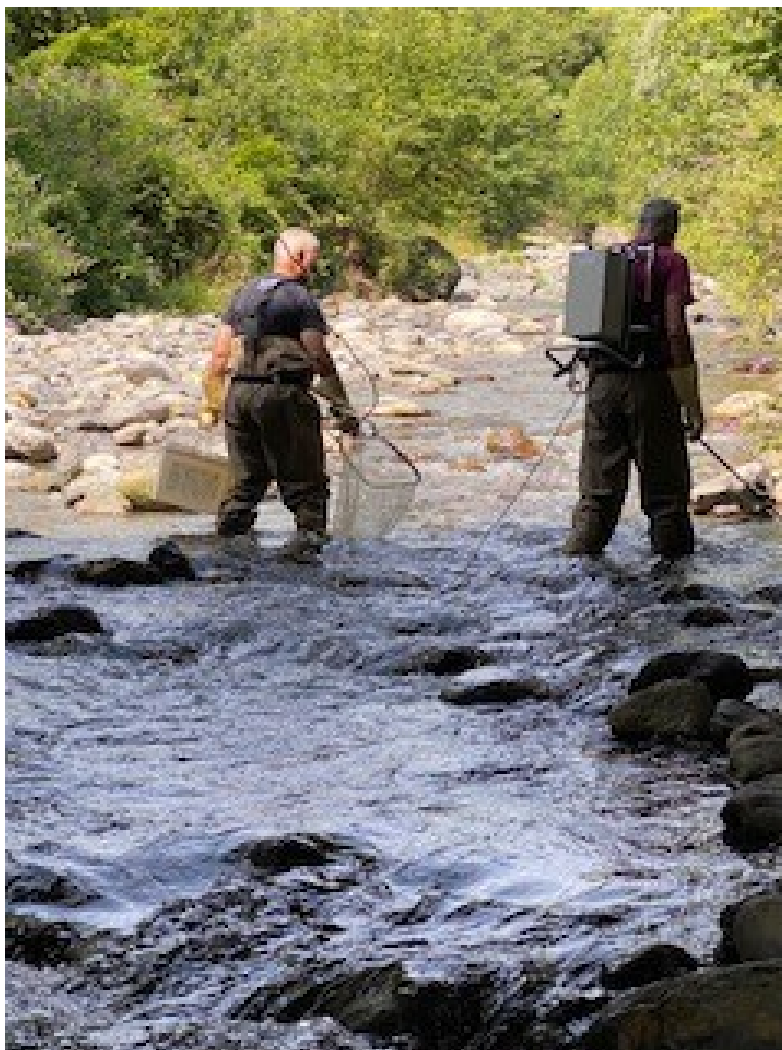
Relativamente ai fosfati, è stato determinato il cosiddetto "P reattivo" cioè quello determinabile senza alcun pretrattamento di idrolisi, costituito principalmente da ortofosfati, e che comprende la frazione disciolta più rapidamente disponibile per il metabolismo batterico e vegetale e pertanto è la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

Foto 4 – Sonda portatile per la determinazione dei principali parametri fisico-chimici delle acque in corrispondenza delle stazioni di campionamento sul torrente Riso



3. RISULTATI RELATIVI AI CAMPIONAMENTI PERIODICI (ottobre 2024 – febbraio 2026)



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±1
Velocità della corrente	lenta
Profondità media m	0,40±0,1
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 periodo ottobre 2024 – febbraio 2026

		17/10/2024	15/07/2025	11/02/2026
Temperatura	°C	6,8	15,5	7,4
Ossigeno disciolto	mg/l	14,8	12,9	11,5
pH		7,99	8,04	7,92
Conducibilità elettrica	µS/cm	538	526	595
Ammoniaca totale	mg/l	0,002	<0,14	<0,14
Azoto nitroso	mg/l	0,001	<0,04	<0,04
Azoto nitrico	mg/l	1,1	4,6	4,3
Ortofosfati	mg/l	0,2	<0,8	<0,8

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./m ²)	Biomassa (g/m ²)
17/10/2024	0+	9,0±1	9,5±1	1,05±0,1	0,001	0,002
	1+	41±1	14±1	1,49±0,1	0,001	0,001
	2+	94±1	20±2	1,18±0,01	0,001	0,001
15/07/2025	1+	40±1	15±1	1,19±0,1	0,001	0,001
	2+	75±1	19±1	1,10±0,01	0,001	0,001
11/02/2026	2+	64±2	18±1	1,1±0,1	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	15

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

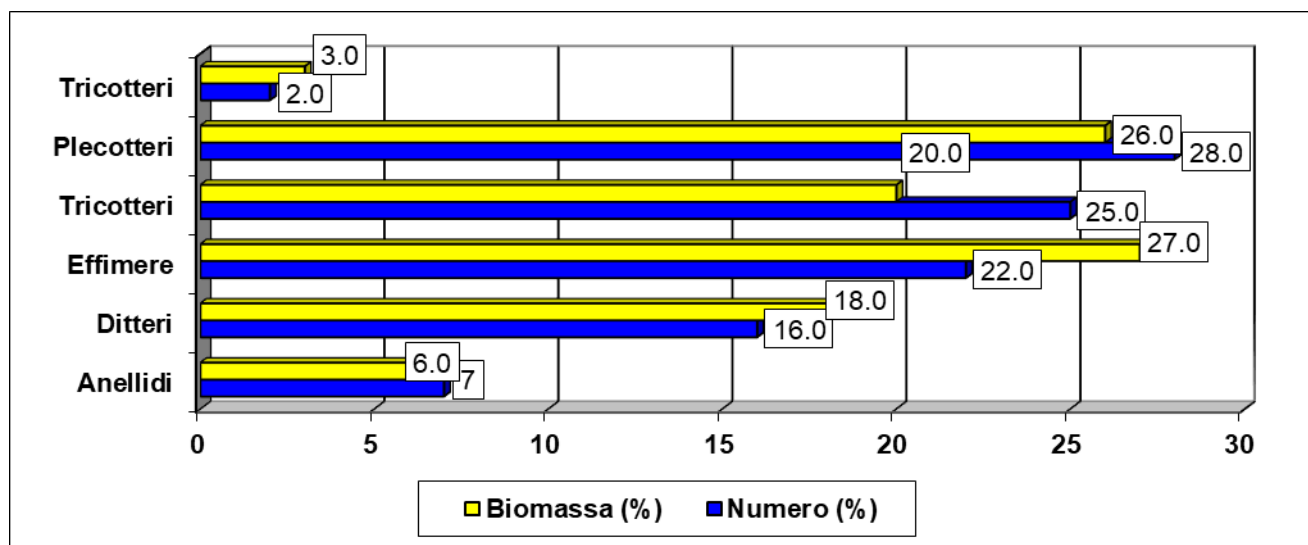
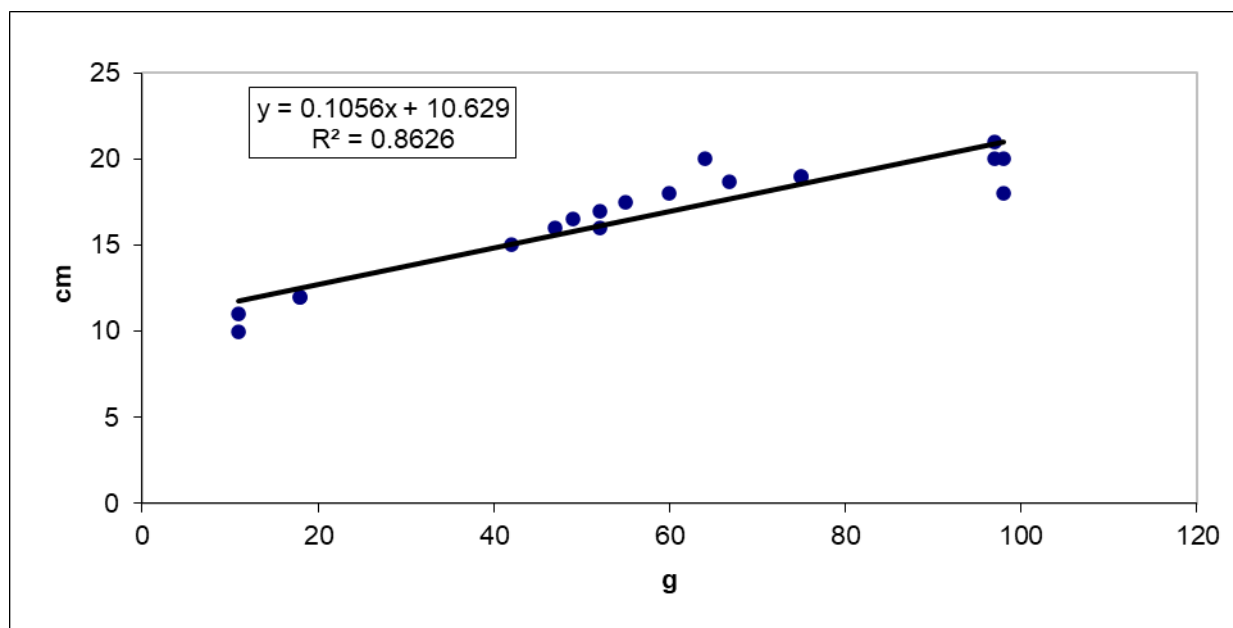


