



Comune di Barbaresco

Provincia di Cuneo

Regione Piemonte



RIPRISTINO DERIVAZIONE IRRIGUA E NUOVO IMPIANTO IDROELETTRICO IN CORPO TRAVERSA SUL FIUME TANARO

D.Lgs. 387/2003 e s.m.i., art. 12 - D.P.G.R. 29.07.2003, n. 10/R e s.m.i. -

Valutazione di Impatto Ambientale art.23 D.Lgs.152/2006 e s.m.i.

PROGETTO DEFINITIVO

TANARO POWER SPA
Via Vivaro 2 - 12051 ALBA (CN)
Corso Nino Bixio 8 - 12051 ALBA (CN)
Tel. 0173 441155 - Fax 0173 441104
C.F. - P.IVA 03436270049
tanaropower@pec.egea.it



PROPONENTE

RELAZIONE ECOIDRAULICA E SULL'ITTIOFAUNA

OGGETTO

TIMBRI E FIRME



STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

VIA ROSOLINO PILO N. 11 - 10143 - TORINO
VIA IS MAGLIAS N. 178 - 09122 - CAGLIARI
TEL. +39 011 43 77 242
studiorosso@legalmail.it
info@srria.it
www.srria.it

dott. ing. Chiara AMORE
Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino
Posizione n. 8304X
Cod. Fisc. MRA CHR 75D53 L219V

dott. ing. Luca MAGNI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino
Posizione n.10941V
Cod. Fisc. MGN LCU 81T27 F335F

dott. ing. Fabio AMBROGIO
Ordine degli Ingegneri di Torino
Posizione n.23B
Cod. Fisc. MBR FBA 78M03 B594K

CONTROLLO QUALITA'

DESCRIZIONE	EMISSIONE	REVISIONE
DATA	MAG/2022	MAR/2023
COD. LAVORO	510/SR	510/SR
TIPOL. LAVORO	D	D
SETTORE	G	G
N. ATTIVITA'	01	01
TIPOL. ELAB.	RS	RS
TIPOL. DOC.	E	E
ID ELABORATO	06	06
VERSIONE	0	1

REDATTO

ing. Luca MAGNI

CONTROLLATO

ing. Luca MAGNI

APPROVATO

ing. Chiara AMORE

ELABORATO

1.6

INDICE

1. PREMESSA	2
2. ASPETTI INTRODUTTIVI	3
2.1 DESCRIZIONE DEL CONTESTO ATTUALE E RICOSTRUZIONE DELLA TRAVERSA	3
2.2 INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	4
2.3 PROVENIENZA DEI DATI DI INPUT	5
3. ITTIOFAUNA NEL TRATTO IN ESAME.....	7
3.1 PARAMETRI DESCRITTIVI DELLA POPOLAZIONE ITTICA	7
3.2 CAMPAGNA DI CAMPIONAMENTO CONDOTTA RECENTEMENTE NELL'AREA DI INTERESSE	9
3.2.1 <i>Tratti di indagine</i>	9
3.2.2 <i>Risultati del campionamento della fauna ittica</i>	10
3.2.3 <i>Calcolo dell'indice ISECI</i>	12
3.2.4 <i>Calcolo dell'indice ittico</i>	13
4. INDAGINE IDROLOGICO-IDRAULICA.....	17
4.1 PORTATE MEDIE MENSILI DI RIFERIMENTO	17
4.2 RILASCI, PORTATA DI ALIMENTAZIONE PASSAGGIO PER PESCI E GESTIONE DELL'IMPIANTO E DELLA DERIVAZIONE	18
4.3 ANALISI DEI LIVELLI IDROMETRICI PRESSO LO SBARRAMENTO	20
5. PROGETTAZIONE DEI PASSAGGI ARTIFICIALI PER PESCI.....	22
5.1 INTERVENTI PREVISTI E COLLOCAZIONE DEI PASSAGGI PER PESCI	22
5.2 CRITERI PROGETTUALI PASSAGGIO DI RISALITA	24
5.3 ALCUNE CONSIDERAZIONI SUI PASSAGGI "VERTICAL SLOT"	26
5.4 FUNZIONAMENTO E DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE SCALE PESCI	27
5.4.1 <i>Dimensionamento idraulico e bacino tipo</i>	29
5.4.2 <i>Dissipazione di potenza specifica</i>	31
5.4.3 <i>Verifica delle condizioni di funzionamento secondo le linee guida</i>	31
5.4.1 <i>Paratoia - deflettore</i>	36
5.4.2 <i>Macroscabrezze</i>	36
5.4.3 <i>Misuratore di livello e taratura del passaggio per pesci</i>	37
5.5 FUNZIONAMENTO DEI PASSAGGI PESCI A SBARRAMENTO ABBATTUTO.....	37
5.6 MODALITÀ DI GESTIONE DELLO SBARRAMENTO FINALIZZATO ALLA SALVAGUARDIA DELL'ITTIOFAUNA	38
6. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	39
6.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	39

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 – Stralcio della relazione di indagini chimico – fisiche, ittiche e macrobentoniche sul fiume Tanaro condotte recentemente dalla società Graia s.r.l.
- ALLEGATO 2 – Parametri caratteristici e verifiche di dimensionamento della coppia di scale pesci previste in progetto.

1. PREMESSA

La presente relazione ecoidraulica è parte integrante del progetto definitivo relativo dell'intervento di ripristino della derivazione irrigua del Consorzio Capitto sul Fiume Tanaro in Comune di Barbaresco, il quale prevede il rifacimento della traversa di derivazione precedentemente asportata nel corso di un evento di piena, e contestuale realizzazione di impianto idroelettrico in corpo traversa.

L'elaborato descrive la progettazione delle opere funzionali alla risalita l'ittiofauna in corrispondenza della traversa oggetto di ripristino. Il progetto prevede in particolare l'installazione sul ciglio della nuova soglia fissa, realizzata in corrispondenza di quella attuale, di uno sbarramento mobile completamente abbattibile, opera funzionale sia a consentire la derivazione ad irriguo (prioritario) e ad uso idroelettrico della risorsa quando in posizione di ritenuta, sia a garantire il deflusso di piena in condizioni di sicurezza idraulica e quindi a sopralzo abbattuto. Infatti, lo sbarramento abbattibile, per incremento delle portate in alveo, garantirà il suo abbattimento e conseguentemente la sostanziale assenza di modifiche alle condizioni attuali di deflusso di piena, a monte come a valle dell'opera.

Nell'ambito degli interventi in progetto è stata prevista la realizzazione di due passaggi per pesci, rispettivamente in sinistra idraulica, in prossimità della derivazione idroelettrica, e in destra idraulica, a ridosso della sponda opposta all'impianto idroelettrico. I passaggi per pesci sono stati dimensionati conformemente ai vigenti piani normativi. In particolare la progettazione è stata attuata in coerenza con i *"Criteri tecnici per la progettazione e realizzazione dei passaggi artificiali per l'ittiofauna"* (D.G.P. n. 746-151363/2000 del 18 luglio 2000) e con riferimento al Manuale regionale: *"Linee guida per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci"* (Regione Piemonte - Settore Tutela e Gestione della Fauna Selvatica e Acquatica), documento tecnico di riferimento a livello regionale per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci, così come previsto dalle D.G.R. n. 72-13725 del 29 marzo 2010 e D.G.R. n. 75-2074 del 17 maggio 2011 nella *"Disciplina delle modalità e procedure per la realizzazione di lavori in alveo, programmi, opere e interventi sugli ambienti acquatici ai sensi dell'art. 12 della legge regionale n. 37/2006"*. Ambedue i passaggi per pesci saranno di tipo tecnico, tipologia vertical slot, soluzione progettuale maggiormente versatile, in grado di minimizzare l'ingombro in alveo, consentire alle specie ittiche l'agevole risalita del salto geodetico e che prevede l'accesso da valle in prossimità dello sfioro della traversa. I passaggi per pesci sono stati studiati per consentire il deflusso di due portate differenti e consentendo la dissipazione di diversi valori di energia all'interno dei bacini, al fine di rendere le opere quanto più attrattive per tutte le tipologie e taglie di pesci. Si evidenzia inoltre che la configurazione dell'impianto con installazione di uno sbarramento completamente abbattibile consente la risalita delle specie ittiche durante il periodo migratorio anche nelle condizioni di completo abbattimento del gonfiabile, senza la necessità di opere aggiuntive atte alla rimonta.

Il presente elaborato è stato oggetto di revisione a seguito delle richieste formulate nell'ambito del procedimento statale di V.I.A. Oltre agli specifici elaborati integrativi richiesti, prodotti come specifiche controdeduzioni alle osservazioni, gli elaborati di progetto sono stati rivisti alla luce degli approfondimenti e/o modifiche del progetto. Tutti gli elaborati aggiornati, ai fini di una più agevole e chiara rilettura da parte degli Enti, contengono le parti modificate rappresentate in colore verde.

