REGIONE LIGURIA
PROVINCIA DI IMPERIA
Comune di Pieve di Teco



CENTRALE IDROELETTRICA UBICATA SUL TORRENTE ARROSCIA NEL COMUNE DI PIEVE DI TECO (IM)

Richiesta di concessione a derivare
dal Torrente Arroscia per la realizzazione di una
centrale idroelettrica a salto concentrato

PROGETTO DEFINITIVO

Oggetto

Relazione integrativa ittiofauna

Gruppo di progettazione

Dott. Ing. Paolo Gossa
via Torre Allera 49 - 12100 Cuneo (CN)
tel 348 8962431
ing.paolo.gossa@gmail.com

Dott. Ing. Andrea Demaria
via del Canale, 28 bis
12100 Cuneo (CN)
tel 392 9216521
ing.andrea.demaria@gmail.com

Dott. Ing. Luca Macario
via Combe n. 21,
12013 Chiusa di Pesio (CN)
tel 388 9427082
lucamac81@gmail.com

Committente

F.I.E.M.E S.r.l
Località San Gervasio, 12076 Lesegno (CN)

Dati progetto

CODICE LAVORO	FASE PROGETTO	TIPOLOG.DOCUMENTO	N.ELABORATO
PRO1013_RC	DF	R	05

ELABORATO

R.05

REVISIONE	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE
01	SETTEMBRE_2013	PRIMA EMISSIONE	Ing. Paolo GOSSA	Ing. Luca MACARIO	Ing. Andrea DEMARIA
02					

INDICE

1 PREMESSA 2

2 IL SITO IN ESAME 3

3 INDIVIDUAZIONE SPECIE ITTICHE TARGET 4

3.1 **Barbo Comune "Barbus plebejus" (Bonaparte, 1839) 6**

3.2 **Vairone "Leuciscus souffia muticellus", (Bonaparte, 1837) 7**

3.3 **Cavedano " Squalius cephalus" (Linnaeus 1758) 8**

3.4 **Anguilla "Anguilla anguilla" 8**

4 DATI SULLA QUALITÁ DELL'ACQUA NEL TRATTO CONSIDERATO 10

4.1 **Indice Biotico Esteso ed Indice di Funzionalità Fluviale 10**

4.2 **Scheda IFF - Funzionalità fluviale - Sito traversa 12**

5 PORTATA TRANSITANTE SULLA SCALA PER L'ITTIOFAUNA 17

5.1 **Determinazione del DMV 17**

5.2 **Applicazione alle aste fluviali del bacino del Torrente Arroscia dei criteri dell'Autorità di Bacino del Fiume Po per il calcolo del DMV 18**

6 PROGETTAZIONE DELLA SCALA DI RISALITA DELLA FAUNA ITTICA 19

6.1 **Calcolo della portata transitante nella scala di rimonta dell'ittiofauna 19**

6.2 **Calcolo delle velocità natatorie e l'effettiva efficacia della scala di risalita 20**

7 LA SCALA DI RISALITA PER LE AMGUILLE 22

8 GESTIONE E MANUTENZIONE DELLE SCALE DI RISALITA 24

9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE STRUTTURE DI RIMONTA 24

10 MODALITA' RELATIVE A GARANZIA DEL MANTENIMENTO IN ALVEO DI TUTTA LA QUOTA INFERIORE NON PRODUTTIVA, OLTRE AL DMV 25

10.1 **Curva di durata delle portate sulla scala di risalita 25**

1 PREMESSA

In merito alla richiesta di progetto di derivazione idroelettrica del Torrente Arroscia nel Comune di Pieve di Teco in provincia di Imperia è prevista, per l'ottenimento della concessione di tipo idroelettrico, la progettazione del relativo passaggio per l'ittiofauna.

La progettazione della mini-centrale idroelettrica, sfrutta una briglia pre-esistente della lunghezza di circa 20 metri. La struttura dell'opera presenta un buono stato di mantenimento, dovuto al fatto che non ci sono fenomeni erosivi, o di deposito del materiale lapideo di notevole rilevanza o importanza. La briglia si trova appena a valle del centro abitato di Pieve di Teco in prossimità del cimitero comunale.

La Briglia è priva della scala di risalita per le migrazioni delle specie ittiche presenti. La progettazione non prevedendo strutture in sub-alveo, importanti tagli della vegetazione ripariale non comporta danni all'ecologia fluviale. La progettazione della scala di risalita pesci ricostituirebbe la continuità fluviale.



Figura 1 . Vista da valle della traversa oggetto di studio

Dato il particolare contesto ambientale in cui si colloca l'intervento, si è scelta una soluzione progettuale che ben si inserisca in tale paesaggio, pertanto piuttosto che un passaggio per pesci

"tecnico" poco inserito a livello ambientale si è preferito pensare un passaggio di concezione "naturalistica".

Scopo della scelta è ripristinare la continuità longitudinale del torrente, interrotta dalla briglia esistente, con un'opera che riproponga, per quanto possibile, le caratteristiche dello stesso.

Il modello in questione ha l'obiettivo primario di proporre un disegno che imiti la varietà strutturale delle rapide del fiume, restituendo la continuità tra monte e valle nella maniera più naturale possibile.

Nei capitoli riportati qui a seguito verranno esaminate ed esplicitate le soluzioni adottate per far fronte all'esigenza di realizzazione della scala di rimonta.

2 IL SITO IN ESAME

La traversa oggetto di intervento si trova circa 700 m a valle del concentrico di Pieve di Teco, in direzione SO.



Figura 1. Vista aerea della zona traversa.

Il tratto di alveo all'interno del quale è inserito il manufatto è essenzialmente rettilineo e corre in direzione N-S; la sezione d'alveo ha forma essenzialmente trapezia, essa è profondamente incisa e

delimitata da sponde aventi elevata acclività a monte ed in corrispondenza del manufatto della traversa; procedendo a valle della stessa la sezione tende invece ad allargarsi, la sponda destra mantiene la sua acclività mentre l'inclinazione in sponda sinistra subisce un progressivo addolcimento. A monte del manufatto le sponde presentano una modesta coltre di copertura, la cui stabilità è favorita dalla presenza di una popolazione vegetale con componente prevalentemente arbustiva. In corrispondenza della traversa si trova un massiccio affioramento roccioso, presente sia in sponda destra che in sponda sinistra, si riscontra pertanto una debole presenza della componente sopra evidenziata.

A valle della traversa l'acclività in sponda sinistra tende a diminuire, e l'affioramento viene progressivamente nascosto dallo strato di copertura e da una fitta vegetazione, mentre in sponda destra si rileva la presenza di un muro artificiale in pietrame e malta cementizia, utilizzato per sostenere il terrapieno relativo al piazzale del Cimitero Comunale.

La fauna ittica è prevalentemente composta da: specie ciprinicole-reofile come il barbo, il vairone e dalla specie catadroma anguilla.

La progettazione della scala di risalita deve considerare tutti gli aspetti inerenti all'eto-biologia delle specie presenti in alveo, in modo da poter favorire le migrazioni riproduttive ed alimentari durante il corso dell'anno.

La zona interessata dalla costruzione della mini-centrale idroelettrica non ricade direttamente in Siti di Interesse Comunitario (SIC) o Zone di Protezione Speciale (ZPS).

3 INDIVIDUAZIONE SPECIE ITTICHE TARGET

I campionamenti ittici sono stati effettuati in modo quantitativo mediante elettropesca; è stato utilizzato un elettrostorditore a corrente continua pulsata e voltaggio modulabile (0.3 – 1.5 A, 150-380 V) (Figura 1).

La scelta dei punti di campionamento è stata effettuata tramite un breve sopralluogo per verificare che nell'area campionata fossero rappresentate le principali tipologie ambientali del torrente (raschi, buche, salti e tratti a diversa profondità e velocità di corrente).

Particolare attenzione è stata riservata alla modulazione della corrente per massimizzare la catturabilità compatibilmente al minor danno possibile per la fauna ittica.

La scelta del tipo di corrente è stata effettuata tramite la valutazione di parametri ambientali quali la conducibilità, la temperatura dell'acqua, la portata e la dimensione media attesa della fauna ittica oltre che della conoscenza preventiva delle specie ittiche eventualmente presenti, dal momento che ognuna di esse risponde in modo peculiare all'elettropesca.

Gli operatori sono stati forniti di attrezzatura adeguata per questo tipo di attività, rispondente alla vigente normativa in materia di sicurezza.

Le metodologie per le analisi matematiche e statistiche applicate ai dati si rifanno a Ricker (1975). Stime della densità di popolazione si ottengono con il metodo dei passaggi ripetuti (Removal method).

Poichè per ogni passaggio si preleva una parte della popolazione, lastima del numero totale (N) degli individui presenti nel tratto esaminato si ricava dalla formula di Moran-Zippin (Bagenal, 1978):

$$N = C / (1 - zn)$$

dove

$$z = 1 - p\ C = _ci$$

Per C si intende il numero di esemplari catturato per il passaggio i-esimo. Il valore di p (coefficiente di catturabilità) è determinato come 1 - (C2/C1) nel caso di due passaggi successivi.

L'indagine ittiologica è stata effettuata in 1 stazione di controllo, la stessa individuata per l'applicazione dell'I.B.E. L'indagine ittiofaunistica è stata condotta nel torrente a valle del centro abitato di Pieve di Teco, nel tratto interessato dalla derivazione, ad una altitudine di circa 215 m s.l.m.; il campionamento ittico è stato effettuato in un tratto rappresentativo delle principali tipologie ambientali presenti. Quelle maggiormente rappresentate sono il raschio a velocità di corrente ridotta e la buca, con la presenza di alcuni salti e saltelli. Non sono stati rilevati scarichi in loco e la componente vegetale è costituita da uno strato discretamente sviluppato di periphyton e da alghe filamentose.

Nei campionamenti sono state catturate due specie ittiche, il vairone (Leuciscus souffia), il barbo (Barbus plebejus) ed anche il cavedano (Leuciscus cephalus).