Fig. 2 – Stazione 1 “*Tratto a valle di Ponte Molini*”. Trota fario: struttura di popolazione



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	4±1
Velocità della corrente	Lenta
Profondità media m	0,3±0,1
Tipologia del fondo	Ciottoloso, con piccole buche
Ombreggiatura	Assente

Tab. 8 - Stazione 2 *“Tratto a monte del centro urbano di Oneta”*: parametri fisico-chimici delle acque prelevate nel periodo ottobre 2024 – febbraio 2026

		17/10/2024	15/07/2025	11/02/2026
Temperatura	°C	6,9	15,8	7,3
Ossigeno disciolto	mg/l	14,5	12,2	11,5
pH		7,98	8,01	7,99
Conducibilità elettrica	µS/cm	561	578	583
Ammoniaca totale	mg/l	0,05	<0,14	<0,14
Azoto nitroso	mg/l	0,001	<0,04	0,094
Azoto nitrico	mg/l	1,3	5,2	5,3
Ortofosfati	mg/l	0,5	<0,8	<0,8

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./m ²)	Biomassa (g/m ²)
17/10/2024	0+	10±1	11±1	1,10±0,1	0,001	0,001
	1+	52±1	17±1	1,06±0,1	0,001	0,001
15/07/2025	0+	10±1	10±1	1,00±0,1	0,001	0,001
	1+	43±2	15±1	1,27±0,1	0,001	0,001
	2+	83±1	20±1	1,20±0,1	0,001	0,001
11/02/2026	1+	60±4	18±1	1,03±0,1	0,001	0,001
	2+	90±2	20±1	1,13±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	15

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

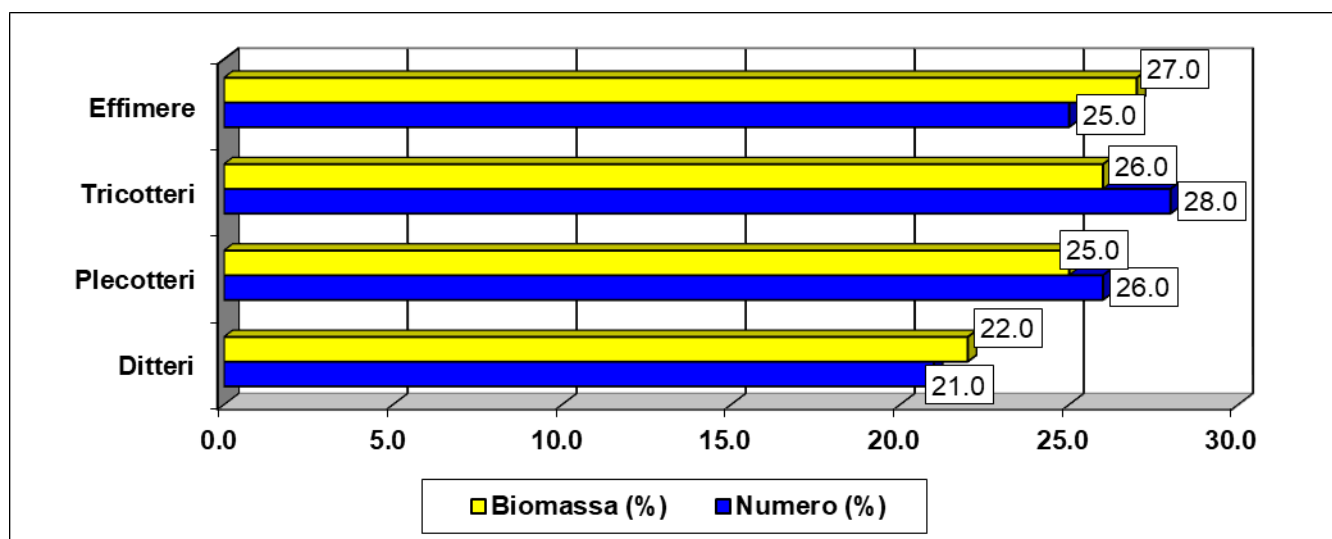
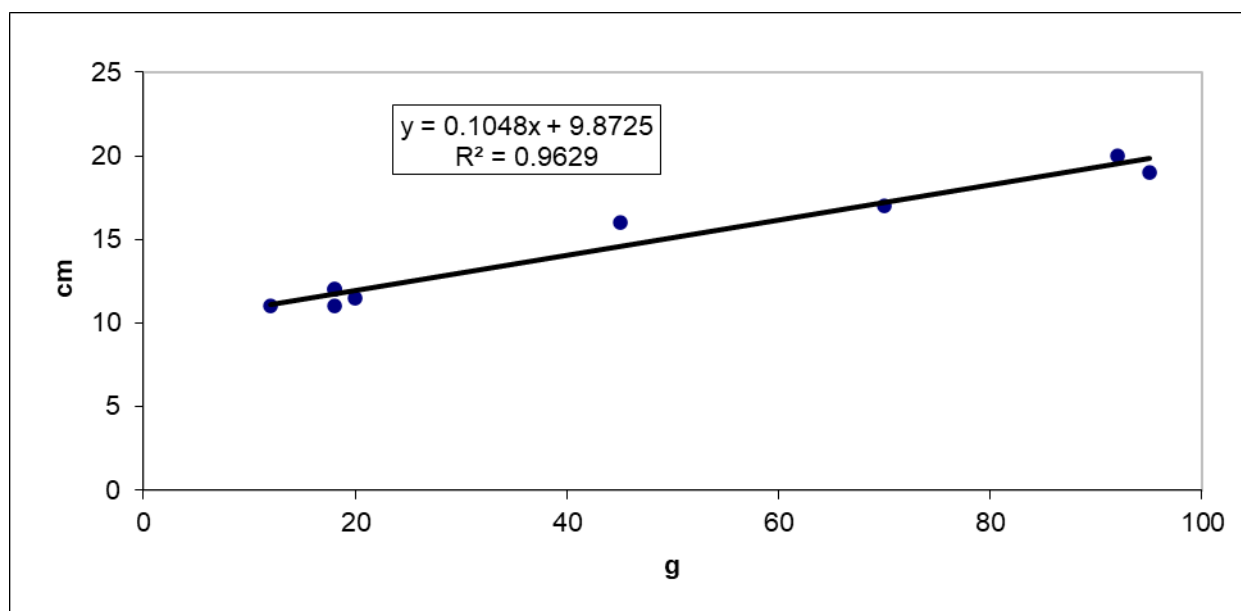