2. ASPETTI INTRODUTTIVI

2.1 DESCRIZIONE DEL CONTESTO ATTUALE E RICOSTRUZIONE DELLA TRAVERSA

Il processo di erosione e abbassamento diffuso del fondo alveo del Fiume Tanaro testimoniato dagli eventi occorsi negli ultimi decenni **non** è in fase di regressione: lo si può osservare dalle immagini di Figura 1, relative allo stato attuale, dove si evidenzia il progressivo disfacimento del manufatto in c.a. e l'ulteriore abbassamento del fondo alveo in corrispondenza della traversa.



Figura 1 – Relitto della traversa allo stato attuale (estate/autunno 2021).

Il presente progetto si pone l'obiettivo di ripristinare la derivazione irrigua del Canale di San Marzano e contestualmente utilizzare il potenziale idroelettrico del salto localizzato che si viene a creare per la produzione di energia rinnovabile, quanto mai preziosa sotto molti aspetti in questo periodo storico particolare.

La nuova opera trasversale dunque sarà collocata in corrispondenza della preesistente traversa, al fine di consentire la riattivazione della derivazione irrigua ancora presente in sponda destra la quale dovrà essere ripristinata e adattata senza modificare tuttavia quota di imposta e dimensioni del canale in partenza.

Il progetto prevede la realizzazione di una soglia in c.a. con quota di estradosso 144,20 m s.l.m. In sommità alla soglia sarà collocato un sopralzo abbattibile scudato, avente altezza di ritenuta 5 m garantita dallo scudo metallico con quota di ritenuta 149,20 m s.l.m. sostenuto da due elementi tubolari in materiale plastico gonfiati ad aria che ne consentono l'abbattimento in caso di superamento del livello di massima regolazione di progetto.

La logica di controllo della movimentazione del sopralzo sarà gestita da un PLC e dalla misura di livello in alveo condotta da un apposito misuratore installato a ridosso della traversa. Fino al raggiungimento della massima portata derivabile, sarà garantito il livello di minima regolazione, definito in base alla portata di rilascio per il mascheramento e per l'alimentazione dei passaggi per pesci. Successivamente, in caso di condizioni di morbida eccedente la portata di massima derivazione dell'impianto idroelettrico, il livello sul sopralzo si incrementerà

leggermente, aumentando conseguentemente il quantitativo di portata rilasciata, sino al raggiungimento della quota di massima regolazione, superata la quale avviene il totale abbattimento del sopralzo. Rimandando per approfondimenti agli elaborati specialistici si evidenzia come l'incremento dei livelli idrici determinato dall'installazione del sopralzo abbattibile, nelle condizioni di deflusso ordinario, comporti innalzamenti compatibili con l'assetto morfologico generale e con il contesto territoriale in cui l'opera si inserisce.

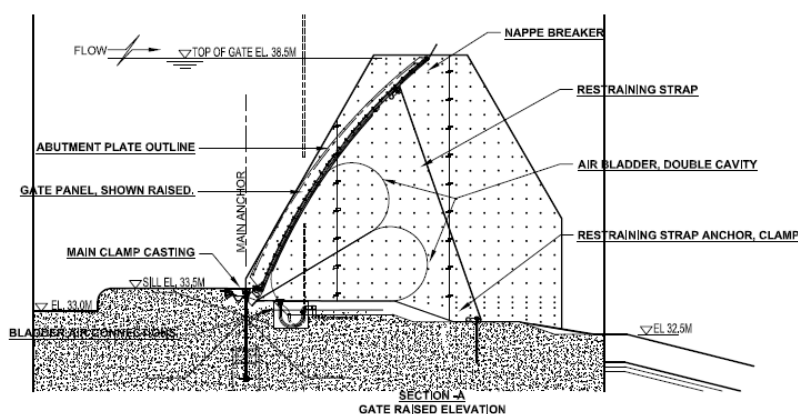


Figura 2 – Sezione tipo sopralzo abbattibile scudato.

Alla luce di ciò, al fine di garantire la continuità idraulica monte valle per consentire la risalita alle specie ittiche, si rende necessaria la realizzazione di passaggi di risalita pesci, come descritto nel seguito.

2.2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

La stesura del progetto dei passaggi per pesci è stata necessariamente vincolata alla conformità con il Regolamento Regionale sull'Adeguamento delle Opere di Presa n°8/2007. Per completezza si riportano i principali punti dell'allegato D del sopraindicato regolamento, contenenti le modalità con cui presentare un progetto di passaggio per pesci in adeguamento a uno sbarramento esistente.

Nella presente relazione non si tratta invece della modalità di calcolo del DMV, per il cui calcolo si rimanda alla relazione di Elab. 02 – *Relazione idrologica-idraulica e studio di compatibilità idraulica*. Nel seguito sono riprese sinteticamente le modalità di regolazione e gestione del rilascio al fine dell'ottimizzazione del funzionamento d'impianto, compatibilmente col regolamento sopra citato. Si fa infine riferimento alle specifiche tecniche contenute dapprima nella pubblicazione edita dalla Regione Piemonte: *"Proposta di linee guida per l'adeguamento delle opere di presa al rilascio del DMV"* aggiornate poi con lo studio condotto dal Politecnico di Torino *"Linee guida per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci"*. Ulteriori indirizzi tecnico/progettuali sono stati estratti dalle Linee Guida della Provincia di Modena del 2006 e Linee Guida della Regione Toscana del 2009.

E. Interventi di adeguamento in progetto

- E1) Relazione descrittiva degli interventi di adeguamento previsti
Illustrazione dell'entità e della consistenza degli eventuali interventi strutturali e delle previste regolazioni di organi e dispositivi esistenti. Nel caso di obblighi di rilascio preesistenti e/o di passaggio per l'ittiofauna devono essere dettagliate le eventuali modalità di adeguamento degli stessi.
La relazione deve inoltre descrivere sinteticamente i metodi di regolazione previsti per garantire il rilascio a valle nelle tre seguenti condizioni idrologiche:
1: $Q_t \leq DMV$
2: $DMV < Q_t \leq DMV + Q_{der\ max}$
3: $Q_t > DMV + Q_{der\ max}$
dove:
 Q_t = portata in arrivo alla traversa
 $Q_{der\ max}$ = portata massima derivabile stabilita da disciplinare
 DMV = deflusso minimo vitale calcolato al punto D.
- E3) Relazione tecnica relativa al progetto del passaggio di risalita per l'ittiofauna (*qualora da realizzarsi contestualmente agli interventi di adeguamento*)
- individuazione degli ambienti significativi a monte e valle dello sbarramento (*tratti d'alveo nei quali i pesci risultino isolati e impossibilitati a effettuare percorsi migratori a causa della presenza di ostacoli naturali o artificiali al libero movimento della fauna ittica*)
 - caratterizzazione quali-quantitativa dell'ittiofauna del corso d'acqua e definizione dei comportamenti migratori e delle esigenze delle singole specie (*le informazioni dovranno essere preferibilmente basate su campionamenti diretti dell'ittiofauna a monte ed a valle dello sbarramento*)
 - descrizione del campo di variazione delle portate e dei livelli idrici in alveo a monte ed a valle dello sbarramento durante i periodi di migrazione
 - descrizione dei criteri adottati nella definizione della portata di progetto, nella scelta della tipologia del dispositivo e nella relativa localizzazione (*specificare portata minima, media e massima di funzionamento ed evidenziare le modalità di rilascio della portata ausiliaria nel caso di passaggio con portata defluente $< DMV$*)
 - descrizione del dispositivo corredata dei calcoli di dimensionamento e degli elaborati grafici (con riferimento alle tavole di cui al punto E2) e specificazione del campo di operatività del passaggio in termini di portate e livelli idrici.

2.3 PROVENIENZA DEI DATI DI INPUT

Perseguire un preciso iter progettuale è il corretto metodo per realizzare un efficace passaggio per pesci: per tale scopo è opportuno ricondursi a quanto contenuto nella pubblicazione *“Linee guida per il corretto approccio metodologico alla progettazione dei passaggi per pesci”*, edito dalla Provincia di Modena nel 2006. Tale pubblicazione costituisce, in effetti, il primo manuale italiano di riferimento ed indirizzo per la progettazione di passaggi per pesci e contiene il percorso analitico per una regolare organizzazione dei lavori. In tale iter, i dati d'input da sviluppare sono contenuti nel seguente elenco:

1. indagine sulla fauna ittica, scelta della/e specie da favorire definite specie target;
2. conoscenza del calendario migratorio e/o riproduttivo per la/e specie target;
3. analisi del regime fluviale durante l'arco dell'anno e in particolare nel periodo migratorio prima individuato per la/e specie target;
4. scelta della portata di utilizzo da destinare al passaggio artificiale in relazione ai deflussi del corso d'acqua nel periodo individuato;
5. analisi del contesto ambientale in cui si colloca l'intervento;
6. scelta della tipologia progettuale più idonea;
7. progettazione dell'intervento.