Specie	Densità (ind/m²)	D.S.	Biomassa (g/m²)	D.S.
Barbo	0,400	0,019	42,187	2,030
Vairone	0,420	0,020	3,460	0,162
Totale	0,820		45,647	

Figura 2 . Specie rilevate

In generale, quindi, nell'area è presente una buona popolazione selvatica di barbo, sbilanciata verso le classi d'età superiori, in un tratto non particolarmente idoneo per la presenza degli stadi giovanili. I vairone, a differenza del barbo, è presente con una popolazione ben strutturata, gli individui giovani sono abbondanti e numericamente proporzionati rispetto agli esemplari adulti. In generale, comunque, anche questa specie si può considerare ben presente nell'area in oggetto, con una popolazione ben strutturata anche se soggetta a forti fluttuazioni numeriche a causa delle locali condizioni ideologiche. L'ultima specie rinvenuta, il cavedano, è risultato presente solo con un esemplare di grosse dimensioni e, malgrado siano stati attivamente ricercati, non sono stati rinvenuti

individui giovani di questa specie. Come segnalato per altri corsi d'acqua regionali, sembra che il cavedano sia in una fase di regressione nell'area ligure, sulle cui cause bisognerà evidentemente indagare. I campionamenti con l'utilizzo di specifiche trappole, i rilevamenti tramite osservazione notturna diretta e anche con l'utilizzo dell'elettrostorditore non hanno permesso di rilevare la presenza di alcun esemplare di gambero di fiume nel tratto di torrente in indagine, sia durante la campagna primaverile che durante quella estiva. I pescatori locali indicano che il gambero di fiume non è mai stato osservato in quest'area, mentre la sua presenza veniva genericamente segnalata nei tratti superiori dei corsi d'acqua liguri, torrente Arroscia incluso (tratti superiori a Pieve di teco). In particolare si deve comunque sottolineare che il tratto in oggetto presenta delle caratteristiche geo-morfologiche scarsamente idonee per il gambero, con un fondo in gran parte roccioso in cui, in caso di elevata portata, il trasporto solido può creare forti problemi alla sua permanenza. L'eco-biologia della specie richiede infatti un ambiente torrentizio molto eterogeneo, relativamente stabile dal punto di vista idraulico e con elevata disponibilità di rifugi dove il gambero possa trovare facilmente riparo. In conclusione si ritiene che il tratto in oggetto non presenta le caratteristiche sufficienti per l'instaurarsi di una popolazione selvatica di gambero di fiume.

Le specie target sono state scelte sia studiando la carta ittica della Provincia di Savona sia andando a fare osservazioni dirette e sono le seguenti:

- **BARBO COMUNE** "*Barbus plebejus*" (Bonaparte, 1839)
- **VAIRONE** "*Leuciscus souffia muticellus*", (Bonaparte, 1837)
- **CAVEDANO** *" Squalius cephalus"* (Linnaeus 1758)
- **ANGUILLA** "*Anguilla anguilla*":

3.1 Barbo Comune "Barbus plebejus" (Bonaparte, 1839)

Il barbo è inserito negli Allegati II e V della Direttiva 92/43/CEE"Habitat"e nell'Allegato III della Convenzione di Berna; a livello internazione è considerato dall'IUCN come specie "a minor rischio-quasi a rischio", mentre nella lista rossa dei pesci d'acqua dolce italiani è stato valutato come specie "a più basso rischio". A livello regionale questa specie è ritenuta "vicino ad essere minacciata". Tipico Ciprinide reofilo in grado di colonizzare vari tratti dei fiumi. La costruzione di una scala di rimonta riguardante questa specie deve tener conto delle dimensioni del barbo, un soggetto adulto può arrivare ad essere di una lunghezza di 60 Cm per un peso massimo di 3 Kg,. Importante ai fini della costruzione della scala di rimonta è il fatto che la specie sia gregaria, lo spostamento di piccoli gruppi in alveo il periodo migratorio per finalità trofiche è distribuito in tutto il corso dell'anno.

Periodo riproduttivo: Si riproduce in maggio-giugno, in branchi numerosi, in acque discretamente profonde e con buona corrente. La ricerca dei siti adatti alla riproduzione può comportare vere e

proprie migrazioni. Una femmina adulta può deporre dalle 5000 alle 30.000 uova di colore giallastro, adesive, tossiche per l'uomo che vengono lasciate cadere fra la ghiaia e schiudono entro una settimana. L'accrescimento è piuttosto lento 8-9 Cm al termine del primo anno. La maturità sessuale viene raggiunta intorno ai 2-3 anni nei maschi la lunghezza media è di 24 Cm, mentre le femmine si riproducono intorno ai 4 anni raggiunta una lunghezza di 30 Cm. Nelle acque italiane può raggiungere i 60 Cm ed i 4 Kg di peso.

Velocità di crociera della specie: Considerando le formule di Wardle e Videller otteniamo che un barbo giovane di 20 Cm ed uno adulto di 30/50 Cm circa ad una temperatura di 5°C tipica del periodo invernale percorrono una velocità di scatto che è 4 m/s, ed una velocità di crociera di 1,88m/s.

3.2 **Vairone "Leuciscus souffia muticellus", (Bonaparte, 1837)**

Il vairone è inserito nell' Allegato II della Direttiva 92/43/CEE"Habitat"e nell'Allegato III della Convenzione di Berna; a livello internazione è considerato dall'IUCN come specie "a minor rischio-quasi a rischio", mentre nella lista rossa dei pesci d'acqua dolce italiani è stato valutato come specie "a più basso rischio". A livello regionale questa specie è ritenuta "vicino ad essere minacciata". Il vairone è stata presa come specie targhet nel tratto interessato dalla progettazione della mini-centralina idroelettrica, in quanto ha una notevole importanza nell'ecologia fluviale del tratto osservato, le dimensioni del vairone vanno dai 5 Cm ai 20 Cm, dal comportamento gregario facilmente identificabile a prima vista per la linea laterale con riflessi violacei ben distinguibili. La popolazione del fiume Arroscia è da stimarsi in buono stato dal punto di vista quali - quantitativo. Il periodo di riproduzione del vairone ha inizio nel mese di aprile sino a luglio, sarebbe opportuno evitare interventi lavorativi in alveo; se fosse necessario fare operazioni in alveo deve essere obbligatoriamente mantenuta la continuità del corso d'acqua in modo che ai soggetti possa essere assicurato lo spostamento autonomo. Lo spostamento di piccoli gruppi in alveo il periodo migratorio per finalità trofiche è distribuito in tutto il corso dell'anno.

Riproduzione: Il periodo di riproduzione dipende dalle condizioni ambientali avviene nell'arco di tempo che và da aprile ad agosto. La frega avviene in acque basse con buona corrente, ogni femmina può deporre dalle 6000 alle 10000 uova che aderiscono al fondo e schiudono dopo una settimana. La maturità sessuale viene raggiunta al terzo anno, quando la lunghezza del pesce è intorno ai 10 Cm.

Velocità di crociera della specie: Attuando le formule di Wardle e Videller troviamo che la velocità di scatto di un vairone di 5 Cm è di 1,40 m/s e di un adulto di 20 Cm è di 1,70 m/s mentre la velocità di crociera è di 1,14 m//s nel primo caso e 1,58 m/s.

3.3 **Cavedano " Squalius cephalus" (Linnaeus 1758)**

Il cavedano è molto diffuso è una specie comune sia in acque lentiche che lotiche, si trova anche in acque salmastre ed alla foce dei fiumi.

Essendo una specie largamente euriterma dai 6°ai 22° C, si trova anche in corsi submontani fino ad un altitudine di 800 metri. La grande plasticità della specie esplica uno spettro alimentare ampio andando dal detrito organico ai vegetali acquatici, ai macroinvertebrati acquatici, sino a piccoli pesci e anfibi negli individui di maggiori dimensioni.

Periodo riproduttivo: Il cavedano raggiunge la maturità sessuale a circa 2-4 anni d'età, con tendenza dei maschi a maturare prima delle femmine. La frega ha luogo da aprile a luglio, in funzione del regime termico dell'habitat.

La deposizione delle uova avviene di solito durante la notte, su fondali ghiaiosi e in acque basse.

Le uova sono adesive, hanno un diametro di 1,5-2 mm, sono deposte sulla vegetazione vicino alla riva, ma anche su ghiaia, sabbia e pietre. Le femmine possono deporre sino a 50.000 uova per chilogrammo di peso. Le uova impiegano circa 10-12 giorni prima di schiudersi. Gli avannotti misurano alla schiusa circa 4 mm.

3.4 **Anguilla "Anguilla anguilla"**

L'anguilla è una specie catadroma la quale ha un ciclo vitale molto particolare, in quanto si riproduce nel mare dei Sargassi, i giovani compiono una migrazione che li fa risalire sino alle coste dell'Europa e del Nord Africa. Storicamente si trova testimonianza della presenza di questa specie nei siti più a monte dell'abitato di Ranzo e di Pieve di Teco.

La scala di risalita per le anguille deve essere progettata a parte in modo che i giovani soggetti possano risalire il fiume, questo tipo di struttura richiede un flusso con poca acqua e una struttura in plastica con frange che riesca a fare procedere i giovani individui.

Gli adulti riescono a ridiscendere con la scala prevista per la fauna ittica, essendo le dimensioni importanti, da 50-60 Cm ad 1,30 m. Il periodo migratorio è dalla tarda primavera sino al periodo tardo estivo. L'anguilla riesce a risalire anche nei territori limitrofi (dove è meccanicamente possibile), riuscendo a sopravvivere per alcune ore fuori dall'acqua.

Nel caso del torrente Arroscia sono state osservati solo soggetti adulti che probabilmente ridiscendono il fiume, ma l'osservazione di soggetti giovani è stata quasi nulla probabilmente a causa delle numerose briglie presenti a valle nella Provincia di Savona non ripristinate e senza una scala di risalita per le specie ittiche

Capacità natatorie delle specie ittiche: Wardle ha stimato che la velocità di un pesce è correlata alla sua lunghezza alle fibre muscolari, quindi alla forza del colpo di coda che viene dato, dallo stato di salute, di alimentazione e dalla temperatura dell'acqua.

Abbiamo due tipi principali di velocità da considerare: quella di scatto che non può essere sostenuta per molto tempo, ma solo per qualche secondo, mentre la velocità di crociera è quella mantenuta costante nel tempo e più verosimile per il caso della risalita in un corridoio. La formula che ci fa stimare la velocità di crociera è quella di Videller.

4 DATI SULLA QUALITÁ DELL'ACQUA NEL TRATTO CONSIDERATO

4.1 Indice Biotico Esteso ed Indice di Funzionalità Fluviale

L'Indice Biotico Esteso riassume la classe della qualità dell'acqua, lo studio si effettua conteggiando i macrovertebrati bentonici presenti e li classifica in modo da poter conoscere la resistenza di alcune specie sensibili all'inquinamento dell'acqua. Dalla carta ittica si evince che le specie macrobentoniche censite presenti nel tratto interessato dalla costruzione della centralina sono:

SCHEDA DI RILEVAMENTO E REGISTRAZIONE DEI DATI DI CAMPO

Scheda per la valutazione biologica delle acque superficiali (metodo I.B.E.)

LOCALIZZAZIONE STAZIONE

Corso d'acqua: Arroscia

RILEVAMENTO CARATTERISTICHE AMBIENTALI

Larghezza alveo bagnato: 10 m	**Larg.alveo bagnato/alveo di piena:** 60%
Profondità media: 20 cm	**Profondità max:** 50 cm
Substrato (%): roccia 80% massi 0% sassi 5% ciottoli 10% ghiaia 5% sabbia 0% limo 0%	
Velocità corrente: lenta, media e laminare	
Vegetazione riparia: salici, robinia, ontani	
Vegetazione acquatica: alghe filamentose	
Copertura veg. fondo: 100%	**Rit.detrito organico:** scarsa
Decomposizione materia org. Prevalenza di: frammenti fibrosi	
Presenza di anaerobiosi sul fondo: assente	
Organismi incrostanti: feltro spesso anche con pseudofilamenti incoerenti	
Batteri filamentosi: diffusi	
Manufatti artificiali fondo: *no* sponda dx: *arginato* sponda sx: *arginato*	**Ambiente circostante (naturale e costruito)** in dx idrografica: *periurbano* in sx idrografica: *periurbano*

Tot. U.S.	15	18
I.B.E.	8-9	9
C.Q.	II	II
C.Q. DL.152/99	II	

Figura 3 . Scheda rilevamento I.B.E.

VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	GIUDIZIO DI FUNZIONALITÀ	COLORE
261 - 300	I	elevato	blu
251 - 260	I-II	elevato-buono	blu-verde
201-250	II	buono	verde
181 - 200	II-III	buono-mediocre	verde-giallo
121 - 180	III	mediocre	giallo
101 - 120	III-IV	mediocre-scadente	giallo-arancio
61 - 100	IV	scadente	arancio
51 - 60	IV-V	scadente-pessimo	arancio-rosso
14 - 50	V	pessimo	rosso

Gruppi Faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella (primo ingresso)		Numero totale delle Unità Sistematiche costituenti la comunità (secondo ingresso)								
		0-1	*2-5*	*6-10*	*11-15*	*16-20*	*21-25*	*26-30*	*31-35*	*36-...*
Plecotteri presenti (*Leuctra*°)	più di una U.S.	-	-	8	9	10	11	12	13*	14*
	una sola U.S.		-	7	8	9	10	11	12	13*
Efemerotteri presenti (escludere *Baetidae*, *Caenidae*) °°	più di una U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	-
	una sola U.S.		-	6	7	8	9	10	11	-
Tricotteri presenti (comprendere *Baetidae* e *Caenidae*)	più di una U.S.	-	4	6	7	8	9	10	11	-
	una sola U.S.		5	5	6	7	8	9	10	-
Gammaridi e/o Atlidi e/o Palemonidi presenti	tutte le U.S. sopra assenti	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Asellidi e/o Niphargidi presenti	tutte le U.S. sopra assenti	-	3	4	5	6	7	8	9	-
Oligocheti o Chironomidi	tutte le U.S. sopra assenti	1	2	3	4	5	-	-	-	-
Altri organismi	tutte le U.S. sopra assenti	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 4 . Livelli I.B.E.

Il punteggio è di 8/9 punti, quindi elevato, durante il monitoraggio è stata posta molta attenzione a non fare errori di DRIFT, quindi di conteggiare organismi appartenenti alla famiglia dei macroinvertebrati presenti a monte della sede del monitoraggio e che a causa della corrente della pioggia possono essere trovati più a valle.

Un esempio di questo fenomeno si ha spesso quando si trovano le esuvie degli artropodi oppure degli odonati.

Questa stazione è localizzata a valle dell'abitato di Piave di Teco, circa 215 m s.l.m., nella zona interessata dalla derivazione idroelettrica.

La vegetazione perifluviale è discontinua sulle sponde e sono presenti sia specie riparie, quali salici e ontani, che specie non tipicamente riparie e/o ubiquitarie, come la robinia.

Le sponde si presentano arginate; l'ambiente circostante è di tipo periurbano e in destra idrografica, in corrispondenza della stazione di campionamento, si trovano alcune piccole fabbriche e alcuni capannoni.

La comunità macrobentonica che caratterizza questa stazione si presenta discretamente diversificata, ma nel complesso viene penalizzata nell'assegnazione della classe di qualità

corrispondente per la scarsa presenza di plecotteri, il gruppo faunistico maggiormente esigente dal punto di vista della qualità ambientale.

Per quanto riguarda questo gruppo, nei campionamenti è risultato presente il solo genere Leuctra. A questo si aggiungono alcuni individui dei generi Perla e Protonemura, che però non raggiungono un numero sufficiente per rientrare nel conteggio del metodo.

Gli efemerotteri sono presenti con 5 U.S.. Baetis e l'Heptagenidae Ecdyonurus fanno parte stabilmente della comunità; a questi si aggiungono Electrogena, Ephemerella e Habroleptoides a maggio, e Caenis ad agosto.

Sono sempre stati rinvenuti numerosi tricotteri Hydropsychidae. Alternati nei due campionamenti sono stati trovati anche Beraeidae e Polycentropodidae, Philopotamidae e Rhyacophilidae.

Tra i coleotteri, gli Elmidae sono abbastanza comuni, anche se in numero ridotto. I ditteri sono abbastanza numerosi, ben 7 U.S.. Chironomidae e Simuliidae sono presenze costanti.

Sono stati rinvenuti diversi odonati anisotteri, tutti del genere Onychogomphus. Sui sassi erano presenti diversi tricladi del genere Dugesia, in entrambe le stagioni. Nelle aree caratterizzate da substrato più fine invece sono stati campionati oligocheti di due famiglie, Lumbricidae e, solo a maggio, Naididae.

Complessivamente le unità sistematiche ritenute stabilmente presenti in questa comunità di macroinvertebrati sono risultate essere circa 15, pari ad una II classe di qualità, tipica di un ambiente con moderati sintomi di alterazione.

4.2 **Scheda IFF - Funzionalità fluviale - Sito traversa**

L'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.) deriva da un metodo ideato alla fine degli anni '80 in Svezia da R.C. Petersen all'Istituto di Limnologia presso l'Università di Lund: l'RCE-1. Nel 1998 l'Agenzia Nazionale italiana per la Protezione dell'Ambiente (A.N.P.A.) dopo approfondite riflessioni e confronti approvò varie modifiche al metodo fino ad ottenere l'I.F.F. Nel 2000 è stato pubblicato un manuale per l'applicazione del metodo, certificato ANPA, aggiornato successivamente al 2003. Ad oggi l'utilizzo del metodo è basato sul manuale certificato ANPA 2007. ù

La struttura generale del metodo è sostanzialmente rimasta inalterata: quando possibile, è stato fatto un lavoro di semplificazione e di puntualizzazione su alcuni aspetti concettuali e metodologici. Sono state introdotte alcune domande e ridefinite meglio altre sulla base delle esperienze di applicazione.

Alla luce delle modifiche effettuate sono stati rivisti alcuni pesi delle singole risposte per meglio adeguarli alle esigenze di equilibrio tra le diverse domande.

L'obiettivo principale dell'indice è di valutare le potenzialità ecologiche che l'ambiente offre a tutte le componenti dell'ecosistema fluviale. L'I.F.F. inoltre non si limita solo a dare valutazioni sintetiche

sulla funzionalità dell'ambiente fluviale e preziose informazioni sulle cause del suo deterioramento ma fornisce anche indicazioni precise per orientare gli interventi di riqualificazione e stimarne preventivamente l'efficacia. È un metodo che considera l'ecosistema fluviale nella sua globalità, comprese le interazioni con l'ambiente terrestre circostante e permette un'attività di monitoraggio completa ed efficace.

L'I.F.F., riportato su carte di facile comprensione, consente di cogliere con immediatezza la funzionalità dei singoli tratti fluviali; può quindi essere uno strumento particolarmente utile per la programmazione di interventi di ripristino dell'ambiente fluviale e per supportare le scelte di una politica di conservazione degli ambienti più integri. Il trasferimento di valori di indici su cartografia a colori, di notevole impatto visivo e immediata comprensione, prende il nome di "Mappaggio biologico di qualità".

L'I.F.F. è strutturato per essere applicato in qualunque ambiente di acqua corrente, sia in montagna che in pianura, di diverso ordine di grandezza e lunghezza. Nella nuova edizione del metodo si è cercato di soddisfare le esigenze di miglioramento ed adeguamento alle richieste della Direttiva 2000/60 CE con un occhio particolare alle zone umide fluviali.

Come ogni metodo presenta dei limiti d'applicabilità; esistono infatti alcuni ambienti per i quali l'indice presenta difficoltà applicative. Un esempio di limitata applicabilità è rappresentato in ambiente montano-alpino dalla presenza di casi in cui la sorgente è situata al di sopra del limite altitudinale della vegetazione arborea; infatti, pur trattandosi di una situazione di estrema naturalità, il livello di funzionalità trovato non sarà alto, perché si trova in una situazione di "fragilità fisiologica" legata soprattutto alle condizioni di oligotrofia.

Il periodo di rilevamento più idoneo per un'applicazione corretta è quello compreso fra il regime idrologico di morbida e di magra, in un periodo di attività vegetativa. L'applicazione della scheda I.F.F. deve essere preceduta da un approfondito studio dell'ambiente di indagine. Il metodo consiste nella compilazione di una scheda che raggruppa le principali caratteristiche ecologiche del corso d'acqua. La scheda è costituita da 14 domande e per ogni domanda è possibile esprimere una di quattro risposte predefinite, per ottenere, sommando tutti i valori scelti, un valore detto: valore di I.F.F.

La domanda numero 1 riguarda il territorio circostante e le ripercussioni che esso può avere sulla funzionalità fluviale; nel nuovo metodo sono state ridefinite alcune tipologie e recuperate altre.

Nella domanda 2, riguardante la vegetazione perifluviale, è stato introdotto il concetto di compresenza di formazioni riparie funzionali. La domanda n. 2 presenta due versioni alternative, e deve essere affrontata rispondendo solo alla versione pertinente alla situazione di studio.

Le domande 3 e 4 valutano ampiezza e continuità della fascia perifluviale.

Nella domanda 5 riferita alle condizioni idriche dell'alveo sono state ridefinite le risposte e completati i principi riferiti all'andamento delle portate e all'influenza che possono avere sulle comunità vegetali e animali.

La domanda 6 sulla conformazione delle rive è stata eliminata perché dopo le esperienze di applicazione, è apparsa ridondante e poco significativa, è stata sostituita con una nuova domanda che riguarda le interazioni fiume-piana inondabile, facendo riferimento anche alla teoria del flood pulse.

Le domande 7, 8 e 9 sono rimaste pressoché invariate e si riferiscono rispettivamente alla valutazione del substrato dell'alveo e delle strutture di ritenzione degli apporti trofici, all'osservazione dei processi erosivi e alla valutazione della diversità morfologica e strutturale della sezione trasversale dell'alveo.

La domanda 10 sull'idoneità ittica è stata introdotta in sostituzione della domanda 10 del vecchio metodo; con questa domanda si vuole valutare l'attitudine del tratto in esame ad ospitare fauna ittica.

La domanda 11 valuta la diversificazione morfologica dell'alveo.

La domanda 12 stima lo stato trofico delle acque attraverso l'osservazione dello sviluppo del feltro perifitico e dell'eventuale copertura macrofitica.

La domanda 13 valuta l'efficienza del processo di demolizione del detrito organico da parte della comunità macrobentonica la cui struttura è osservata nella domanda 14.

Alle risposte sono assegnati dei pesi numerici raggruppati in 4 classi, con valore minimo 1 e massimo 40: i diversi valori esprimono le differenze funzionali tra le singole risposte.

L'attribuzione dei pesi numerici deriva da un'attenta osservazione e valutazione dei processi funzionali. Sommando tutti i valori parziali della scheda si ottiene il Valore di I.F.F. che può assumere un valore compreso tra 14 e 300.

I Valori di I.F.F. vengono tradotti in 5 Livelli di Funzionalità (L.F.) espressi con numeri romani da I (che rappresenta la situazione migliore) a V (che rappresenta la situazione peggiore).