Fig. 4 – Stazione 2 “*Tratto a monte del centro urbano di Oneta*”: Trota fario: struttura di popolazione



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	5,5±3
Velocità della corrente	Lenta
Profondità media m	0,30±0,10
Tipologia del fondo	Roccioso con massi e poche buche
Ombreggiatura	Media

Tab. 12 - Stazione 3 “*Tratto a monte dell’opera di presa - località Riso*”: parametri fisico-chimici delle acque prelevate nel periodo ottobre 2024 – febbraio 2026

		17/10/2024	15/07/2025	11/02/2026
Temperatura	°C	7	16,2	7,4
Ossigeno disciolto	mg/l	14,4	12,5	11,6
pH		7,97	8,04	8,03
Conducibilità elettrica	μS/cm	590	605	642
Ammoniaca totale	mg/l	0,08	<0,14	<0,14
Azoto nitroso	mg/l	0,001	<0,04	<0,004
Azoto nitrico	mg/l	1,7	5,6	5,3
Ortofosfati	mg/l	0,6	<0,8	<0,8

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./m ²)	Biomassa (g/m ²)
17/10/2024	0+	8±1	9±1	1,10±0,1	0,001	0,001
	1+	61±1	17±1	1,24±0,1	0,001	0,001
	2+	84±1	20±1	1,05±0,1	0,001	0,001
15/07/2025	0+	8±1	9±1	1,05±0,1	0,001	0,001
	1+	47±1	15±1	1,15±0,1	0,001	0,001
	2+	96±1	20±2	1,20±0,1	0,001	0,001
11/02/2026	1+	48±1	16±1	1,17±0,1	0,001	0,001
	2+	81±2	19±0,3	1,18±0,1		

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	10

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

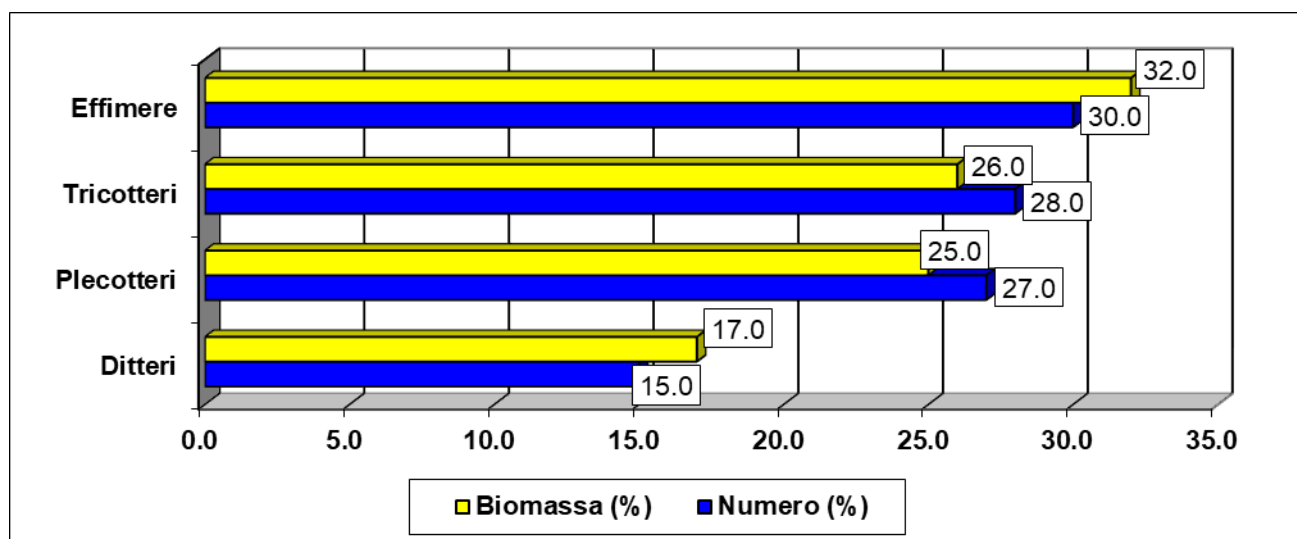
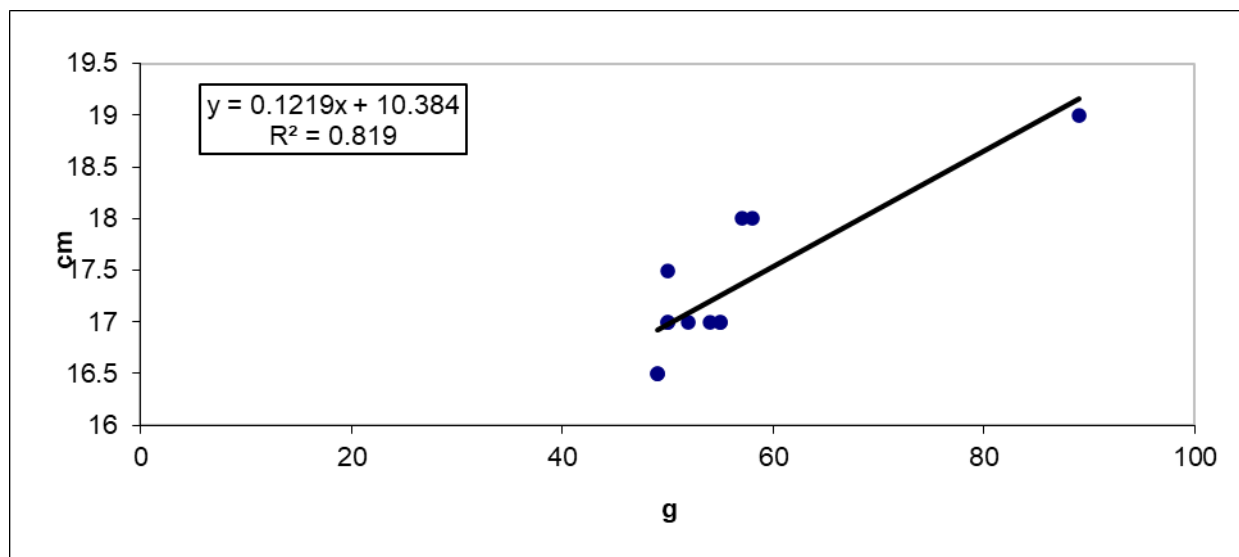