In questo caso i dati input elencati sopra per la preparazione del progetto sono forniti da:

- Indagine sul popolamento ittiofaunistico, indagine per la scelta delle specie target (punti 1. e 2.) – Monitoraggio eseguito dalla società Graia srl nel recente passato e da Regione Piemonte; tale indagine risponde a quanto richiesto nel Regolamento prima citato, al punto E3, capoverso a) e b).
- Relazione idrologica-idraulica facente parte degli elaborati del progetto definitivo dell'impianto; tale studio risponde a quanto richiesto nel Regolamento prima citato, al punto E3, capoverso c) e d) e contestualmente anche a tutto il punto E1.
- Rilievo topografico dell'area di intervento (punto 5.). Tale studio risponde a quanto richiesto nel Regolamento prima citato, al punto E2: Tavole grafiche degli interventi strutturali in progetto.

La progettazione quindi, costituente in sostanza punti 6. e 7. dell'iter metodologico prima esposto, è pertanto basata su quanto fornito e va a costituire quanto specificato dal Regolamento al punto E3, capoversi d) ed e). La relazione infine è redatta secondo quanto contenuto al paragrafo posto al termine del punto E3 del Regolamento, ovvero Criteri di redazione dei progetti di adeguamento delle opere di presa.

3. ITTIOFAUNA NEL TRATTO IN ESAME

3.1 PARAMETRI DESCRITTIVI DELLA POPOLAZIONE ITTICA

I pesci vengono ritenuti buoni indicatori di effetti a lungo termine e di modificazioni a livello macro-ambientale grazie ad alcune loro caratteristiche, fra le quali principalmente la durata dei loro cicli vitali, anche di alcuni anni, e la possibilità di spostamento, che, a differenza di quanto avviene per il benthos, li svincola da particolari situazioni micro-ambientali.

Sono presenti anche in corsi d'acqua di piccole dimensioni, ad eccezione di quelli più gravemente inquinati; inoltre la comunità ittica è generalmente costituita da specie con diverse abitudini alimentari (onnivori, erbivori, insettivori planctivori, piscivori) in grado così di fornire indicazioni sullo stato di salute generale dell'ambiente.

Il campionamento e l'identificazione a livello di specie risultano relativamente facili e ben note sono le esigenze ecologiche delle singole specie. Tuttavia, per quanto riguarda la situazione italiana, difficilmente la comunità ittica può essere utilizzata come indicatrice, a causa delle continue campagne di ripopolamento effettuate nella maggior parte dei nostri corsi d'acqua, anche ai fini della pesca sportiva, e attuate spesso con specie alloctone, particolarmente resistenti e competitive nei riguardi dell'ittiofauna autoctona.

Nella letteratura nazionale (soprattutto a seguito degli stimoli derivanti dalle necessità di applicazione della Direttiva 2000/60/CE) sono disponibili alcune proposte di indici sintetici dello stato della comunità ittica (Tabella 1).

Ciascuno degli indici citati utilizza i seguenti indicatori:

- composizione della comunità ittica: per descrivere lo stato della comunità ittica è necessario considerare la sua composizione, quindi la presenza/assenza di specie attese nella zona di corso d'acqua in analisi;
- condizione biologica della comunità ittica: si assume che per descrivere lo stato della comunità ittica sia necessario considerare alcuni aspetti relativi alla sua condizione biologica, tra cui i principali risultano:
 - struttura: distanza, per ciascuna specie guida della curva di struttura di popolazione rispetto alla curva attesa;
 - abbondanza: abbondanza delle specie guida rispetto a dei valori attesi (da definire in fase di definizione dello stato di riferimento).

Non sono per ora stati individuati modelli causa-effetto in grado di fornire informazioni predittive sullo stato dell'ittiofauna, in questo senso molto interessante è l'approccio basato sull'utilizzo di modelli a reti neurali per la predizione della comunità ittica attesa sulla base delle condizioni ambientali al contorno (Scardi et al., 2002; Park et al., 2002), per la cui applicazione è tuttavia necessario utilizzare un numero molto elevato di informazioni relative alle variabili ambientali.

Tabella 1 – Metodi sintetici per la caratterizzazione dello stato della fauna ittica.

Metodo	Descrizione metodo
Indice Ittico I.I.	Lodi & Badino (1991, 1998) hanno proposto un indice utilizzabile in zone fluviali a Cipriniformi. Il materiale ittico deve essere raccolto, mediante l'impiego di un elettrostorditore, su una superficie di circa 100 metri quadrati. Non fa distinzione tra specie alloctone ed autoctone, inoltre nel coefficiente a della formula che dovrebbe tener conto delle classi di taglia non viene specificato il numero di individui necessari affinché si possa parlare di buona strutturazione del popolamento associabile a condizioni ambientali normali.
IPA	Indice di Pescosità Assoluta (Bianco, 1990), si basano sulla raccolta di materiale ittico mediante una procedura standardizzata. Le zone più idonee sono quelle a corrente rapida.
CIZ	Coefficiente d'Integrità Zoogeografica (Bianco, 1990), si ottiene dividendo il numero di specie autoctone che una volta vivevano nell'unità ambientale per il numero totale di specie oggi riscontrabili.
CII	Coefficiente d'Integrità Ittica (Bianco, 1990) si ottiene dividendo il numero delle specie autoctone non manipolate (che non hanno subito delle modificazioni d'areale ad opera dell'uomo) per quello delle specie totali attualmente riscontrate nell'unità ambientale considerata.
I'ISECI	Indice proposto da Zerunian (2004), ancora in attesa di validazione pratica.
I'Indice ittico	Indice proposto da Forneris per la determinazione della qualità delle comunità ittiche nel bacino occidentale del Po.

Le informazioni raccolte permettono di ottenere dati su biodiversità, composizione e caratterizzazione della comunità ittica, sull'abbondanza relativa delle singole specie e infine sulla struttura di popolazione (per specie e per classi di età), secondo i seguenti parametri di indicizzazione:

Zonazione Ittica, confronto osservata-attesa (definita come da indicazione della Carta Ittica Regionale):

- ZP1_F: zona a salmonidi potenziale, fario (Carta Ittica Regionale: zona a "trota fario");
- ZP1_M: zona a salmonidi potenziale, marmorata (Carta Ittica Regionale: zona a "trota marmorata-temolo");
- ZP2_R: zona a ciprinidi reofili, potenziale (Carta Ittica Regionale: zona a "ciprinidi reofili")
- ZP2_L: zona a ciprinidi limnofili, potenziale (Carta Ittica Regionale: zona a "ciprinidi limnofili");
- Z1_F: zona a salmonidi osservata, fario (Carta Ittica Regionale: zona a "trota fario");
- Z1_M: zona a salmonidi osservata, marmorata (Carta Ittica Regionale: zona a "trota marmorata-temolo");
- Z2_R: zona a ciprinidi reofili, osservata (Carta Ittica Regionale: zona a "ciprinidi reofili")
- Z2_L: zona a ciprinidi limnofili, osservata (Carta Ittica Regionale: zona a "ciprinidi limnofili")

Abbondanza relativa:

- 0: specie assente;
- 1: specie sporadica (rinvenimento di uno o pochi individui, tale da risultare influente ai fini della caratterizzazione della comunità ittica e della valutazione di qualità ambientale);
- 2: specie presente (rinvenimento di pochi individui, tuttavia influenti sulla caratterizzazione della comunità ittica e sulla valutazione di qualità ambientale);
- 3: specie abbondante (rinvenimento di molti individui, non dominante);
- 4: specie tendenzialmente dominante .

Struttura di popolazione:

- A1: popolazione strutturata e numericamente corretta (presenza di stadi giovanili ed individui in età riproduttiva, diverse classi di età rappresentate da rapporti numerici relativi corretti)
- A2: popolazione strutturata ma numericamente squilibrata (presenza di stadi giovanili ed individui in età riproduttiva, presenti diverse classi di età rappresentate da rapporti numerici relativi non in equilibrio)
- B: popolazione non strutturata (quasi totale assenza o assenza di adulti; stadi giovanili prevalenti o esclusivi)
- C: popolazione non strutturata (quasi totale assenza o assenza di stadi giovanili; adulti prevalenti o esclusivi)

3.2 CAMPAGNA DI CAMPIONAMENTO CONDOTTA RECENTEMENTE NELL'AREA DI INTERESSE

La caratterizzazione ittica del Tanaro nel tratto di interesse è stata condotta richiedendo l'esecuzione di una campagna di indagine di tipo chimico-fisico e biologico alla società Graia s.r.l., i cui risultati completi sono riportati in ALLEGATO 1, mentre nel seguito si riportano i dati di maggior interesse per il dimensionamento dei passaggi per pesci.