Essi sono associati ad un Giudizio di Funzionalità e ad un colore convenzionale per la rappresentazione cartografica.

Sono previsti dei livelli intermedi tra le classi principali per meglio graduare il passaggio tra un livello e un altro L'attività di campo si svolge percorrendo a piedi il corso d'acqua dalla foce alla sorgente suddividendo l'asta fluviale o la porzione di corpo idrico oggetto di studio in tratti omogenei, tenendo conto che esiste un Tratto Minimo Rilevabile (TMR) in funzione della larghezza dell'alveo di morbida.

Per ogni tratto considerato viene compilata una scheda, passando alla successiva quando si riscontrino variazioni significative anche di una sola delle caratteristiche ambientali considerate per ogni Gruppo Funzionale.

Livello di funzionalità	Valore di I.F.F.	Giudizio di fuzionalità	Colore
I	261-300	Elevato	blu
I-II	251-260	Elevato-buono	
II	201-250	Buono	verde
II-III	181-200	Buono-mediocre	
III	121-180	Mediocre	giallo
III-IV	101-120	Mediocre-scadente	
IV	61-100	Scadente	arancio
IV-V	51-60	Scadente-pessimo	
V	14-50	Pessimo	rosso

Figura 5 . Livello di funzionalità

È stato analizzato il tratto del torrente Arroscia a valle di Pieve di Teco (circa 220 m s.l.m.) che sarà interessato dal futuro progetto idroelettrico.

Il tratto in esame del torrente Arroscia è stato suddiviso in 5 tratti omogenei

Tratto	Valore IFF		Livello		Giudizio		Colore	
	Sx	Dx	Sx	Dx	Sx	Dx	Sx	Dx
1	52	69	IV-V	IV	Scadente-Pessimo	Scadente		
2	85	70	IV	IV	Scadente	Scadente		
3	48	70	V	IV	Pessimo	Scadente		
4	89	52	IV	IV-V	Scadente	Scadente-Pessimo		
5	83	83	IV	IV	Scadente	Scadente		

Figura 6 . Valore IFF

Per ogni tratto, opportunamente fotografato, è stata compilata una singola scheda. Dall'analisi della tabella riassuntiva, il tratto esaminato rientra nelle categorie di giudizio tra scadente (livello IV, colore arancio) e pessimo (livello V, colore rosso).

Segue un'analisi dettagliata dei tratti omogenei individuati

Tratto n. 1

La porzione di torrente Arroscia esaminata ricade interamente all'interno dell'area urbanizzata immediatamente a valle dell'abitato di Pieve di Teco. Il primo tratto omogeneo identificato, lungo circa 120 m, è arginato su entrambe le sponde. In sponda destra si riconosce una formazione arbustiva non riparia di scarsa ampiezza, mentre sulla riva opposta non sono presenti formazioni funzionali riconoscibili. Le strutture di ritenzione degli apporti trofici sono mobili in condizioni di piena. L'idoneità ittica è appena sufficiente,

Tratto n. 2

Lungo circa 160 m, rispetto al tratto precedente mostra una migliore copertura sulle sponde: su entrambe è presente una modesta formazione arbustiva riparia, in fascia primaria sulla riva sinistra, secondaria in riva destra. L'alveo è in buona parte roccioso, l'acqua scorre in canali longitudinali alla direzione del deflusso, formatisi per azione erosiva esercitata su rocce sedimentarie con strati

fortemente inclinati. Gli altri parametri non si discostano significativamente dai valori ottenuti per il tratto a valle. Il giudizio complessivo è scadente (livello IV) per entrambe le sponde.

Tratto n. 3

Per un tratto lungo circa 95 m, in sponda sinistra non si osservano formazioni a funzionalità significativa (Figura 9). Mentre per la sponda destra il valore dell'IFF resta identico a quello ottenuto per il tratto precedente (IFF = 70), l'assenza di vegetazione penalizza il giudizio di funzionalità per la riva sinistra, che risulta pessimo (livello V).

Tratto n. 4

In questo tratto, lungo circa 130 m, in sponda sinistra è presente una modesta fascia di vegetazione arbustiva riparia, mentre per la sponda destra, arginata, sono presenti solo rade forme di vegetazione non funzionali. Gli altri parametri non si discostano significativamente dai valori ottenuti per i tratti precedenti. Il giudizio complessivo è scadente-pessimo (livello IV-V) per la sponda destra e scadente (livello IV) per la riva sinistra.

Tratto n. 5

Il tratto in esame si estende per circa 220 m. Entrambe le sponde risultano arginate, e presentano formazioni arbustive non riparie di modesta ampiezza, ma sufficiente continuità. L'alveo di piena è comunque di ampiezza superiore al doppio della larghezza dell'alveo di morbida e il corso si divide in due rami, comprendenti un'isola fluviale con copertura arborea non riparia e arbustiva riparia. La funzionalità è scadente su entrambe le sponde.

5 PORTATA TRANSITANTE SULLA SCALA PER L'ITTIOFAUNA

5.1 Determinazione del DMV

Secondo quanto disposto dalla D.G.R. 1146 del 15/10/2004 (allegato A punto 7.4) il DMV deve essere calcolato utilizzando l'equazione proposta per il Bacino del Fiume Po, così come definito dall'Allegato B alla deliberazione 13 Marzo 2002 n. 7 del Comitato dell'Autorità di bacino del Fiume Po: "è il deflusso che, in un corso d'acqua, deve essere presente a valle delle captazioni idriche al fine di mantenere le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati." Il Deflusso Minimo Vitale in una determinata sezione del corso d'acqua è calcolato secondo la formula:

$$Q_{DMV} = k \cdot q_{meda} \cdot S \cdot M \cdot Z \cdot A \cdot T$$

k = parametro sperimentale determinato per singole aree idrografiche, che esprime la percentuale della portata media che deve essere considerata;
qmeda = portata specifica media annua per unità di superficie del bacino (in l/s Km);
S = superficie del bacino sottesa dalla sezione del corso d'acqua (in km);
M = parametro morfologico che esprime l'attitudine dell'alveo a mantenere le portate di deflusso;
Z = il massimo dei valori dei tre parametri N, F, Q, calcolati distintamente, dove:
N = parametro naturalistico
F = parametro di fruizione
Q = parametro relativo alla qualità delle acque fluviali
A = parametro relativo all'interazione tra le acque superficiali e le acque sotterranee e che esprime le esigenze di maggiore o minore rilascio dovuto al contributo delle acque sotterranee alla formazione dei deflussi in alveo;
T = parametro relativo alla modulazione nel tempo dei rilasci delle opere di presa, in funzione degli obiettivi di tutela definiti per i tratti di corso d'acqua sottesi dalla derivazione (tutela dell'ittiofauna, fruizione turistica – ricreativa, o per altre esigenze di carattere ambientale).

Il valore del termine k qmeda S rappresenta la componente idrologica del DMV che deve essere definita per ogni derivazione che insiste sul reticolo idrografico naturale. I parametri M ed A esprimono la necessità di adeguamento della componente idrologica del DMV alle particolari caratteristiche morfologiche dell'alveo e delle modalità di scorrimento della corrente, nonché degli scambi idrici tra le acque superficiali e sotterranee. I parametri N, F, Q esprimono la maggiorazione della componente idrologica del DMV necessaria in relazione alle condizioni di pregio naturalistico, alla specifica destinazione d'uso della risorsa idrica e al raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dal Piano di Tutela delle Acque o in altri piani settoriali. Nel caso in cui ricorrano le condizioni per l'applicazione di almeno di due dei suddetti parametri, si dovrà considerare il valore numericamente più elevato, idoneo a garantire una adeguata tutela anche per le altre componenti.

5.2 Applicazione alle aste fluviali del bacino del Torrente Arroscia dei criteri dell'Autorità di Bacino del Fiume Po per il calcolo del DMV

I suddetti criteri per il calcolo del DMV individuano nel termine k qmeda S la componente idrologica del DMV, che deve essere definita per ogni derivazione che insiste sul reticolo Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico del Torrente Arroscia idrografico naturale.

Ai fini della presente trattazione il calcolo della portata di DMV verrà applicato ai tratti significativi dei corsi d'acqua del bacino del Torrente Arroscia, individuati con una metodologia che viene descritta nel successivo paragrafo.

Secondo i criteri dell'Autorità di Bacino del Fiume Po il valore del parametro k risulta diversificato per bacini appartenenti ai diversi areali geografici, che sono stati oggetto di studio nell'ambito del Progetto speciale P.S. 2.5.

L'analisi dei risultati del suddetto studio, in relazione alla tipologia di bacini liguri considerati, porta a ritenere che la funzione di inviluppo del bacino del Torrente Orba possa essere adottata per tutti i corsi d'acqua significativi (ad esclusione del Torrente Aveto e del Torrente Trebbia).

Pertanto, al fine di ottenere a livello di pianificazione regionale una omogeneità e coerenza dei risultati, il valore di soglia minima della componente idrologica del DMV è determinato mediante l'applicazione della seguente formula:

$$Q_{DMV} = k \cdot q_{meda} \cdot S \cdot M \cdot Z \cdot A \cdot T$$

dove K è:

$$k = -2.39 \cdot 10^{-5} \cdot S + 0.058$$

Nel caso del bacino in esame la Q_{DMV} risulta pari a **134 l/s.**

Dato il suddetto valore di DMV si è deciso di scinderlo in due parti, 44 l/s verranno fatti entrare all'interno della scala di rimonta per l'ittiofauna garantendo così velocità e condizioni fisiche che permettano una rimonta agevolata all'ittiofauna presente; gli altri 90 l/s verranno fatti tracimare sul coronamento della traversa.

La su scritta portata genererà un battente di 2 cm sul coronamento della traversa, questa soluzione è stata scelta per avere un inserimento ambientale dell'opera ottimale e non lasciare mai in "asciutta" la traversa.

6 PROGETTAZIONE DELLA SCALA DI RISALITA DELLA FAUNA ITTICA

Il corpo dell'opera sarà costituito da 19 di vasche posizionate in aderenza alla sponda destra messe in comunicazione tra loro attraverso un sistema di aperture a stramazzo lungo la faccia in comune completamente lastricato di pietra e intervallato trasversalmente da soglie di pietrame, che lo separano in tratti.

In ogni singolo tratto il dislivello tra il pelo libero dell'acqua a monte ed il successivo a valle, rispetto alla soglia, si stabilizzerà sui 20 cm permettendo una rimonta facilitata. Il salto di fondo tra i bacini è arrotondato, tale da non risultare pericoloso per pesci durante la rimonta. Le vasche hanno un livello d'invaso di 50 cm, la larghezza delle vasche in pietrame a rivestimento terminato risulterà essere di circa 1.20m. Il fondo è in ghiaia e piccolo ciottolame tale da ricreare un ambiente naturale e il più possibile vicino alle preferenze delle specie presenti nel Torrente Arroscia.