Fig. 6 – Stazione 3 “*Tratto a monte dell’opera di presa - località Riso*”. Trota fario: struttura di popolazione



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	8±2
Velocità della corrente	Media
Profondità media m	0,40±0,2
Tipologia del fondo	Ghiaioso, media presenza di rifugi
Ombreggiatura	Abbondante

Tab. 16 - Stazione 4 *“Tratto in Comune di Gorno – Frazione Riso”*: valori medi dei parametri fisico-chimici delle acque prelevate nel periodo ottobre 2024 – febbraio 2026

		17/10/2024	15/07/2025	11/02/2026
Temperatura	°C	7,1	16,6	16,6
Ossigeno disciolto	mg/l	14,2	11,9	11,9
pH		7,99	8,02	8,02
Conducibilità elettrica	µS/cm	679	719	719
Ammoniaca totale	mg/l	0,09	<0,14	<0,14
Azoto nitroso	mg/l	0,001	<0,04	0,05
Azoto nitrico	mg/l	1,9	6,2	6,9
Ortofosfati	mg/l	0,7	<0,8	<0,8

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./m ²)	Biomassa (g/m ²)
17/10/2024	0+	9±1	10±1	0,90±0,1	0,001	0,001
	1+	41±1	15±1	1,21±0,1	0,001	0,001
	2+	98±3	20±2	1,23±0,1	0,001	0,001
15/07/2025	0+	8±1	9±1	1,10±0,1	0,001	0,001
	1+	60±1	16±1	1,59±0,1	0,002	0,001
	2+	97±1	19±1	1,41±0,1	0,001	0,001
11/02/2026	1+	70±1	18±1	1,20±0,1	0,001	0,002
	2+	62±2	16±1	1,10±0,1	0,001	0,001

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	8

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

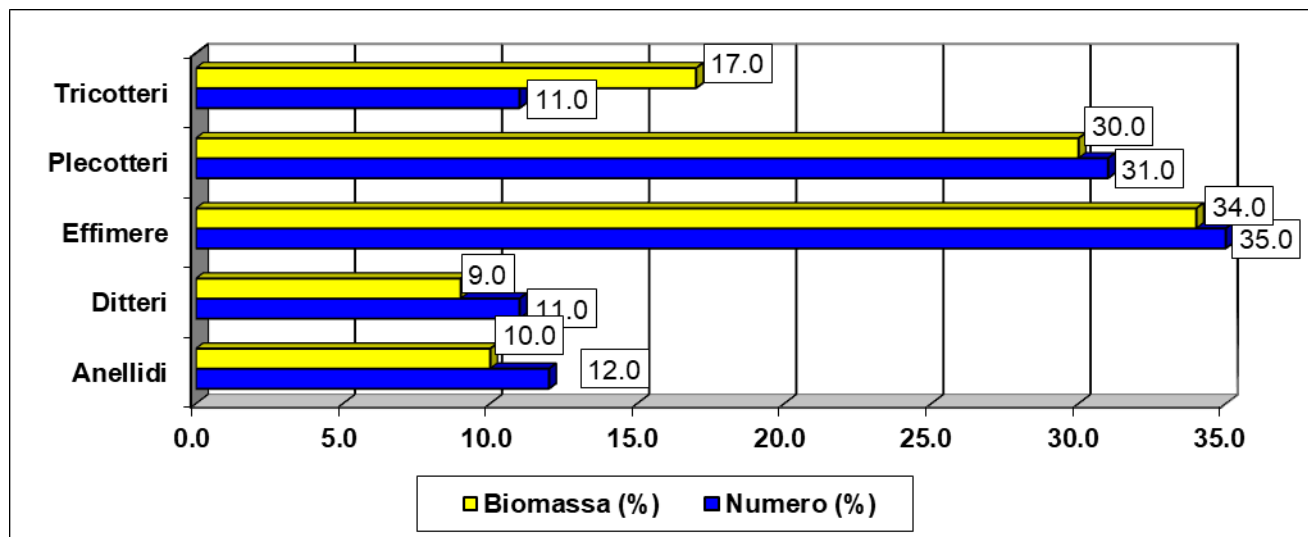
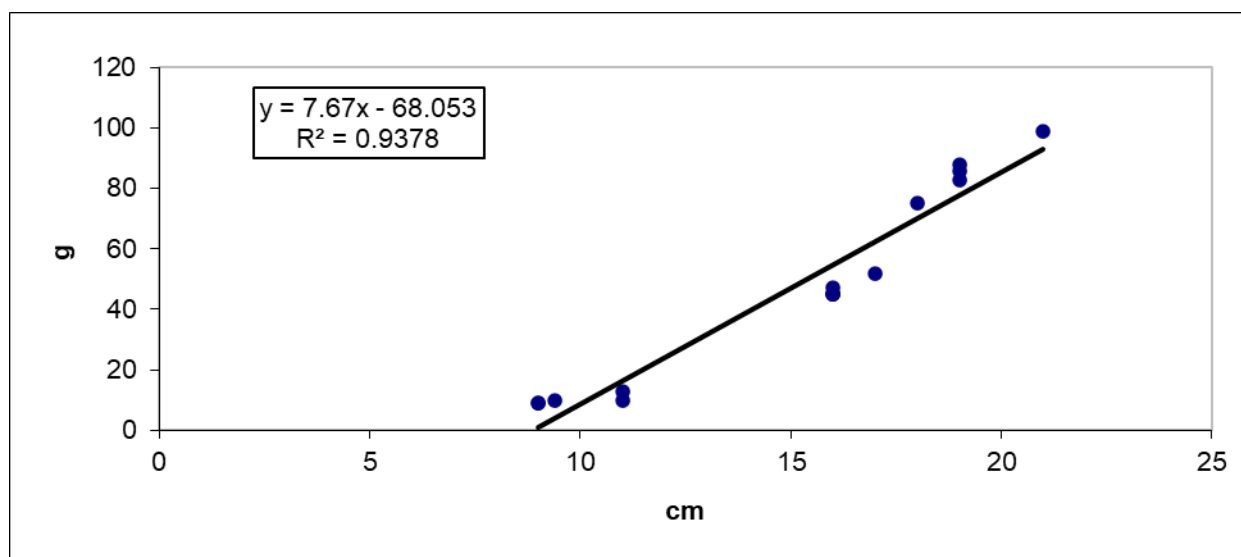