3.2.1 Tratti di indagine

Nella mappa riportata qui di seguito è rappresentato il corso del Fiume Tanaro nell'area interessata dalle indagini su base cartografica Google Earth®.

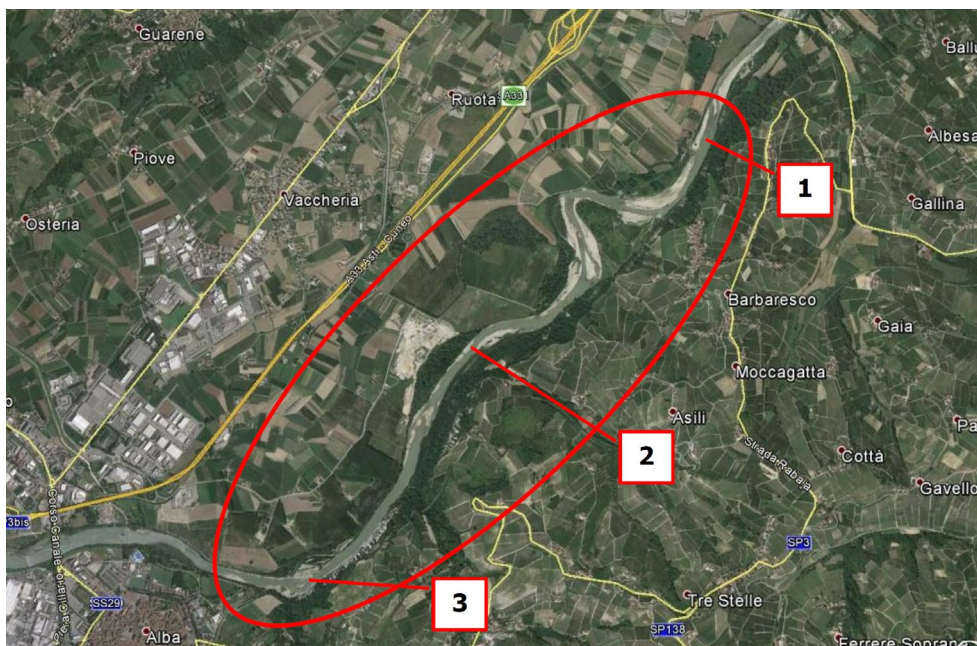


Figura 3 - Tratto interessato dalle attività e punti di monitoraggio

Nell'immagine seguente sono individuati nel dettaglio i punti di campionamento a monte ed a valle dello sbarramento di prevista ricostruzione.



Figura 4 – Punti di campionamento a valle dello sbarramento e nel tratto intermedio



Figura 5 – Punto di campionamento a monte dello sbarramento

3.2.2 Risultati del campionamento della fauna ittica

I campionamenti effettuati mediante elettropesca sono stati eseguiti in data 2 marzo 2015 nei tre tratti indagati. In corrispondenza del Tratto 1 il campionamento ittico è avvenuto principalmente in corrispondenza del ramo con minori portate. La buona percorribilità del tratto ha permesso un campionamento ittico esteso a circa 200 m di fiume, dove i migliori risultati di campionamento sono avvenuti in prossimità della massicciata a protezione della sponda sinistra idrografica. In corrispondenza dei tratti 2 e 3 la scarsa percorribilità in alveo del corso d'acqua, dovuta alla profondità ed alla velocità di corrente, hanno permesso il campionamento in sicurezza soltanto in corrispondenza dei principali rifugi individuati lungo le sponde. Di conseguenza il campionamento maggiormente rappresentativo è stato effettuato nel Tratto 1, mentre i successivi campionamenti hanno permesso di individuare un popolamento ittico del tutto simile a quello del primo tratto indagato. L'assenza di alcune specie nei campioni

dei tratti 2 e 3 sono principalmente dovuti alla difficoltà di campionamento e non ad una reale assenza delle stesse. In considerazione del fatto che il percorso del F. Tanaro tra i tre tratti è in continuità e non presenta interruzioni invalicabili, si è scelto di utilizzare i dati dei 3 campionamenti per descrivere la comunità ittica del tratto.

Verranno di seguito inseriti i dati dei singoli campionamenti, volti ad evidenziare le differenze in termini di risultato dovute alle difficoltà di campionamento nei tratti 2 e 3.

Si riportano per completezza i dati relativi ai tre campionamenti effettuati, da cui sono stati calcolati i valori dell'indice ISECI e dell'Indice Ittico.

Tratto 1	Specie ittica	Indice moyle (1-5)	consistenza (1-4)	struttura (A-B-C)
	alborella	5	3	a
	cavedano	5	4	a
	barbo europeo	2	2	b
	lasca	3	3	c
	ghiozzo padano	4	3	a
	cobite	2	2	a
	pseudorasbora	1	1	b

Tratto 2	Specie ittica	Indice moyle (1-5)	consistenza (1-4)	struttura (A-B-C)
	alborella	3	3	a
	cavedano	3	3	b
	vairone	1	1	b
	pseudorasbora	1	1	b

Tratto 3	Specie ittica	Indice moyle (1-5)	consistenza (1-4)	struttura (A-B-C)
	cavedano	2	2	b
	ghiozzo padano	2	2	a
	vairone	1	1	b

I censimenti hanno portato alla cattura di 8 specie ittiche, di cui 7 Ciprinidi ed un Gobide. Si segnalano 2 specie alloctone: il barbo europeo e la pseudorasbora.

Di seguito si riportano una documentazione fotografica di alcuni esemplari della fauna ittica catturata e i risultati dell'applicazione degli indici ISECI ed Indice Ittico.



Figura 6 – In sinistra giovani esemplari di barbo. Si tratta presumibilmente di B. barbus, specie alloctona di origine europea che può formare ibridi con B. plebejus. In destra esemplare di alborella, specie comune nel tratto indagato

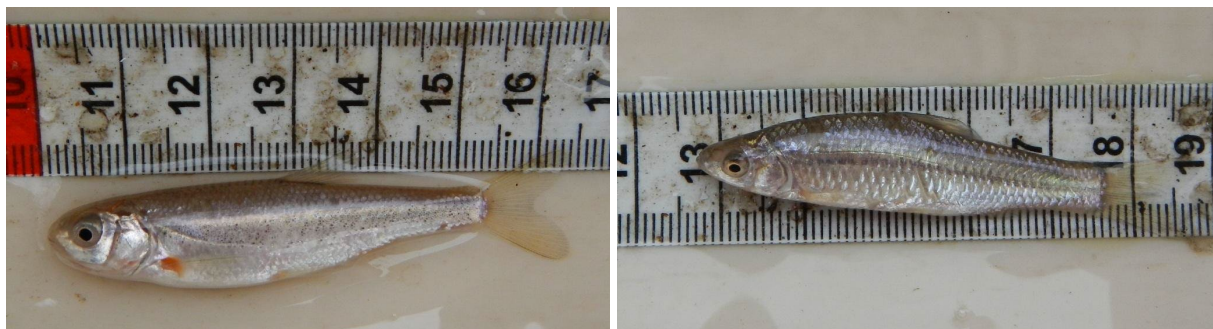


Figura 7 – In sinistra giovane esemplare di vairone, specie con presenza scarsa nel tratto indagato. In destra esemplare di pseudorasbora, specie alloctona censita nel tratto.



Figura 8 – In sinistra esemplari di lasca, specie di elevata valenza ambientale censita nel tratto. In destra esemplari di ghiozzo padano

3.2.3 Calcolo dell'indice ISECI

Si riportano di seguito le informazioni elaborate dai dati acquisiti, che hanno permesso di calcolare il punteggio dell'indice ISECI, risultato pari a 0.61, corrispondente ad uno stato "buono". Le motivazioni sono principalmente dovute alla presenza di 6 specie indigene rispetto a quelle attese, delle quali 3 endemiche, tra cui si riscontra una buona popolazione di lasca, e nessuna appartenente ai salmonidi (trota marmorata assente). Sono presenti, con popolazioni modeste e destrutturate, due specie esotiche appartenenti alla lista 2. Si riportano di seguito le tabelle di calcolo delle metriche che compongono l'indice.