Si prevede di realizzare l'intera opera in materiale lapideo (andandola ad inserire all'interno dell'ammasso roccioso) tale che possa rendere al minimo l'impatto sull'ambiente. Il passaggio per pesci è quindi finalizzato alla mitigazione degli impatti ambientali, nel momento in cui lo stato naturale di un ecosistema fluviale viene alterato da manufatti che ne comportino una modifica dello stato originario. Tali dispositivi andrebbero previsti sin dalla fase di progettazione dei manufatti idraulici che determinano un ostacolo alla libera circolazione dell'ittiofauna, ma sicuramente il suo impiego è di notevole valenza ed importanza anche su manufatti esistenti, venendo così a costituire un rilevante intervento finalizzato alla riqualificazione degli ambienti fluviali e riparali.

6.1 Calcolo della portata transitante nella scala di rimonta dell'ittiofauna

La portata rilasciata attraverso la scala di risalita per i pesci, è pari a 44 l/s.

Il calcolo della bocca di presa attraverso la quale rilasciare tale quantitativo d'acqua (44 l/s) è effettuato utilizzando la formula dello stramazzo a larga soglia con sezione rettangolare:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2gh},$$

dove:

μ = parametro relativo allo stramazzo a larga soglia, scelto convenzionalmente pari a 0,385

L= larghezza dello stramazzo

h= tirante idrico presente nello stramazzo

Ipotizzando una bocca di presa avente L= 0,35 m circa e quota di messa in funzione posizionata a 220,05 m.s.l.m. con tirante idrico h= 0,18 m risulta una portata transitante Q= 45 l/s,.

Con tali caratteristiche la velocità media del flusso transitante sull'opera risulta essere di 0.72 m/s, compatibile quindi con le caratteristiche reofile delle specie presenti in alveo.

Questo valore di portata viene definito attraverso il livello di battente idrico sullo stramazzo paria a 0,18 m. Per superate il salto medio che si verrà a generare pari a 3,90 m si verranno a realizzare 19 vasche di profondità pari a circa 50 cm , queste saranno messe in comunicazione tra loro attraverso un sistema di stramazzi i quali rimarranno sfalsati rispetto la loro posizione sulla faccia di comunicazione.

La dimensione di questi stramazzi risulterà con caratteristiche geometriche paria alla bocca di presa. Il salto tra il pelo libero della vasca di monte e il pelo libero della vasca di valle sarà definito in 0.20 m. si è deciso di incrementare lievemente il salto per permettere alla vana libera un distacco tra le due vasche garantendo un funzionamento ottimale degli stramazzi.

Con le suddette caratteristiche si garantiscono il defluire della portata precedentemente definita garantendo una velocità del fluido pari a 0,72 m/s per permettere la risalita dell'ittiofauna ed un impatto ambientale limitato visto l'aspetto naturale dell'opera (scala ricavata all'interno della sponda rocciosa e realizzata anch'essa totalmente in materiale roccioso di riporto).

Questo funzionamento viene garantito quando le paratoie installate sul coronamento della traversa sono in funzione e mantengono il livello costante alla quota di progetto pari a 220,23 m.s.l.m.

Nel caso di non funzionamento dell'impianto (dovuto alla non sufficiente portata in arrivo al sito o per eventi di piena) le paratoie verranno abbattute andando a ristabilire il livello di coronamento originale posto a quota 218,63 m.s.l.m.. In questo caso il funzionamento della scala di rimonta sarà garantito attraverso un secondo stramazzo realizzato sul coronamento della traversa (quota di messa in funzione a 218,45 m.s.l.m.) delle medesime dimensioni geometriche del precedente, il quale in condizioni di funzionamento dell'impianto verrà mantenuto chiuso attraverso una paratoia.

La scala sarà in contatto con lo stramazzo attraverso un piccolo canale (scavato all'interno della roccia) il quale unirà la settimana vasca al livello del coronamento della traversa.

Questa tipologia di opera garantirà il funzionamento della traversa in qualsiasi momento del regime idrologico.

6.2 **Calcolo delle velocità natatorie e l'effettiva efficacia della scala di risalita**

Si tiene a precisare che i valori di velocità calcolati sono da considerarsi a titolo indicativo, i pesci infatti riescono ad individuare anche piccole variazioni di velocità e scegliere le vie d'acqua preferenziali, ad esempio nuotando sul fondo, vicino alle pareti laterali oppure in superficie.

Sono inoltre in grado di utilizzare i ricircoli d'acqua per avanzare spinti dalla corrente, pertanto si sottolinea che le capacità di rimonta sono ben spesso superiori ai risultati di semplici formule matematiche. Inoltre, durante la risalita in "cruising activity" vi possono essere momenti di scatto in cui per alcuni secondi la modalità diviene "burst activity", pertanto possono essere superate condizioni

più critiche, come ad esempio il transito attraverso stramazzi o fenditure ("Linee guida per il corretto approccio metodologico alla progettazione dei passaggi per pesci. Il caso studio del medio corso del Panaro Provincia di Modena").

Come descritto nella relazione il calcolo della portata transitante è effettuato utilizzando la formula dello stramazzo rettangolare a larga soglia:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2gh},$$

dove:

μ = parametro relativo allo stramazzo a larga soglia, scelto convenzionalmente pari a 0,385

L= larghezza dello stramazzo

h= tirante idrico presente nello stramazzo

dalla relazione sopra citata si può affermare che:

$$u = \mu \cdot \cdot \sqrt{2gh},$$

dove *u* è la velocità del flusso nella sezione di larghezza *L* e altezza *h*.

ipotizzando un battente idrico di 20 cm si ottiene:

$$u = 0.385 \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 0.18} = 0.72\ m/s$$

Si precisa che il valore di velocità calcolato si otterrà solamente in corrispondenza degli stramazzi di collegamento, mentre all'interno dei bacini esso sarà molto più contenuto, inoltre dato il rivestimento in pietrame le macroscabrezze presenti sul fondo contribuiranno ad abbassare ulteriormente la velocità a 0,25 – 0,30 m/s.

Alla luce delle considerazioni riportate si può affermare che l'opera in progetto risulta atta a garantire la risalita delle specie ittiche target in analisi in quanto, dato che le velocità in corrispondenza degli stramazzi sono compatibili con le capacità natatorie degli esemplari medi a maggior ragione lo saranno quelle all'interno dei bacini di calma.

Specie	Gen	Feb	Mar	apr	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic
Barbo					x	x	x					
Cavedano				x	x	x	x					
Vairone				x	x	x						
Anguilla				x	x	x	x	x				

Tabella Periodi riproduttivi specie targhet.

7 LA SCALA DI RISALITA PER LE ANGUILLE

Fondamentale per questa specie catadroma (migratrice dal mare ai corsi d'acqua dolce nello stadio giovanile e dalle acque dolci al mare nello stadio adulto), comprenderne il complesso ciclo eto-ecologico, sembra ormai accertato che che l'anguilla deponga le uova nel Mare dei Sargassi. La piccola larva trasparente detta "*Leptocefalo*", viene trasportata passivamente dalle correnti. Giunge sulle coste del Nord Africa e dell'Europa quando hanno una dimensione di 6-7 Cm.

In questa fase divengano definite "*ceche*", riescono a fare spostamenti autonomi e risalgono i corsi d'acqua dove divengono adulte dopo 25-30 anni ridiscendono per riprodursi nuovamente nel Mare dei Sargassi. Per tale specie si è deciso di progettare un'opera di risalita appositamente dedicata, che verrà posta lateralmente alla scala per l'ittiofauna.

Questa scelta è dettata dal fatto che occorre prendere in considerazione la scelta di particolari accorgimenti tecnici, dal momento che questi animali hanno una modalità di nuoto particolare, che consente loro anche la reptazione lungo superfici scabre ed accidentate sulle quali sia possibile la presa.

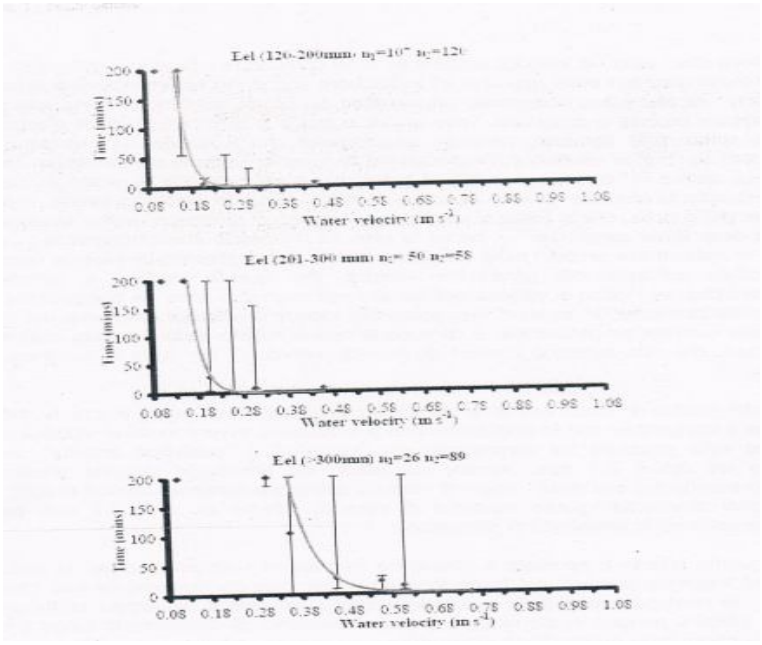


Figura 7. Curve di velocità.

Per anguille di dimensioni comprese tra i 12 ed oltre 30 cm, a temperatura dell'acqua compresa tra i 10° ed i 15 °C i risultati sono molto variabili. Dalla figura 6 si evince come velocità dell'acqua comprese tra 0,35 e 0,50 m/s sono da considerarsi delle velocità limite, mentre quelle sostenibili si attestano intorno ai 0,15/0,30 m/s.

Nel nostro caso si è deciso di adottare la scala di rimonta dell'ittiofauna anche come scala di rimonta per le anguille.

Per permettere la risalita semplificata alla suddetta specie si è deciso di raccordare ogni fondo della vasca della scala attraverso una piccola "rampertta" realizzata con elementi posti sul fondo che favoriscano il tipico movimento “reptante” con il quale esse si spingono controcorrente anche non nuotando. Ogni vasca verrà messa in comunicazione con un foro alla base di dimensioni 10 cm * 10 cm.

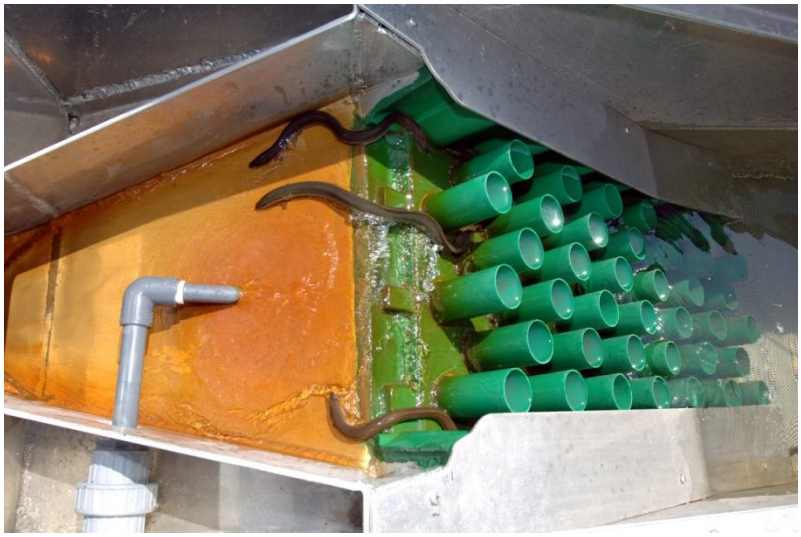


Figura 8. Passaggio di rimonta per le anguille

Non si è voluto andare a realizzare una seconda struttura visto gli spazi limitati in sponda sinistra e sopratutto perchè a livello paesaggistico e sopratutto funzionale non si poteva assicurare un funzionamento ideale.