Fig. 8 - Stazione 4 “*Tratto in Comune di Gorno – Frazione Riso*”. Trota fario: struttura di popolazione



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	6±0,5
Velocità della corrente	Media
Profondità media m	0,45±0,2
Tipologia del fondo	Sassi, Ciottoli
Ombreggiatura	Media

Tab. 20 - Stazione 5 “*Tratto a monte dell'Azienda Pontenossa*”: parametri fisico-chimici delle acque analizzate nel periodo ottobre 2024 – febbraio 2026

		17/10/2024	15/07/2025	11/02/2026
Temperatura	°C	7,2	16,8	8,9
Ossigeno disciolto	mg/l	13,8	11,6	11,5
pH		7,97	8,01	8,2
Conducibilità elettrica	µS/cm	879	885	894
Ammoniaca totale	mg/l	0,10	<0,14	<0,14
Azoto nitroso	mg/l	0,001	<0,04	<0,006
Azoto nitrico	mg/l	1,8	6,0	6,6
Ortofosfati	mg/l	0,9	<0,8	<0,8
Cadmio	µg/l	0,31	0,29	0,23
Rame	µg/l	0,53	<1	<1
Piombo	µg/l	1,30	4,0	4,0
Zinco	µg/l	29	71	73
Nichel	µg/l	0,19	<1	<1
Mercurio	µg/l	0,81	<0,1	<0,1

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./m ²)	Biomassa (g/m ²)
17/10/2024	0+	9±1	10±1	0,90±0,1	0,001	0,001
	1+	65±2	16±1	1,10±0,1	0,001	0,001
	2+	66±2	16,7±1	1,10±0,1	0,001	0,001
15/07/2025	0+	9,5±1	9,7±1	1,10±0,1	0,001	0,001
	1+	60±1	16±1	1,59±0,1	0,001	0,001
	2+	97±1	19±1	1,41±0,1	0,001	0,001
11/02/2026	1+	57±1	19±1	0,83±0,1	0,001	0,001
	2+	74±1	18±2	1,23±0,1	0,001	0,001

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

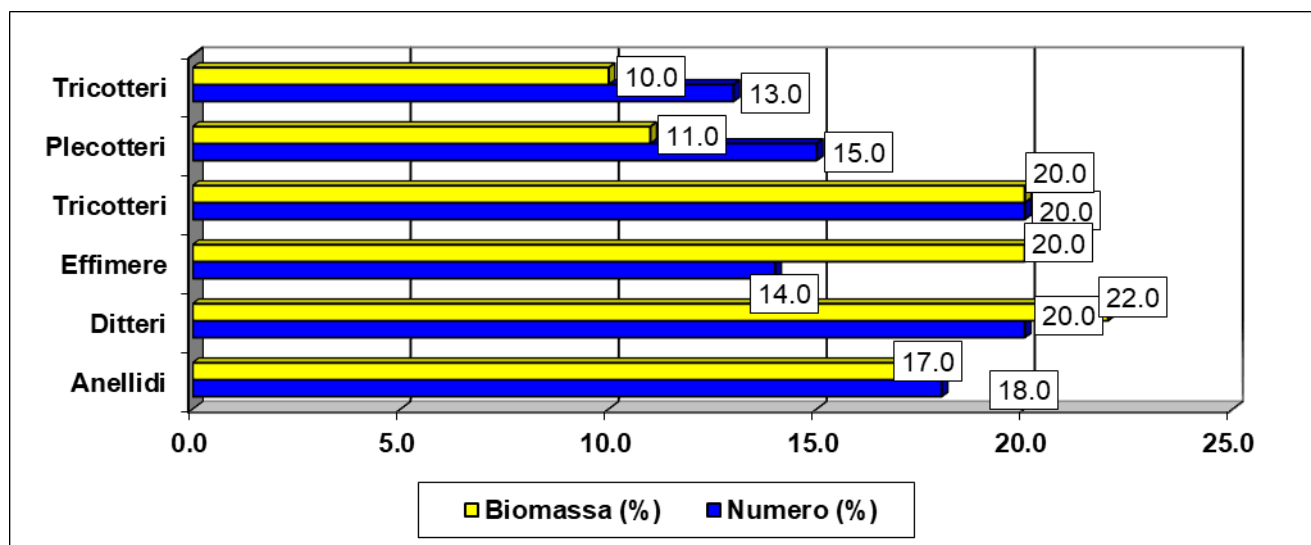
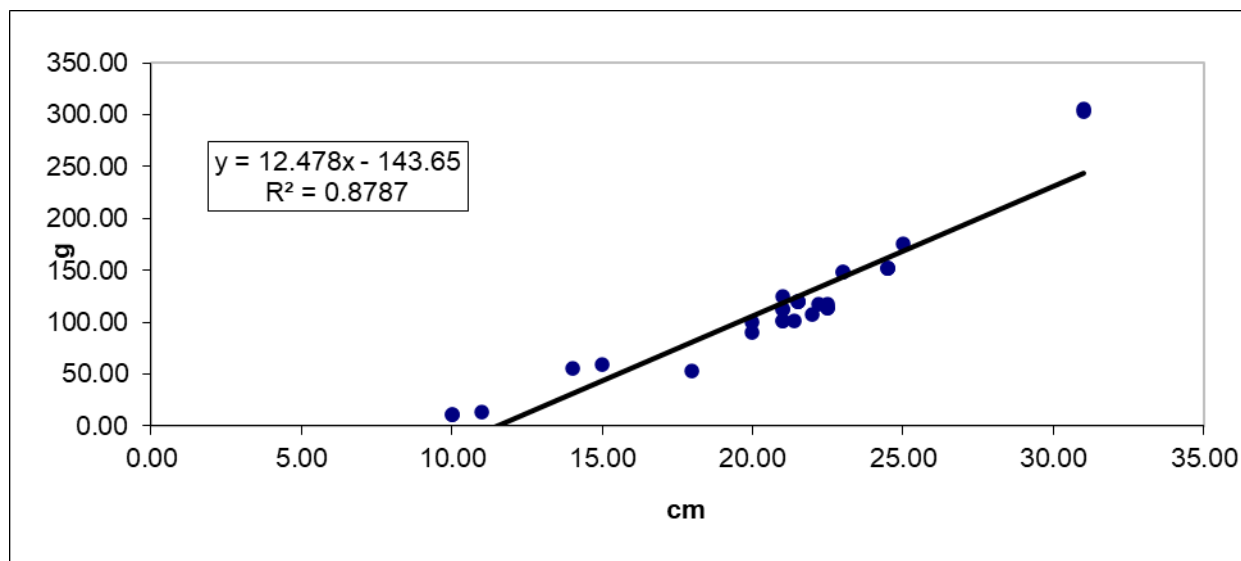


Fig. 10 – Stazione 5 “Tratto a monte dell'Azienda Pontenossa”. Trota fario: struttura di popolazione



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±2
Velocità della corrente	Media
Profondità media m	0,50±0,1
Tipologia del fondo	Roccia Sassi Ciottoli
Ombreggiatura	Media