f₁ Presenza di specie indigene	Valore di riferimento	Valore misurato
f₁₁ Presenza di specie indigene appartenenti a Salmonidi, Esocidi e Percidi	1	0
f₁₂ Presenza di specie indigene, esclusi Salmonidi, Esocidi e Percidi	12	3

f₂ Condizione biologica specie indigene presenti - ZONA II	Presenza	Struttura	Consistenza	Punteggio pesato	Endemica	Importanza
cavedano	1	1	1	1	no	no
vairone	1	0	0	0	no	no
sanguinerola	0	0	0	0	no	no
lasca	1	0,5	1	0,7	si	no
gobione	0	0	0	0	no	no
barbo comune	0	0	0	0	si	no
barbo canino	0	0	0	0	si	no
lampreda	0	0	0	0	si	no
anguilla	0	0	0	0	no	no
trota marmorata	0	0	0	0	si	si
cobite mascherato	0	0	0	0	si	no
cobite comune	1	0,5	0,5	0,5	si	no
ghiozzo padano	1	1	1	1	no	no

f₄ Condizione biologica specie aliene presenti	Presenza	Struttura	Consistenza	Punteggio pesato	Nocività
Barbo europeo	1	0	0	0	Medio
Pseudorasbora	1	0	0	0	Medio

MATRICE DI CALCOLO DELL'ISECI	Peso	Punteggio parziale	Punteggio pesato
f₁ Presenza di specie indigene	0,3	0,10	0,03
f₂ Condizione biologica delle popolazioni indigene	0,3	1,07	0,32
f₃ Presenza di ibridi	0,1	1	0,10
f₄ Presenza di specie aliene	0,2	0,75	0,15
f₅ Presenza di specie endemiche	0,1	0,14	0,01
Punteggio totale			0,61
Classe ISECI			II
Giudizio sintetico			buono

3.2.4 Calcolo dell'indice ittico

Si riportano di seguito le informazioni elaborate dai dati acquisiti, che hanno permesso di calcolare il valore dell'indice.

In particolare la seguente tabella riporta:

- L'elenco delle specie ittiche per l'area di pertinenza ed il relativo punteggio del Valore intrinseco per ogni specie.
- L'elenco delle specie alloctone rinvenute, che presentano valore intrinseco -1.
- Il calcolo dell'I.I.n. sulla base della metodica riportata nel capitolo dedicato.

L'Indice Ittico calcolato per il tratto in esame si colloca in uno stato "sufficiente"; questa valutazione risulta più penalizzante di quella fornita dall'ISECI in particolare per la diversa composizione della comunità ittica di riferimento.

Si riporta, a seguito dell'indice calcolato con i dati di campo, la tabella relativa alle indagini effettuate nel 2009 nell'ambito della carta ittica.

Tabella 2 - Matrice di calcolo dell'Indice Ittico per il F. Tanaro a valle di Alba

SPECIE AU zona Z1.1	V	Im	Ia	Ir	P
Anguilla	1				0
Alborella	3	5	3	1	3
Barbo canino	3				0
Barbo	2				0
Lasca	3	3	3	0,5	1,5
Savetta	3				0
Gobione	1				0
Cavedano	1	5	4	1	1
Vairone	2	1	1	0,5	1
Sanguinerola	1				0
Triotto	3				0
Rovella	-1				0
Scardola	1				0
Tinca	1				0
Cobite	2	2	2	0,8	1,6
Cobite barbatello	-1				0
bottatrice	-1				0
spinarello	0				0
ghiozzo di ruscello	-1				0
Ghiozzo padano	3	4	3	1	3
Persico reale	1				0
Luccio	1				0
trota macrostigma	-1				0
Trota marmorata	3				0
Salmerino Alpino	-1				0
Temolo	-1				0
					0
Specie Alloctone					0
carpa	-1				0
aspio	-1				0
pseudorasbora	-1	1	1	0,4	-0,4
barbo sp.	-1	2	2	0,6	-0,6
rodeo amaro	-1				0
carassio	-1				0
tot specie AU	25				
I.I.n.	10,1	scarso			

Il funzionamento ottimale dei passaggi di risalita dell'ittiofauna deve essere garantito per il periodo migratorio-riproduttivo di Ciprinidi e perciò è stato affinato lo studio sull'idraulica (studio sulle portate e relativi livelli idrometrici monte/valle della traversa), alla sezione di interesse, soprattutto durante il periodo primaverile; si rimanda all'Elab. 1.2 - *Relazione idrologica e studio di compatibilità idraulica per approfondimenti e analisi di dettaglio.*

Facendo particolare riferimento al barbo, considerando la taglia media del riproduttore in rimonta 30 cm (in via cautelativa, dal momento che all'aumentare della taglia le prestazioni migliorano e quindi lo sforzo in risalita diviene maggiormente sostenibile per animali più grandi), utilizzando l'equazione di Videler (1993), che consente di calcolare la massima velocità e quella di crociera di un pesce in dipendenza della sua lunghezza, si ottiene: $V_{\max} = 2,8 \text{ m/s}$ e $V_{\text{crociera}} = 1,01 \text{ m/s}$.

Facendo poi riferimento ad altre specie come il cavedano, o comunque per animali di dimensioni inferiori (dell'ordine dei 10–15 cm di lunghezza come il vairone), si sono utilizzate oltre che all'equazione di Videler anche altri dati di riferimento forniti da studi inglesi (da Environment Agency, 2004) sulle capacità natatorie dell'ittiofauna. Nelle figure successive sono riportati i valori di durata dello sforzo per un barbo di soli 10-15 cm a velocità dell'acqua variabili tra 0 ed 1,5 m/s, con temperatura dell'acqua di 10°C. Come si può notare, velocità dell'ordine di circa 0,8 m/s sono sostenibili per molti minuti, ovvero in "cruising/sustained activity"; anche per trota e cavedano di 15 cm, con temperatura dell'acqua di 10°C, velocità dell'ordine dei 0,5-0,8 m/s sono sostenibili per molti minuti, ovvero in "cruising/sustained activity". Per esemplari di lunghezza 10 cm, tramite l'equazione di Videler infine si ottengono i seguenti valori di velocità: $V_{\max} = 1,14 \text{ m/s}$ - $V_{\text{crociera}} = 0,40 \text{ m/s}$.

Alla luce di quanto sopra esposto il passaggio per pesci dovrà presentare velocità medie dell'acqua compatibili con i riferimenti individuati, ovvero intorno a circa 1 m/s; sono ammissibili comunque punte massime di velocità intorno ai 2,0 m/s, ossia compatibili con velocità di scatto in "burst activity", purché molto localizzate, affinché gli animali non debbano sostenerle per distanze prolungate.

Si sottolinea infine che i valori di velocità sostenibile sono comunque indicativi e utilizzabili come riferimento, in quanto i pesci riescono ad individuare anche piccole variazioni di velocità e scegliere le via d'acqua preferenziali, ad esempio nuotando sul fondo, vicino alle pareti laterali oppure proprio in superficie e sono altresì in grado di utilizzare i ricicli d'acqua per avanzare spinti dalla corrente: pertanto le capacità di rimonta sono spesso ben superiori ai risultati dell'applicazione dei suddetti dati sperimentali di laboratorio.

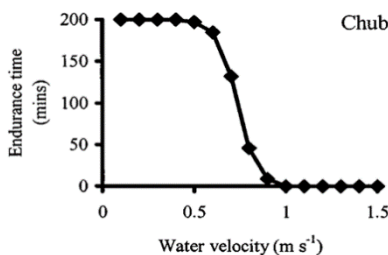


Figura 9 – Prestazioni natatorie cavedano: durata (endurance) per diverse velocità dell'acqua.

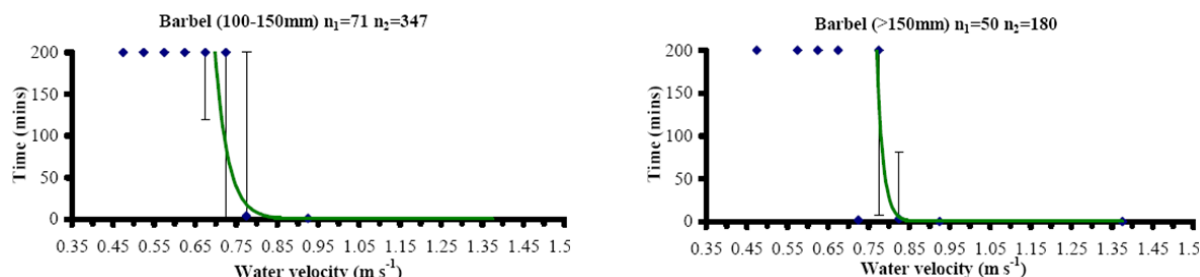


Figura 10 – Prestazioni natatorie barbo: durata (endurance) per diverse velocità dell'acqua.

Infine, è riportato il calendario migratorio - riproduttivo per le specie di particolare interesse presenti nel tratto in esame; tale periodo rappresenta la "finestra biologica" in corrispondenza della quale deve essere massimamente efficace il passaggio artificiale per pesci. È infatti il periodo in cui maggiormente avvengono gli spostamenti lungo il corso d'acqua, a causa della riproduzione, anche se non si esclude che in altri momenti dell'anno possano avvenire spostamenti per motivi trofici.