Visto il limitato battente che si verrà a realizzare sugli stramazzi le velocità che si avranno sulla rampa, sommersa totalmente, non andranno a ad impedire la rimonta facilitata alla specie.

8 GESTIONE E MANUTENZIONE DELLE SCALE DI RISALITA

Il collaudo della struttura verrà realizzato a fine lavori avvalendosi di personale ittiologo specializzato. Per il collaudo a livello ittiologico verrà realizzato dalla dott.sa Valentina Borgna, andando a definire le condizioni ante e post opera sia a monte che a valle della traversa. Per quanto riguarda il collaudo idraulico verrà effettuato da un ingegnere abilitato. Per garantire l'ottimale funzionamento del dispositivo di risalita si andrà a definire un programma di gestione e manutenzione dell'opera. La supervisione del funzionamento della scala avverrà attraverso la compilazione di schede tecniche per descrive il buon funzionamento a monte e a valle. La manutenzione ordinaria (rimozione del materiale che ostacola il deflusso e il passaggio della fauna ittica) verrà eseguito con frequenza mensile. Il materiale d'alveo (sabbia, ghiaia e piccolo ciottolame) verrà restituito in alveo senza provocare ampi depositi e per il materia antropico si collocherà nel cassone di raccolta del materiale sgrigliato. Come scritto precedentemente il monitoraggio sulle condizioni del deflusso e sull'agibilità da parte della fauna ittica sarà eseguita dal tecnico ittiologo incaricato per la stesura di tale progetto.

9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE STRUTTURE DI RIMONTA

In conclusione gli interventi di progettazione attuati sul sistema traversa/scala di risalita sono i seguenti:

- velocità all'interno della rampa per la fauna ittica risulta di 0.72 m/s, il che comporta un battente idrico di 18 cm.
- Considerate le particolari caratteristiche natatorie delle anguille è stata "modificata la" la scala di rimonta dell'ittiofauna per permettere la risalita agevolata alle anguille;
- La portata di DMV necessaria ad alimentare la scala di risalita per l'ittiofauna è pari a 44 l/s
- La scala di risalita sarà permanentemente in funzione, questo permetterà alle specie target di compiere le migrazioni necessarie per la riproduzione o anche solo per scopi trofici in qualsiasi periodo dell'anno.
- In corrispondenza dell'immissione nel torrente il fondo permette di indirizzare la corrente, evitare un'eccessiva dispersione laterale e mantenere una velocità del flusso che risulti attrattiva per le specie target.
- Nel tratto d'alveo compreso tra il punto di restituzione e la traversa di derivazione il fondo permette un invito alla corrente restituita a risalire verso la traversa di derivazione; attraverso questo accorgimento, nel tratto compreso tra la traversa e la restituzione, verrà a crearsi una zona di calma nella quale la differenza di velocità creata dal flusso restituito dalla rampa di risalita per l'ittiofauna è tale da garantirne l'effettiva attrattività.

10 MODALITA' RELATIVE A GARANZIA DEL MANTENIMENTO IN ALVEO DI TUTTA LA QUOTA INFERIORE NON PRODUTTIVA, OLTRE AL DMV

In questo capitolo si andrà a dare delle indicazioni sulla portata minima derivabile e le modalità realizzative a garanzia del mantenimento in alveo di tutta la quota inferiore non produttiva.

La macchina idraulica ipotizzata all'interno dell'impianto è progettata e costruita con la possibilità di turbinare una ***portata massima, al 100% della potenza, pari a 3,00m³/s.***

In condizioni di magra, la suddetta macchina idraulica, permette di arrivare ad un valore ***minimo di portata turbinata (QMIN) pari a 0,6 m3/s, pari al 20 % della porta massima turbinabile dalla turbina (3 m3/s).***

Questo valore viene desunto visto il rendimento della macchia, la quale sotto questo livello di soglia non si comporterebbe più nelle condizioni ottimali per le quali è stata progettata e costruita ed andrebbe in assorbimento.

Come scritto nel capitolo precedente il valore del DMV che deve sempre essere garantito in qualsiasi fase all'interno dell'alveo attraverso la scala di risalita, e la portata stramazzante sulla traversa è pari a 134 l/s. Attraverso la scala di rimonta e la sua progettazione si determina una portata rilasciata pari a 45 l/s. Data questa premessa si deduce che la centrale verrà solo messa in funzione quando la portata in arrivo alla traversa sarà pari o superiore ai (DMV+ QMIN)l/s cioè superiore ad un valore pari a 0,744 l/s. Nelle condizioni in cui la portata affluente sia inferiore a questo valore di soglia si assicurerà il transito della portata di DMV, attraverso lo stramazzo di regolazione della scala di risalita e la portata eccedente stramazzerà lungo la traversa esistente.

10.1 Curva di durata delle portate sulla scala di risalita

Come scritto precedentemente, la portata rilasciata attraverso la scala di risalita sarà leggermente superiore alla quota parte del deflusso minimo vitale cioè 44 l/s. Questo valore viene regolato attraverso uno stramazzo a larga soglia che verrà realizzato mediante un taglio applicato all'ala della traversa in sponda destra.

Il calcolo della bocca di presa attraverso la quale rilasciare tale quantitativo d'acqua è effettuato utilizzando la formula dello stramazzo a larga soglia con sezione rettangolare:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2gh},$$

dove:

μ = parametro relativo allo stramazzo a larga soglia, scelto convenzionalmente pari a 0,385

L= larghezza dello stramazzo

h= tirante idrico presente nello stramazzo

Ipotizzando pertanto una bocca di presa avente L= 0,35 m circa e quota di esercizio dell'impianto posta a 220,23 m s.l.m si otterrà una quota del coronamento della bocca posta a 220,05 m.s.l.m, da cui ne consegue un tirante idrico h= 0,18 m ed una portata transitante Q= 45 l/s, portata transitante sulla scala di risalita per i pesci.

Con tali caratteristiche la velocità media del flusso transitante sull'opera risulta essere di 0.72 m/s, compatibile quindi con le caratteristiche reofile delle specie presenti in alveo.

Come scritto precedentemente questo funzionamento viene garantito quando le paratoie installate sul coronamento della traversa sono in funzione e mantengono il livello costante alla quota di progetto pari a 220,23 m.s.l.m.

Nel caso di non funzionamento dell'impianto (dovuto alla non sufficiente portata in arrivo al sito o per eventi di piena) le paratoie verranno abbattute andando a ristabilire il livello di coronamento originale posto a quota 218,63 m.s.l.m.. In questo caso il funzionamento delle scale di rimonta sarà garantite attraverso un secondo stramazzo, realizzato sul coronamento della traversa ed avente le medesime dimensioni geometriche del precedente, il quale in condizioni di funzionamento dell'impianto verrà mantenuto chiuso attraverso una paratoia.

La scala sarà in contatto con lo stramazzo attraverso un piccolo canale (scavato all'interno della roccia) il quale unirà la settima vasca al livello del coronamento della traversa.

Questa tipologia di opera garantirà il funzionamento della traversa in qualsiasi momento del regime idrologico.

Adottando questo metodo costruttivo, la realizzazione di uno stramazzo di regolazione all'interno della traversa con quota inferiore al coronamento, si assicura sempre il passaggio della quota parte del DMV all'interno della scala e il rilascio della portata eccedente lungo la traversa.

La macchina idraulica installata ha come portata minima turbinata un valore pari a 0,6 m^3/s, con questo si determina che in alveo, in condizioni di magra vi sarà il volume idrico definito come DMV più la portata minima derivabile.

Lo stramazzo per la scala di risalita è stato progettato solo per far defluire 44 l/s superato questo valore si ha l'attacco della traversa.

Utilizzando questa tipologia di scala e il suo relativo imbocco a stramazzo largo, si assicura il funzionamento ottimale in ogni situazione. La calibrazione della scala è stata compiuta andando a valutare il periodo di migrazione delle specie presenti in alveo. Come si può osservare attraverso la tabella nella quale sono riportati i periodi riproduttivi; si nota che questo è compreso nei mesi da aprile a luglio; per questa motivazione si è andati a calibrare la scala per le portate caratteristiche dei suddetti mesi.

Specie	Gen	Feb	Mar	apr	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic
Barbo					x	x	x					
Cavedano				x	x	x	x					
Vairone				x	x	x						
Anguilla				x	x	x	x	x				
Q traversa	*1.88*	*2.46*	*2.96*	*2.78*	*2.49*	*1.18*	*0.59*	*0.31*	*0.64*	*1.17*	*3.11*	*2.31*
Q sulla scala	*45*	*45*	*45*	*45*	*45*	*45*	*45*	*45*	*45*	*45*	*45*	*45*

Figura 9. Periodi riproduttivi specie target e confronto con le portate in arrivo e transitanti sulla scala di rimonta per l'ittiofauna

	u.m.	*GEN*	*FEB*	*MAR*	*APR*	*MAG*	*GIU*	*LUG*	*AGO*	*SET*	*OTT*	*NOV*	*DIC*
Q Pogli	*[m³/s]*	*4.42*	*5.79*	*6.98*	*6.56*	*5.88*	*2.79*	*1.38*	*0.72*	*1.52*	*2.75*	*7.33*	*5.45*
Q traversa	*[m³/s]*	*1.88*	*2.46*	*2.96*	*2.78*	*2.49*	*1.18*	*0.59*	*0.31*	*0.64*	*1.17*	*3.11*	*2.31*
Q der	*[m³/s]*	*1.74*	*2.32*	*2.83*	*2.65*	*2.36*	*1.05*	*0.00*	*0.00*	*0.00*	*1.03*	*2.98*	*2.18*

Figura 10. Portate medie mensili

Come si osserva attraverso la tabella e il grafico delle portate medie mensili riportate in precedenza si posso osservare i vari regimi idrologici.

La portata naturale disponibile per la nostra sezione di chiusura vanno da 3,11 m³/s ad 0,31 m³/s; mantenendo come portata caratteristica per la scala di risalita dell'ittiofauna 0,45 m³/s e sommando la parte rilasciata sulla traversa si ottiene il DMV complessivo di circa 0,144 m³/s superiore al DMV calcolato dall'analisi idrologica.

Per mantenere il salto macchina costante a quello di concessione si manterrà il livello di monte costate pari al livello di coronamento della traversa attraverso l'uso delle paratoie mobili autolivellanti ed auto abbattenti in caso di condizione di piena.