Tab. 24 - Stazione 6 *“Tratto a valle dello scarico dell’Azienda Pontenossa”*: valori medi dei parametri fisico-chimici delle acque prelevate nel periodo ottobre 2024 - febbraio 2026

		17/10/2024	15/07/2025	11/02/2026
Temperatura	°C	7,8	16,9	7,8
Ossigeno disciolto	mg/l	13,1	11,4	11,2
pH		8,01	8,03	8,05
Conducibilità elettrica	µS/cm	943	994	990
Ammoniaca totale	mg/l	0,10	<0,14	<0,14
Azoto nitroso	mg/l	0,003	<0,04	<0,04
Azoto nitrico	mg/l	1,9	5,9	6,6
Ortofosfati	mg/l	0,9	<0,8	<0,8
Cadmio	µg/l	0,36	0,56	4,1
Rame	µg/l	0,56	<1	7,1
Piombo	µg/l	2,5	4,6	8,1
Zinco	µg/l	32	48	74
Nichel	µg/l	0,45	<1	<1
Mercurio	µg/l	0,80	<0,1	<0,1

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./m ²)	Biomassa (g/m ²)
17/10/2024	0+	8±1	9±1	1,10±0,1	0,001	0,001
	1+	55±3	17±1	1,12±0,1	0,001	0,001
	2+	90±2	19±1	1,31±0,1	0,001	0,001
15/07/2025	0+	11±1	10±1	0,75±0,1	0,001	0,001
	1+	49±1	16,5±1	1,09±0,1	0,001	0,001
	2+	90±1	19±1	1,31±0,1	0,001	0,001
11/02/2026						
	1+	58±1	17±1	0,99±0,1	0,002	0,001
	2+	91±1	20±1	1,14±0,1	0,001	0,001

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	8

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

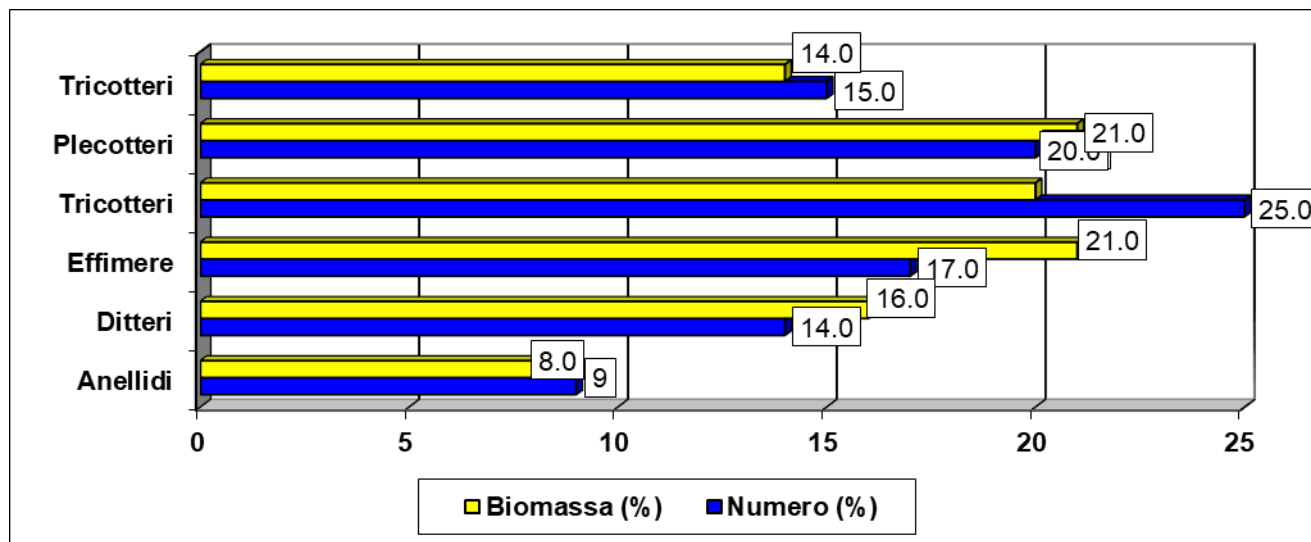
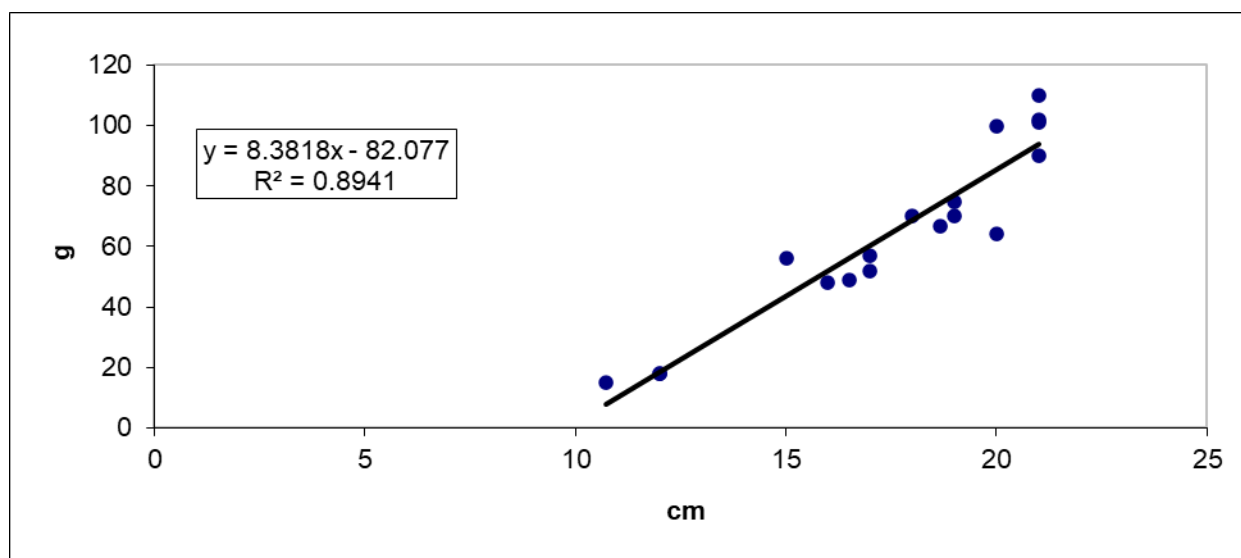


Fig. 12 - Stazione 6 *“Tratto a valle dello scarico dell’Azienda Pontenossa”*. Trota fario: struttura di popolazione



4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nel periodo ottobre 2024 – febbraio 2026, le attività di campionamento condotto lungo il torrente Riso hanno evidenziato uno stato del corso del torrente complessivamente buono dal punto di vista dei popolamenti ittici. L'ittiofauna è risultata rappresentata dalla trota fario presente nelle varie classi d'età, ad eccezione delle Stazioni 1 e 2, in corrispondenza del campionamento condotto nello scorso mese di febbraio 2026, nel corso del quale non sono state catturate le trote più giovani.

La Stazione 1 ha evidenziato caratteristiche fisico-chimiche delle acque favorevoli per la vita dei salmonidi e dei popolamenti dei macroinvertebrati più esigenti. Tuttavia, il greto del torrente era coperto da alghe filamentose che rendevano il percorso estremamente scivoloso.