Tabella 3 - Calendario migratorio delle specie ittiche d'interesse: in rosso il tipico periodo riproduttivo, in giallo possibile anticipazione o posticipazione a seconda dell'andamento climatico della stagione.

Famiglia / specie	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Ciprinidi				X	X	X	X					

Alla luce di quanto evidente in tabella, i passaggi artificiali per i pesci oggetto di progettazione saranno potenzialmente interessati dall'attività migratoria e riproduttiva delle specie ittiche di maggior interesse (arbone; barbo comune; cavedano; etc.) nei periodi che vanno dal mese di aprile a quello di luglio.

4. INDAGINE IDROLOGICO-IDRAULICA

4.1 PORTATE MEDIE MENSILI DI RIFERIMENTO

Come precedentemente affermato, il corretto funzionamento di un passaggio per pesci, oltre che sulle conoscenze delle capacità natatorie dei pesci, si basa sulla calibrazione idraulica dell'opera che è da correlare con le portate defluenti in alveo durante la gestione della derivazione idroelettrica, con riferimento particolare alla stagione migratoria delle specie target. In sostanza è opportuna la conoscenza dell'idrologia alla sezione di riferimento prima di passare a stabilire il rapporto tra alimentazione passaggio per pesci e DMV, nonché le modalità di alimentazione dell'opera durante la gestione dell'impianto idroelettrico.

Le portate medie mensili (v. Figura 11) sono state calcolate a partire dai dati della stazione idrometrica di Arpa Piemonte sul fiume Tanaro alla sezione di Alba, pochi chilometri a monte della sezione di derivazione dell'impianto in progetto. La serie storica delle portate disponibile dal 1995 al 2020 è stata elaborata per ottenere anche i dati della curva di durata, come meglio illustrato nello studio idrologico riportato nell' Elaborato 1.2. Nel grafico sono quindi riportati anche i due dati caratteristici della curva di durata, utili per verificare la funzionalità del passaggio: la $Q_{30} = 152,9 \text{ m}^3/\text{s}$ e la $Q_{330} = 15,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

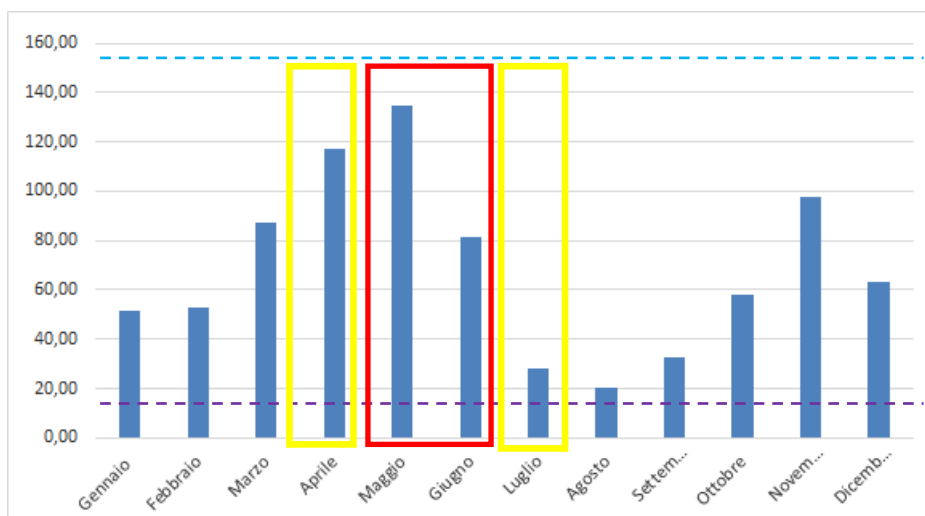


Figura 11 - Andamento delle portate medie mensili (in m³/s) in corrispondenza della sezione di derivazione dell'impianto idroelettrico; in rosso è evidenziato il periodo migratorio dei Ciprinidi (primavera) in giallo il periodo in cui si possono avere anticipi o ritardi nella stagione. La linea azzurra indica la Q_{30} mentre la linea viola la Q_{330} .

Come evidenziato dal grafico, le portate mostrano un trend caratterizzato da un picco nel periodo tardo-primaverile e un secondo, inferiore, con andamento autunnale, dimostrando un regime tipicamente pluvio/nivale; la Q_{330} mostra valori elevati ed è superiore al DE indicato per la sezione di riferimento

A queste portate corrispondono differenti livelli idrici monte/valle della traversa, pertanto il passaggio per pesci deve essere progettato per garantire una funzionalità ottimale con l'escursione di portata e di livelli individuata.

Si osserva che, durante il periodo migratorio dei Ciprinidi, esteso tendenzialmente da maggio a giugno, le portate medie mensili possono variare all'incirca tra gli 80 e 135 m³/s: in sostanza il funzionamento ottimale delle opere per consentire la risalita dei pesci deve essere garantito con questi valori di portata, tenendo comunque conto che anche aprile e luglio possono essere mesi interessati dalla rimonta riproduttiva, a seconda dell'andamento climatico stagionale, con portate che scendono fino a circa 28 m³/s. Inoltre, raffrontando questi valori con due tipiche portate di riferimento, ovvero la Q₃₀ e la Q₃₃₀ (pari rispettivamente a 153 m³/s e 16 m³/s circa), si osserva che tali portate sono rispettivamente superiori e inferiori alle portate attese nel periodo migratorio.

4.2 RILASCI, PORTATA DI ALIMENTAZIONE PASSAGGIO PER PESCI E GESTIONE DELL'IMPIANTO E DELLA DERIVAZIONE

L'aspetto ambientale e quello relativo alla migrazione delle specie ittiche richiede che si dia adeguato compimento alle esigenze di entrambe. L'impianto, come descritto e mostrato negli elaborati di progetto, sarà realizzato in corpo traversa. Per garantire la continuità idraulica monte – valle dello sbarramento funzionale alla rimonta delle specie ittiche, il progetto prevede la realizzazione di due passaggi per pesci attraverso il quale si prevede il deflusso rispettivamente di una portata di 650 l/s e 450 l/s, valori differenti di portata che consentono di coprire una quanto più vasta variabilità delle specie ittiche e delle taglie di pesci presenti nell'alveo del Tanaro. Mentre la scala pesci di sinistra, prossima allo scarico dell'impianto idroelettrico, godrà della portata attrattiva valorizzata energeticamente dalla centrale idroelettrica, la scala pesci in destra godrà dell'attrattività di un canale addizionale funzionale a garantire in ogni condizione di esercizio una portata ai piedi della scala pesci mai inferiore alla portata complementare alla Q_{PAI} e pari a 1'350 l/s, essendo la Q_{PAI} (portata di alimentazione + portata di attrazione della scala pesci) calcolata con la formulazione proposta all'interno delle *Linee guida per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci* della Regione Piemonte e di seguito riportata:

$$Q_{PAI} > 600 + 0.9 \cdot (DMV - 600)^{0.8} > 1'780 \text{ l/s}$$

$$Q_{pesci-dx} + Q_{attrazione-dx} = 0.45 + 1.35 = 1.80 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{PAI}$$

Sul ciglio della traversa e sulla sommità dell'involucro di centrale è previsto completo mascheramento delle strutture prodotto dal rilascio di una lama stramazzone di altezza non inferiore a 4 cm, valore minimo necessario e sufficiente per garantire un adeguato mascheramento della struttura, e che si traduce nel rilascio di una portata costante lungo tutta l'ampiezza dell'alveo di 1,72 m³/s.

Complessivamente, si prevede il rilascio minimo delle seguenti portate a mascheramento delle strutture in alveo e ad alimentazione e attrazione delle scale di risalita pesci:

- Q_{mascheramento} = 1,72 m³/s
- Q_{pesci-sx} = 0,65 m³/s
- Q_{pesci-dx} = 0,45 m³/s
- Q_{attrazione-dx} = 1,35 m³/s

$$Q_{paesagg} = Q_{mascheramento} + Q_{pesci-sx} + Q_{pesci-dx} + Q_{attrazione-dx} = 4,17 \text{ m}^3/\text{s}$$

Il rilascio complessivo di natura paesaggistico – ambientale garantito in corrispondenza della traversa (come mascheramento dell'opera) e per l'alimentazione e l'attrazione delle due scale pesci è complessivamente pari a 4'170 l/s, valore minimo garantito tutto l'anno, essendo il valore della Q_{365} pari a 7,9 m³/s. Il valore di rilascio è inferiore al valore del Deflusso Ecologico e solo funzionale agli aspetti paesaggistici e ambientali di alimentazione dei passaggi per pesci, poiché l'impianto idroelettrico è localizzato in corpo traversa senza sottensione di alveo naturale e quindi non è soggetto al rilascio della portata di Deflusso Ecologico ai sensi del Regolamento, ai sensi dell'art. 3 del R.R. 14/R del 2021.