Le macchine idrauliche, avendo come portata massima turbinata 3 m³/s, permetteranno il turbinare di tutta la portata disponibile presente.

Con le suddette condizioni si avranno i seguenti effetti:

- il defluire costante, in qualsiasi condizione, della portata di DMV;
- mantenimento del battente costante (18 cm) sullo stramazzo della scala di rimonta dell'ittiofauna;
- chiusura impianto per portate inferiori a 0,743 m³/s in arrivo alla sezione di chiusura.


Curva di deflusso stramazzo scala
Quota sul livello del mare
220.24
220.22
220.2
220.18
220.16
220.14
220.12
220.1
220.08
220.06
220.04
0.000
0.005
0.010
0.015
0.020
0.025
0.030
0.035
0.040
0.045
0.050
Q [m3/s]

Giorni	Q naturale	Q derivata	Qril. Trav	Qril. scala	h stram scala.	Vel. Scala
[gg]	*[m3/sec]*	*[m3/sec]*	*[m3/sec]*	*[m3/sec]*	*[m/sec]*	*[m/sec]*
10	9.274	3.00	6.229	0.045	0.18	0.72
30	7.212	3.00	4.167	0.045	0.18	0.72
50	5.303	3.00	2.258	0.045	0.18	0.72
60	4.073	3.00	1.028	0.045	0.18	0.72
71	3.134	3.00	0.089	0.045	0.18	0.72
80	2.376	2.24	0.089	0.045	0.18	0.72
91	1.731	1.60	0.089	0.045	0.18	0.72
130	0.849	0.71	0.089	0.045	0.18	0.72
182	0.772	0.64	0.089	0.045	0.18	0.72
190	0.734	0.60	0.089	0.045	0.18	0.72
190	0.734	0.00	0.689	0.045	0.18	0.72
270	0.372	0.00	0.327	0.045	0.18	0.72
355	0.153	0.00	0.108	0.045	0.18	0.72

Tabella. Portate caratteristiche

Giorni	Q naturale	Q derivata	Qril. Trav	Qril. scala	Abbassamento trav.
[gg]	[m3/sec]	[m3/sec]	[m3/sec]	[m3/sec]	[m]
10	9.274	3.00	6.229	0.045	0.337
30	7.212	3.00	4.167	0.045	0.258
50	5.303	3.00	2.258	0.045	0.017
60	4.073	3.00	1.028	0.045	0.102
71	3.134	3.00	0.089	0.045	0.02
80	2.376	2.24	0.089	0.045	0.02
91	1.731	1.60	0.089	0.045	0.02
130	0.849	0.71	0.089	0.045	0.02
182	0.772	0.64	0.089	0.045	0.02
190	0.734	0.60	0.089	0.045	0.02
190	0.734	0.00	0.689	0.045	0.077
270	0.372	0.00	0.327	0.045	0.047
355	0.153	0.00	0.108	0.045	0.022

Tabella. Portate caratteristiche

Con gli accorgimenti sopra riportati si assicura l'ottimo funzionamento della scala, soprattutto nei mesi di riproduzione e migrazione della fauna ittica.

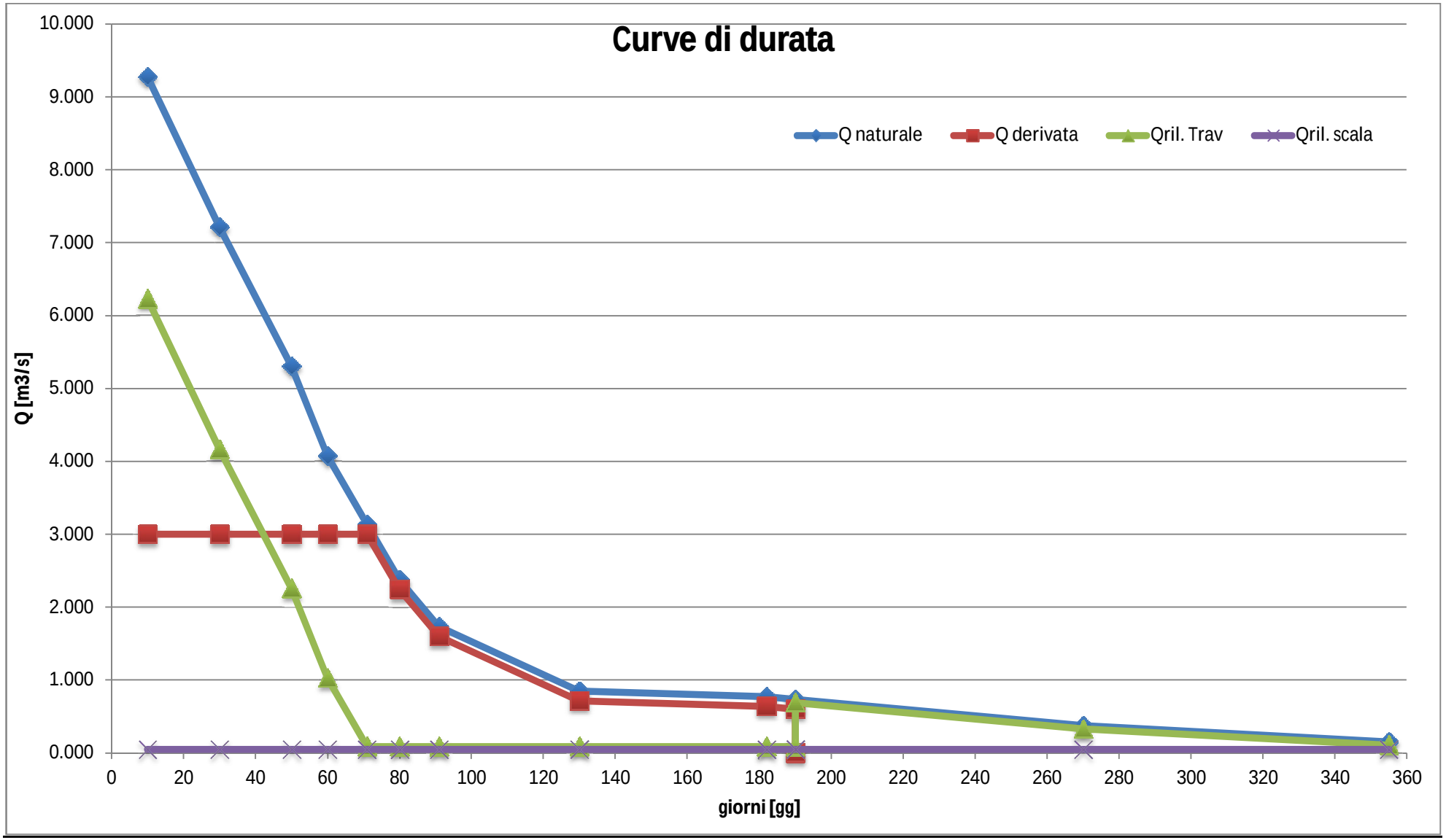
Per i mesi successi quando le portate saranno superiori a quella massima derivata sommata al DMV, si avrà la messa in funzione della traversa e il suo rispettivo effetto di laminazione.

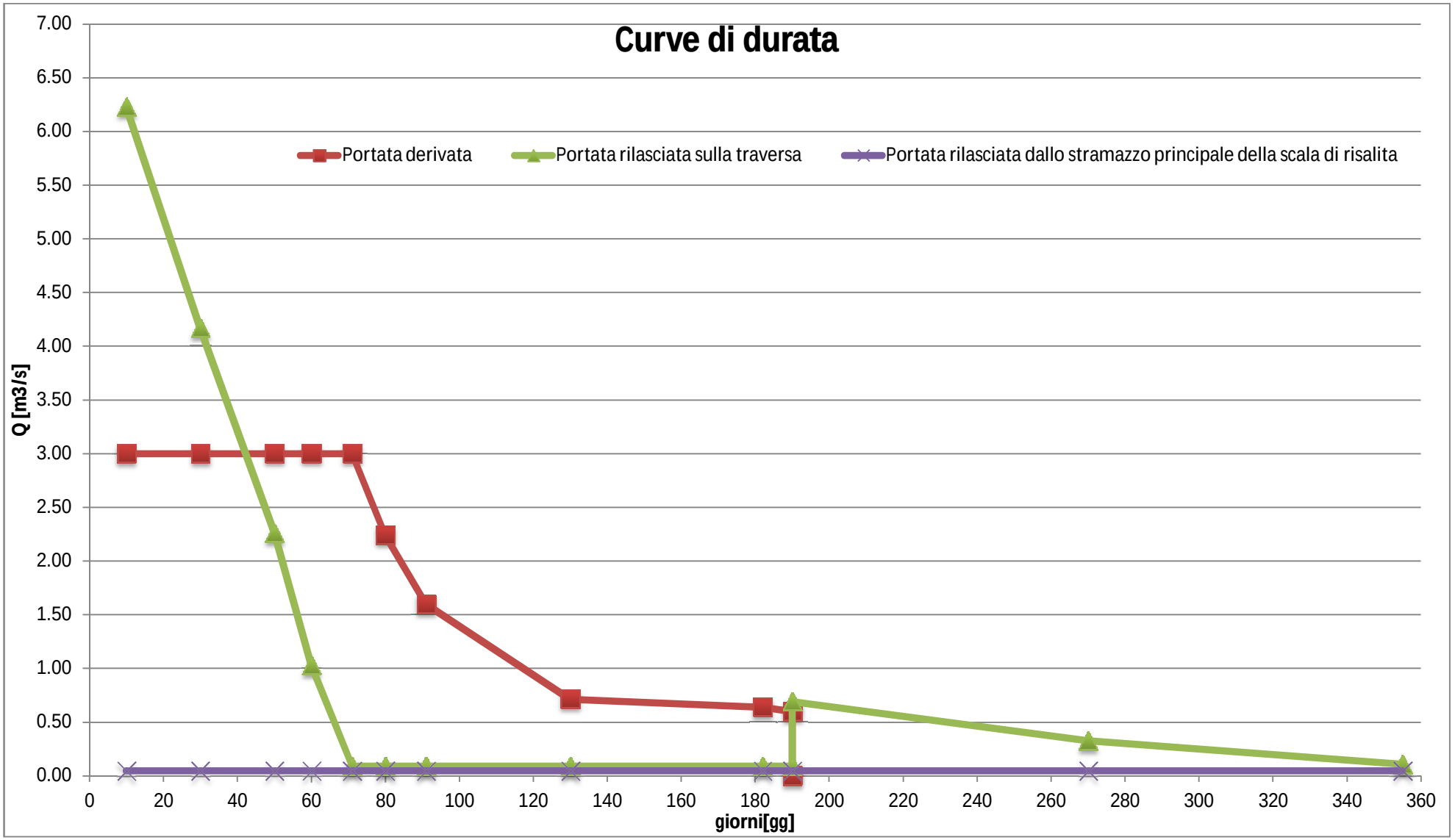
Con messa in funzione della traversa si definisce il suo movimento di abbattimento per il mantenimento del livello di coronamento costante a 220,23 e di conseguenza il tracimare di parte della portata giungente al sito in oggetto.