Per quanto riguarda la popolazione ittica, sono stati catturati soggetti di trota fario appartenenti alle classi di età 0+, 1+ e 2+ ad eccezione del campionamento di febbraio 2026 che, come già accennato, ha evidenziato la presenza di soli soggetti di classe 2+. In ogni caso, 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.

Nella data di febbraio, si è osservata una velocità della corrente inferiore ed una profondità media delle acque minore (0,30 m) rispetto ai campionamenti precedenti del 2024 e del 2025 (0,40 m).

La comunità macrobentonica ha comunque evidenziato una buona struttura, sia dal punto di vista quantitativo che della diversità specifica con presenza di 15 taxa. Tale situazione ha consentito di collocare questa stazione nella I Classe di qualità.

Foto 11 – Fase di recupero di trote fario per il rilievo dei parametri biometrici



Foto 12 – Rilievo di macroinvertebrati lungo il torrente Riso



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. La vegetazione di tipo arbustivo, caratterizzata cioè da fusti non superiori ai 6-7 cm di diametro, continua ad essere ben presente, ma nel campionamento di febbraio le due sponde risultavano molto ravvicinate a riprova di un alveo ridotto.

Per quanto riguarda la popolazione ittica, sono stati catturati soggetti di trota fario appartenenti alle classi di età 0+, 1+ e 2+ se si esclude il campionamento di febbraio in corrispondenza del quale non sono stati catturati i soggetti della classe 0+. Tutti gli esemplari sono risultati caratterizzati da un indice di condizione (coefficiente k) che si è mantenuto entro i valori di riferimento della specie mettendo in evidenza uno sviluppo soddisfacente nel triennio considerato. Come nella stazione precedente, la comunità macrobentonica ha evidenziato condizioni quali-quantitative ottimali come dimostrano i 15 taxa individuati. Per tutta la durata dello studio questa stazione ha meritato l’inserimento nella Classe di qualità I.

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.

Rispetto alle due precedenti stazioni situate più a monte, l'Indice Biotico Esteso ha evidenziato una certa diminuzione ed una contrazione del numero di taxa individuati che sono scesi a 10. Per quanto riguarda il monitoraggio ittico, è stata riscontrata la presenza di tre classi di età (0+, 1+, 2+) nei campionamenti eseguiti nel 2024 e nel 2025 mentre nel febbraio 2026 sono stati catturati solo soggetti di classe 1+ e 2+. L'indice di condizione è sempre risultato in linea con quello medio di riferimento.

Foto 13 – Esemplare di trota rilevato nel torrente Riso a valle dell'Azienda Pontenossa



La Stazione 4, denominata “Tratto in comune di Gorno – Frazione Riso”, si è caratterizzata per un alveo più ampio ma una profondità delle acque modesta. L'Indice IBE ha presentato valori di 6-7 corrispondenti a una terza Classe di qualità con i taxa pari a 8. Come per la stazione a monte, nel corso del campionamento più recente non sono stati osservati soggetti di Classe 0+ seppure siano stati rinvenuti numerosi pesci allo stadio larvale, a riprova di una schiusa di uova estremamente recente (Foto 14).

Foto 14 -Larve rinvenute lungo una sponda nella Stazione 4



La Stazione di campionamento n. 5, denominata “Tratto a monte dell’Azienda Pontenossa”, è situata a una quota di 460 m slm.

L’Indice IBE ha presentato valori di 6-7 corrispondenti a una terza Classe di qualità con i taxa pari a 8. I pesci sono stati catturati in un numero del tutto simile a quello riscontrato nelle stazioni più a monte e sono risultati appartenenti alle classi 0+, 1+ e 2+. Anche in questo caso, il campionamento di febbraio non ha fatto riscontrare gli esemplari della classe 0+.

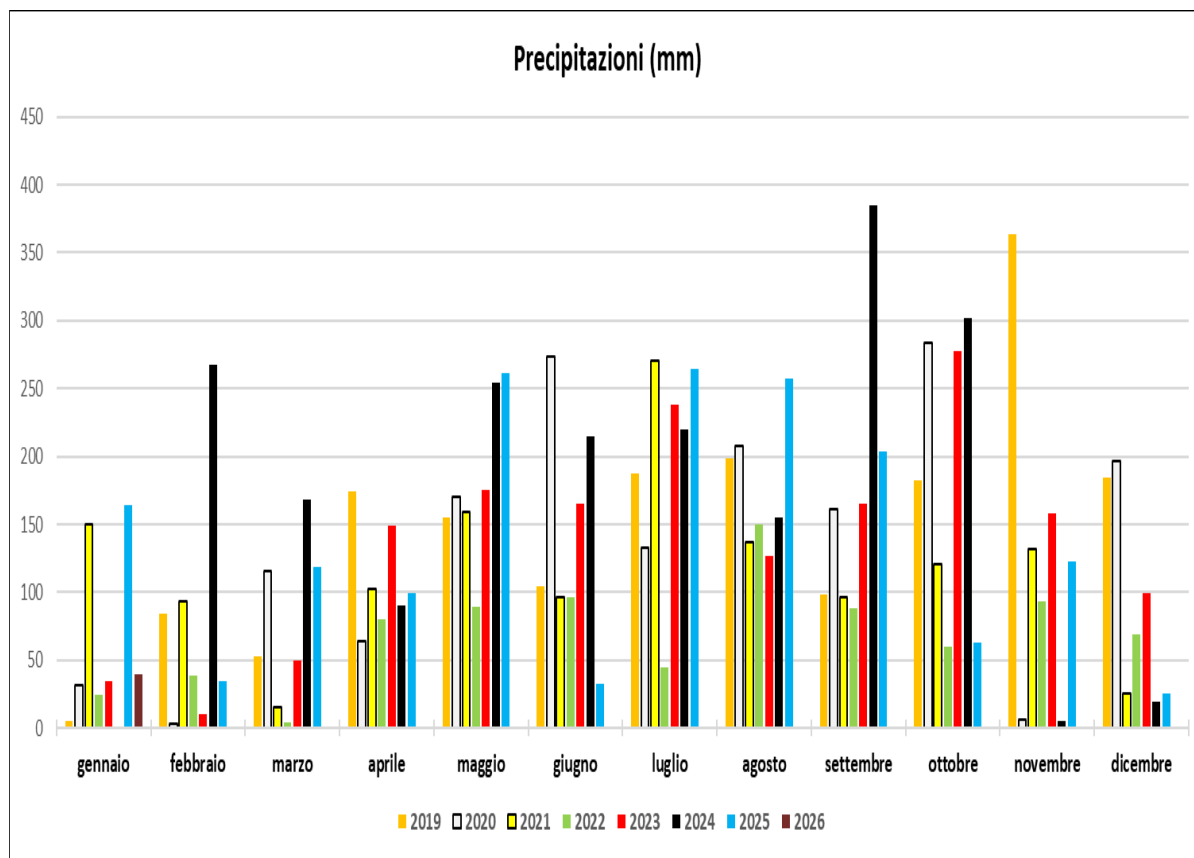
La Stazione 6, denominata “Tratto a valle dello scarico dell’Azienda Pontenossa”, è stata individuata nel letto del torrente a valle dello scarico dell’Azienda Pontenossa ad una quota di 450m slm.