Occorre inoltre considerare che quando la portata disponibile al netto del rilascio minimo eccede la massima portata derivabile, il rilascio effettivo risulta superiore al valore sopra indicato. Considerando la curva di durata delle portate per l'anno idrologico medio, ciò avviene mediamente per quasi 2 mesi all'anno.

Si sottolinea inoltre che il ripristino della traversa è funzionale, prioritariamente all'uso energetico, a consentire il ripristino della derivazione irrigua presente in destra idrografica asservita al Consorzio Capitto per l'alimentazione del Canale S. Marzano. Prioritariamente alla derivazione a uso idroelettrico è pertanto necessario garantire l'alimentazione, oltre che dei passaggi per pesci, della derivazione ad uso irriguo. La concessione per tale derivazione è accordata in 700 l/s costante per tutto l'anno.

$$Q_{\text{paesagg}} = 4,17 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{consorzio}} = 0,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{non_turb}} = Q_{\text{paesagg}} + Q_{\text{consorzio}} = 4,87 \text{ m}^3/\text{s}$$

Il metodo di regolazione della derivazione e dello sbarramento abbattibile considera tre situazioni che si analizzano con riferimento alle entità relative delle portate in essere e cioè quella totale Q_n che arriva alla traversa, la portata Q_{paesagg} da rilasciare globalmente sugli organi fissi (passaggi pesci e sbarramento mobile) e la portata derivabile massima dall'impianto idroelettrico $Q_{\text{der max}}$.

In funzione delle portate in arrivo alla traversa, derivabili e da rilasciare si presentano i seguenti scenari:

1. $Q_n \leq Q_{\text{non_turb}}$ tale configurazione di magra estrema si riscontra quando la portata totale in arrivo alla derivazione non è in grado di alimentare i due passaggi, il canale attrattivo funzionale al passaggio pesci in destra idrografica, la derivazione ad uso irriguo e a consentire il mascheramento dello sbarramento abbattibile con il mantenimento del livello idrico a monte dello sbarramento a 149,24 m s.l.m. Il distributore della turbina in tale occasione è completamente chiuso, non permettendo la derivazione in quanto non è raggiunta la condizione minima di derivabilità idrica e porta inoltre al completo abbattimento dello sbarramento gonfiabile per livello idrico insufficiente. Tale condizione limite nell'anno idrologico medio non è prevista, poiché la portata minima (Q_{365}) dell'anno idrologico medio è superiore a Q_{paesagg} .
2. $Q_{\text{non_turb}} < Q_n \leq (Q_{\text{non_turb}} + Q_{\text{der max}})$ la portata totale in arrivo alla derivazione transita attraverso i due passaggi pesci, ad alimentazione del canale attrattivo funzionale al passaggio pesci in destra idrografica e sullo sbarramento abbattibile, determinando a monte un livello idrico = 149,24 m s.l.m. In tali condizioni viene inoltre alimentata la derivazione irrigua in destra. Si ha la derivazione per usi idroelettrici della portata

eccedente il valore da garantire per i rilasci, in funzione del mantenimento della quota minima di regolazione del livello idrometrico misurato in continuo nel bacino a monte della traversa. La regolazione della turbina avviene pertanto in continuo al fine di mantenere il livello idraulico di progetto a monte dello sbarramento alla quota di 149,24 m s.l.m.

3. $Q_n > (Q_{non_turb} + Q_{der\ max})$ la portata massima derivabile dall'impianto idroelettrico ($120\ m^3/s$) affluisce alla centrale dove trova l'utilizzazione idroelettrica sino alla portata massima di concessione. La portata rilasciata defluisce sempre attraverso i due passaggi per pesci e in corrispondenza del canale attrattivo in destra e della derivazione Capitto, sfiorando con le portate eccedenti sul ciglio dello sbarramento abbattibile. Quando il livello idrico a monte dello sbarramento raggiunge la quota di massima regolazione ($150,30\ m\ s.l.m.$) si ha il completo abbattimento dello sbarramento, garantendo la limitazione dell'estensione del rigurgito e il contenimento dei livelli idrici all'interno dell'alveo inciso con opportuni franchi idraulici.

Per maggiori dettagli si rimanda all'Elab. 1.2.

4.3 ANALISI DEI LIVELLI IDROMETRICI PRESSO LO SBARRAMENTO

La derivazione è realizzata mediante traversa che, per portate naturali in Tanaro inferiori alla portata di massima derivazione dell'impianto più le portate da garantire per i rilasci, garantisce il mantenimento della quota di normale regolazione a $149,24\ m\ s.l.m.$ Pertanto, il livello di normale regolazione a monte della traversa è mantenuto sino a valori di portate naturali pari a $124,8\ m^3/s$. All'aumentare delle portate naturali verrà incrementato il livello a monte dello sbarramento abbattibile, sino al raggiungimento della quota di massima regolazione.

Lo studio della variazione dei livelli idrici è necessario per la taratura ed il corretto dimensionamento dei due passaggi per pesci. Si è quindi definita la serie di quote dei livelli di monte/valle con le portate tipiche nel periodo riproduttivo delle specie target; i passaggi per pesci saranno quindi dimensionati per funzionare, in maniera ottimale, con tali differenze di livello (v. Tabella 4), sebbene il loro funzionamento sia garantito su variabilità di portate comprese tra la Q_{30} e la Q_{330} , con parametri più restrittivi rispetto a quelli suggeriti dalle linee guida regionali.

Tabella 4 - Livelli idrici monte/valle traversa alle varie portate medie mensili e per i limiti di funzionamento secondo le linee guida regionali; in rosso è evidenziato il tipico periodo migratorio di Ciprinidi (primavera), in giallo il periodo in cui si possono avere anticipi o ritardi delle principali specie target

Mese	Portata naturale (m^3/s)	Livello idrico di monte (m s.l.m.)	Livello idrico di valle (m s.l.m.)	DH (m)
Gennaio	51,5	149,24	143,44	5,80
Febbraio	52,7	149,24	143,45	5,79
Marzo	87,4	149,24	143,74	5,50
Aprile	116,9	149,24	143,93	5,31
Maggio	134,9	149,35	144,04	5,31

Mese	Portata naturale (m ³ /s)	Livello idrico di monte (m s.l.m.)	Livello idrico di valle (m s.l.m.)	DH (m)
Giugno	81,6	149,24	143,69	5,55
Luglio	28,1	149,24	143,18	6,06
Agosto	20,4	149,24	143,08	6,16
Settembre	32,7	149,24	143,24	6,00
Ottobre	58,3	149,24	143,50	5,74
Novembre	97,6	149,24	143,81	5,43
Dicembre	63,5	149,24	143,55	5,69
Q30	152,95	149,47	144,14	5,33
Q330	15,90	149,24	143,02	6,22

Come si evidenzia dalla Tabella 4, il dislivello massimo che si instaura monte-valle della traversa individua un valore di 6,22 m (Q₃₃₀). Nel periodo migratorio il dislivello massimo è pari a 6,06 m (Q_{Luglio}). Per portate molto elevate e tipiche del periodo migratorio (Q₃₀ - Q_{maggio}) il dislivello monte valle si riduce a 5,33 m.

5. PROGETTAZIONE DEI PASSAGGI ARTIFICIALI PER PESCI

5.1 INTERVENTI PREVISTI E COLLOCAZIONE DEI PASSAGGI PER PESCI

Come descritto, il presente progetto prevede il ripristino della traversa preesistente con l'installazione di uno sbarramento abbattibile sul ciglio fisso della traversa, opera funzionale a garantire il sostegno dei livelli idrici per ripristinare la derivazione ad uso irriguo del Consorzio Capitto e alla valorizzazione energetica della risorsa idrica, mediante realizzazione di un impianto idroelettrico in corpo traversa, in sinistra idrografica.

Secondo quanto disciplinato nelle *"Linee guida per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci"* della Regione Piemonte, il passaggio per pesci deve essere realizzato in prossimità dell'impianto idroelettrico, in quanto lo scarico della turbina determina una importante attrazione per le specie ittiche in risalita.

L'ittiofauna tende a migrare verso l'estremo punto di monta raggiungibile liberamente, in quando non viene incontrato lungo il percorso un ostacolo invalicabile (manufatto antropico o salto naturale) o condizioni idrodinamiche che rendono impossibile un'ulteriore risalita a monte (velocità elevate, eccessiva turbolenza, risalti idraulici, ...). È quindi fondamentale localizzare l'imbocco del passaggio per pesci (estremo di valle del dispositivo) nel punto più a monte raggiungibile dall'ittiofauna in risalita. In tale punto dovrà essere altresì assicurata la presenza di un adeguato filone della corrente che sia chiaramente riconoscibile dalle specie ittiche e comunque si deve porre attenzione al fatto che in tale localizzazione siano assenti eccessive turbolenze, o al contrario, zone di acqua ferma; dovrà invece essere presente una zona di pozza di richiamo e stazionamento per la fauna ittica, naturalizzata con massi utili al rifugio dei pesci.