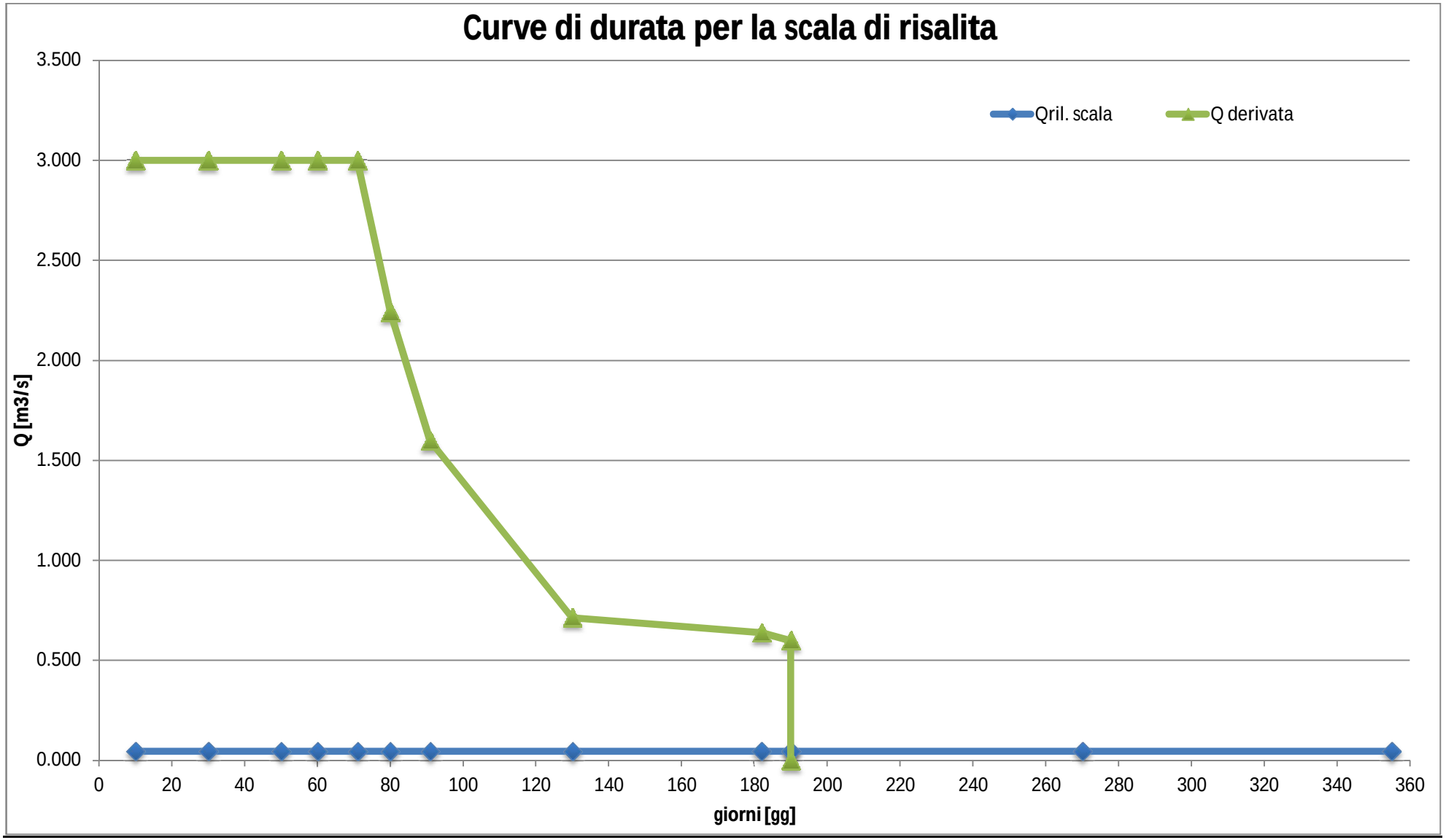
Si riportano a seguito le curve di durata dei diversi aspetti per poter effettuare delle comparazioni e dimostrare la buona progettazione della scala.

Come si osserverà dai grafici vengono riportati:

- Curva di durata delle portate (portata naturali, portata derivata, rilasciata sulla traversa, portata rilasciata dallo stramazzo della scala di risalita);
- Curva di durata delle portate (portata derivata, rilasciata sulla traversa, portata rilasciata dallo stramazzo della scala di risalita);
- Curva di durata delle portate per la scala di risalita (portata derivate e portata rilasciata dallo stramazzo della scala di risalita


Curve di durata
Q naturale
Q derivata
Qril. Trav
Qril. scala
Q [m3/s]
giorni [gg]
10.000
9.000
8.000
7.000
6.000
5.000
4.000
3.000
2.000
1.000
0.000
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
360


Curve di durata
Portata derivata
Portata rilasciata sulla traversa
Portata rilasciata dallo stramazzo principale della scala di risalita
Q [m3/s]
giorni[gg]
7.00
6.50
6.00
5.50
5.00
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
0.50
0.00
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
360


Curve di durata per la scala di risalita
Qril. scala
Q derivata
Q [m3/s]
giorni [gg]
3.500
3.000
2.500
2.000
1.500
1.000
0.500
0.000
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
360

BIBLIOGRAFIA

CARTA ITTICA PROVINCIA DI IMPERIA

CARTA ITTICA PROVINCIA DI SAVONA

SITO REGIONE LIGURIA UFFICIO CACCIA PESCA TERRITORIO

Portale “Provincia di Cuneo.It” Settore Tutela flora Fauna Caccia e Pesca.
PROVINCIA DI CUNEO ELENCO SIC e ZPS “Bosco Naturale di Bagnasco”.
Autori: Attilio Arillo, Mauro Mariotti, Vincenzo Parisi, Elena Nicosia
“Guida alla conoscenza delle specie liguri della Rete Natura 2000”
Schede per il riconoscimento la gestione ed il monitoraggio. 2006

Autori: Mauro Giorgio Mariotti, Mario Pavarino, Stefano Marsili.
“Atlante degli Habitat” Natura 2000 in Liguria.

Autori: David Mazzoni, Francesca Gherardi, Paolo Ferrarrini.
"Guida al riconoscimento dei gamberi d'acqua dolce". Edizione Greentime

Autori: P.A. Nardi, F. Bernini. T. Bonardi, T. Bo, G.Fea, D. Ghia, A. Negri, E. Razzetti, S. Rossi.
"Il gambero di fiume nella Provincia di Alessandria" Questa è una pubblicazione molto bella fatta da diversi Enti è stato stampato dalla tipografia PI-ME Editrice Pavia.

Autori : G.Forneris, S. Paradisi, M.Specchi. Casa Editrice Carlo Lorenzelli.
"Pesci d'acqua dolce"

Autori: Ferrari Dott. Sergio
"Manuale pratico per lo studio della qualità biologica dei corsi d'acqua della Provincia di Alessandria."
ED Lito scoop Tortona

Autori Vari Casa Editrice Antonio Valterza.
-"Ambienti acquatici e fauna ittica della Provincia di Vercelli"
Arbocco G., 1966 - I pesci d’acqua dolce della Liguria - Ann. Mus. Storia Nat. Genova, LXXVI:137-171.
Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Magra, 1998 - Elementi di progettazione ambientale dei lavori fluviali.- Biologia Ambientale n 2/98, 64 pp.

Bianco P.G., 1987 - L'inquadramento zoogeografico dei pesci d'acqua dolce d'Italia e problemi determinati dalle falsificazioni faunistiche- Atti II Convegno AIIAD, Torino: 41-65.

Borroni I., Gentili G., Bardazzi M., Romanò A., 2002 - Studio sulla popolazione di temolo delfiume Aveto Provincia di Genova, CD.

Borroni I., Trasforini S., Bardazzi M., Gentili G., 2002 - Caratterizzazione fenotipica e genetica della popolazione di trota del Rio Baracca (bacino dell'Orba) - Provincia di Genova,CD.

Borroni I., 2004 - Carta Ittica della provincia d'Imperia.- Provincia d'Imperia, CD.

Borroni I., 2005 - Indagini di approfondimento della Carta Ittica d'Imperia: i bacini delTanarello e dell'Arroscia – Provincia d'Imperia, CD.

Campaioli S. Ghetti P.F. Minelli A. Ruffo S. 1999 anuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque doci italiane Vol.1 e 2.

Fochetti R., Borroni I., Morisi A., 2004 - Prime segnalazioni di *Leuctra geniculata* (Stephens,1836) per l'Italia continentale – Doriana (supplemento Ann. Mus. Storia Nat.Genova) n 347 vol VII :1-6.

Gandolfi G., Zerunian S., 1987 - I pesci delle acque interne italiane: aggiornamento e considerazioni critiche sulla sistematica e la distribuzione - Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Museo Civ.Stor. Nat. Milano, 128 (1-2): 3-56.

Ghetti P.F. 2001 Manuale di applicazione Indice Biotico Esteso, I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti.

G.R.A.I .A ., 2000 - Analisi delle popolazioni di temolo nei fiumi del nord Italia, con particolareriferimento alla situazione del ceppo padano ed agli effetti delle immissioni di ceppi austriaci e sloveni; ipotesi di recupero e di gestione - Ministero delle Politiche Agricole e Forestali,

Direzione Generale della Pesca e dell' Acquacoltura, Progetto di Ricerca n 4C202.
Huet M., 1949 - Appréciation de la valeur piscicol des eaux douces - Trav. Stat. Rech. Eaux etForets, Groenendaal, Série D, 10.

Huet M., 1954 - Biologie, profils en long et en travers des eaux courantes - Bull. Fr. Piscic.,175:41-53.

Lorenzoni M., Maio G., Nonnis Marzano F., 2004 - Stato attuale delle conoscenze sullepopolazioni autoctone di trota in Italia: necessità di un approccio integrato – Quaderni ETP n33: 1-12.24

Mariotti M., Arillo A., Parisi V., Nicosia E., Diviacco G., 2002 - Biodiversità in Liguria. La rete Natura 2000 – Regione Liguria, Assessorato Ambiente e Territorio. Microart's, Recco,

Odum E.P., 1971 - Fundamentals of ecology - Saunders Company, Philadelpia, 584 pp.

Sansoni G. quinta edizione 2005 Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani.

Thienemann A., 1925 - Die Binnengewasser Mittleuropas - Stuttgart.
Tortonese E., 1970 - Osteichthyes, parte I – Fauna d'Italia vol. X. Ed. Calderini , Bologna, 565pp.

Tortonese E., 1975 - Osteichthyes, parte II – Fauna d'Italia vol. XI. Ed. Calderini, Bologna, 636pp.

Zerunian S., 2002 - Condannati all'estinzione? Biodiversità, biologia, minacce e strategie diconservazione dei Pesci d'acqua dolce indigeni in Italia - Edagricole, Bologna, 220 pp.

Zerunian S., 2003 - Piano d'azione generale per la conservazione dei pesci d'acqua dolceitaliani - Ministero dell'Ambiente/Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica. Quaderni di Conservazione della Natura n 17, 123 pp.

WIkipedia Enciclopedia libera su internet.