Analizzando le condizioni chimiche delle acque, i metalli pesanti hanno evidenziato valori compatibili con la vita della fauna ittica presente. Le condizioni dei salmonidi di questa stazione sono risultate soddisfacenti avendo reperito soggetti delle classi di età 1+, 2+ con indici di condizione simili a quelli di riferimento per le loro taglie. Anche i popolamenti di macroinvertebrati, seppure con un numero di taxa lievemente inferiore rispetto alle stazioni più a monte, hanno evidenziato buone presenze dei macroinvertebrati indicatori di pregio qualitativo ambientale. L’Indice Biotico Esteso si attesta su valori di 8 corrispondenti a una Classe di qualità compresa fra II e III.

A differenza delle stazioni più a monte, la Stazione 6 non ha evidenziato variazioni di portata. Le portate basse del tratto più a monte possono aver indotto i pesci a migrare in risposta alla riduzione dell'habitat, con conseguente diminuzione dell'abbondanza in quell'area. Gli habitat che diventano più accessibili o fungono da rifugi possono sostenere una maggiore abbondanza locale di pesci che, in corrispondenza del periodo riproduttivo, possono spostarsi in aree più favorevoli come la Stazione 4. A partire da quest'area non erano più presenti le alghe filamentose dei tratti più a monte.

Analizzando le precipitazioni medie del periodo precedente all’ultimo campionamento, ed in particolare quelle dei mesi di dicembre 2025 e gennaio 2026, si è potuto osservare come siano state scarse le piogge rispetto agli anni precedenti (Fig. 13).

Fig. 13 – Andamento mensile delle precipitazioni nel corso degli anni 2019-2025 (e gennaio 2026)



Dall'elaborazione grafica dei valori medi mensili delle precipitazioni pluviometriche, considerate a partire dal 2019, è possibile correlare alla scarsità di piogge e quindi al basso livello delle acque, il declino dei popolamenti ittici osservati. Sebbene la densità di pesci di maggior età sia rimasta stabile nel tempo in tutte le stazioni, la riduzione delle piogge può aver portato le trote più giovani verso il tratto medio del torrente.

Le strategie per la conservazione delle trote dovrebbero considerare questa situazione specialmente quando si devono programmare le campagne di ripopolamento.

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.
- 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 Pescaia. Rapporto Anno 1996. Amministrazione Provinciale Ascoli Piceno.
- Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tevere: 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.
- Borgwardt F, Unfer G, Auer S, Waldner K, El-Matbouli M, Bechter T (2020) Direct and Indirect Climate Change Impacts on Brown Trout in Central Europe: How Thermal Regimes Reinforce Physiological Stress and Support the Emergence of Diseases. Front. Environ. Sci. 8:59.
- Borja A. 2005. The European Water Framework Directive: a challenge for near shore, coastal and continental shelf research. Continental Shelf Research 25 (14), 1768–1783.
- 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.
- Bruder A., Salis R.K., Jones P.E., Matthaei C.D. (2017) - Biotic interactions modify multiple-stressor effects on juvenile brown trout in an experimental stream food web. Glob. Chang. Biol. 23(9), 3882-3894.
- 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.

- Caissie, D. (2006). The thermal regime of rivers: a review. *Freshwater Biol.* 51, 1389–1406. doi: 10.1111/j.1365-2427.2006.01597.x
- Carta Ittica del Friuli Venezia Giulia (1992). ETP Grafiche Lema (PN).
- Carta Ittica dell'Emilia Romagna zona B e A (2008). Petrucci C. Perugia.
- Carta Ittica dell'Emilia Romagna zona C (2002). Tip. Crest Torino (2003).
- Carta Ittica dell'Emilia Romagna zona D (2002). Vol. secondo: analisi dei risultati e conclusioni. Tip. Il Digitale Cesena.
- Carta Ittica della Basilicata (2005). Regione Basilicata.
- Carta Ittica della Provincia di Alessandria (2003). Edizioni Eda Srl (TO).
- Carta Ittica della Provincia di Ancona (1998). SannioPrint Benevento.
- Carta Ittica della Provincia di Ascoli Piceno (2009). D'Auria Industrie Grafiche S.p.a (AP).
- Carta Ittica della Provincia di Bergamo (2002). G.R.A.I.A. Srl
- Carta Ittica della Provincia di Genova (1995). Microart, Spa Recco (GE).
- Carta Ittica della Provincia di Padova (1995). Turin P.
- Carta Ittica della Provincia di Rovigo (1998).
- Carta Ittica della Provincia di Treviso (1994). Grafiche Antiga Cornuda (TV).
- Carta Ittica della Provincia di Verona (1992). Bioprogramm Padova
- Carta Ittica della Provincia di Viterbo (2005). Ed. Prov. (VT)
- Carta Ittica della Regione Piemonte (1991). Edizioni Eda Srl (TO)
- Carta ittica della Regione Toscana (2001). S.I.T. Firenze
- Carta Ittica. Indagine idrologica, chimica fisica e biologica delle acque bellunesi. Provincia di Belluno. Loro R Russino G., Turin P., Zanetti M. (1993).
- Carta Provinciale delle vocazioni ittiche Cremona (2002). I.G.R. Soresina (CR).
- Comte, L., Buisson, L., Daufresne, M., and Grenouillet, G. (2013) Climate induced changes in the distribution of freshwater fish: observed and predicted trends: climate change and freshwater fish. *Freshw. Biol.* 58, 625–39. doi: 10.1111/fwb.12081
- Cummins W.K. (1974) – Structure and function of stream ecosystem. *Bio. Science*, 24: 631-641.
- Daoliang L., Shuangyin L. 2018. *Water Quality Monitoring and Management*. Elsevier, France.
- Filipe, A. F., Markovic, D., Pletterbauer, F., Tisseuil, C., Wever, A., Schmutz, S., et al. (2013). Forecasting fish distribution along stream networks: brown trout (*Salmo trutta*) in Europe. *Divers. Distrib.* 19, 1059–1071. doi: 10.1111/ddi.12086
- Fornieris G. (1990) – Gli incubatoi di valle. Problemi connessi con i ripopolamenti tradizionali e nuove proposte metodologiche. Provincia di Torino.
- Fry, F. E. J. (1971). The effect of environmental factors on the physiology of fish. *Fish Physiol.* 1971, 1–98. doi: 10.1016/S1546-5098(08)60146-6
- 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.
- Karvonen, A., Rintamäki, P., Jokela, J., and Valtonen, E. T. (2010). Increasing water temperature and disease risks in aquatic systems: climate change increases the risk of some, but not all, diseases. *Int. J. Parasitol.* 40, 1483–1488. doi: 10.1016/j.ijpara.2010.04.015
- 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. (2007) – Parchi Marini, Pesca Sportiva e Pescaturismo: realtà, prospettive e possibili sinergie. Convegno San Benedetto del Tronto, 31 marzo 2007.
- 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.
- 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. - 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 AIAD - 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.