Come indicato all'interno delle linee guida per la progettazione della regione Piemonte, il caso rappresentato in Figura 12 rappresenta la necessità di prevedere due passaggi, uno per sponda: tale situazione può rivelarsi opportuna nei casi in cui la traversa abbia estensione trasversale ragguardevole e sia attesa una migrazione nei periodi in cui la portata del fiume determini l'attivazione degli sfiori per valori tali da inficiare l'attrattività degli scarichi della centrale come filone principale della corrente. Con maggior dettaglio, si specifica infatti (all'interno delle linee guida regionali) che il caso di Figura 12 è *volto a rappresentare situazioni in cui la larghezza dell'alveo è tale da richiedere la realizzazione di un passaggio su entrambe le sponde per evitare che l'imbocco da un solo lato non sia agevolmente identificabile dall'ittiofauna in rimonta lungo la sponda opposta (indicativamente l'opzione di realizzazione di 2 passaggi può essere indispensabile per larghezze d'alveo > 100 m, ma in ogni caso tale necessità è da valutarsi singolarmente a livello sito-specifico anche per valori inferiori).*

La configurazione dell'alveo e di progetto ricade certamente nei casi di Figura 12, in quanto la larghezza dell'alveo è prossima ai 120 e il rilascio del DMV avviene, almeno parzialmente, prevedendo una lama di mascheramento sulla traversa, distribuendo l'attrattività su tutta l'ampiezza dell'alveo.

I passaggi per pesci devono inoltre essere attrattivi per le specie ittiche. In particolare, le linee guida indicano quanto segue: *il passaggio per l'ittiofauna deve essere reso "attrattivo" grazie al rilascio di una portata QPAI (portata per il Passaggio Artificiale dell'Ittiofauna) "che deve costituire il filone di corrente principale quando la portata che supera l'ostacolo è pari (o intorno) alla Q355".*

Per tale ragione si è scelto di realizzare due passaggi per pesci:

- Quello in sinistra, alimentato da una portata di circa 650 l/s, è un passaggio tecnico a bacini successivi con fenditure verticali (vertical slot) realizzato in c.a. e posto a ridosso dell'impianto idroelettrico, attratto dalla portata turbinata e scaricata dall'impianto idroelettrico e con bacino di valle all'altezza di suddetto scarico.
- Quello in destra, alimentato da una portata di circa 450 l/s, è un passaggio tecnico a bacini successivi con fenditure verticali (vertical slot) realizzato in c.a. e posto a ridosso della sponda, attratto dal rilascio di una portata minima complementare al raggiungimento della Q_{PAI} rilasciata da un canale di scarico e attrazione previsto a tale scopo e con bacino di valle localizzato ai piedi del bacino di dissipazione della traversa.

Il livello idrico di normale regolazione è imposto alla quota di 149,24 m s.l.m. definito garantendo un carico di 4 cm sullo sfioro del sopralzo abbattibile e dell'edificio di centrale, al fine di assicurare sempre una portata sfiorante pari a circa 1'720 l/s. La portata rilasciata sul corpo traversa per mantenere inalterato il piacevole aspetto estetico della lama corrente (che evita anche situazioni di ristagno al piede della traversa - accorgimento importante per l'ossigenazione dell'acqua nel catino di ricezione, a scopo del mantenimento igienico/sanitario dell'acqua) non è concorrenziale all'attrattività del sistema di risalita, poiché estesa su tutta la larghezza dello sbarramento.

I due passaggi per pesci sono stati quindi sviluppati in modo da utilizzare al meglio tutti gli spazi esistenti, posizionando i bacini secondo criteri di ottimizzazione degli ingombri, delle pendenze e dei muri/platee d'appoggio e posizionando il sistema nella zona a maggior sicurezza idraulica. Una corretta progettazione delle forme è anche condizione fondamentale per una corretta gestione dell'impianto, soprattutto dal punto di vista della manutenzione. Questa scelta permette una realizzazione parzialmente semplificata, sfruttando il passaggio sull'impianto idroelettrico per consentire l'accesso e la manutenzione del passaggio per pesci in sinistra e la vicinanza alla sponda destra per agevolare gli interventi di manutenzione del passaggio per pesci in destra.

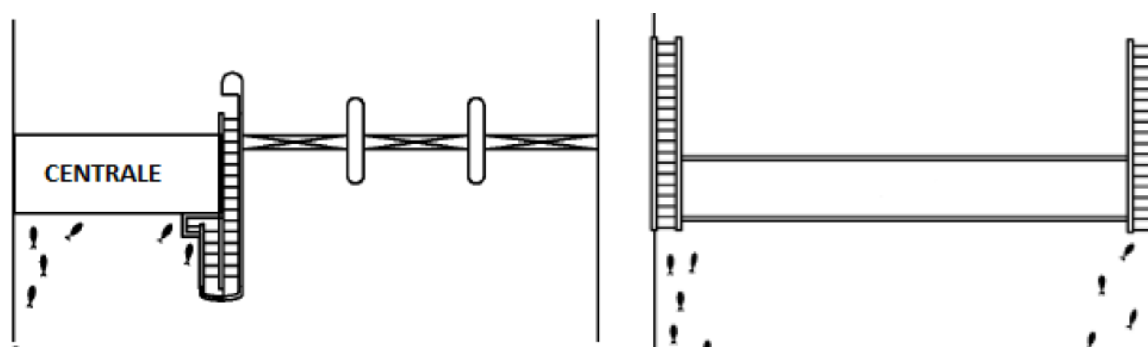


Figura 12 – Ubicazione corretta del passaggio per pesci in corrispondenza di una traversa interessata da un impianto idroelettrico e con elevata ampiezza dell'alveo.
Tale configurazione è analoga a quella prevista dagli Scriventi

5.2 CRITERI PROGETTUALI PASSAGGIO DI RISALITA

Per giungere alla soluzione progettuale più idonea si sono analizzate e rivedute tutte le tipologie di passaggio artificiale, affinché escludere quelle di complessa realizzazione per motivi tecnici, operativi e funzionali. Le molte tipologie di passaggi per pesci sono classificate in tre macro-gruppi secondo la più recente bibliografia internazionale, conformemente alla nuova Commissione Europea "EIFAC Working Party for Fish Passage Best Practises" istituita dalla FAO: questa catalogazione consente l'utilizzo di una terminologia comune per la definizione delle opere, al fine di creare una maggior chiarezza intorno a fuorvianti dizioni.

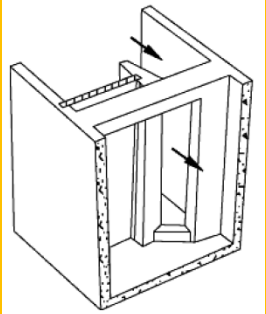
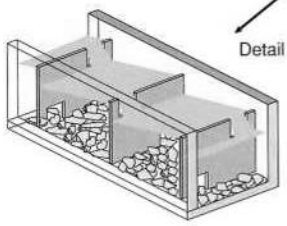
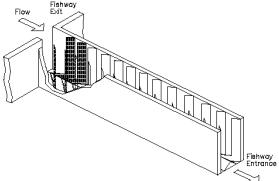
- Passaggi tecnici (technical fishpasses): gruppo di opere, con funzionamento testato ed omologato dal punto di vista idraulico, ad elevata funzionalità; apparentemente simili a comuni opere di ingegneria civile sono realizzati tramite uso di murature (essenzialmente C.A. per realizzare il canale principale) e parti metalliche o meccaniche come paratoie, diaframmi, deflettori, ecc. Il loro aspetto non tende a imitare o ricreare condizioni d'alveo naturali. Sono il gruppo tipologico di maggior utilizzo in tutto il mondo per la grande adattabilità a più svariati scenari.
- Passaggi naturalistici (close to nature fishpasses): gruppo di passaggi artificiali il cui aspetto imita le caratteristiche naturali del corso d'acqua sostituendo un dislivello esistente con pendenze di fondo, rampe di pietrame, percorsi d'acqua alternativi, by-pass, ecc. Talvolta queste opere possono essere realizzate anche con tecniche di ingegneria naturalistica.
- Strutture speciali (special fishpasses): opere che permettono il passaggio dei pesci da valle a monte e viceversa, senza ricostituire però la continuità fluviale. I pesci vengono spostati passivamente oppure attivamente, ma il fiume continua a rimanere sostanzialmente interrotto dallo sbarramento.

La scelta è quindi ricaduta su un passaggio tecnico sotto-tipologia "vertical slot", al termine di un'accurata analisi multicriteria; la decisione per questo tipo d'intervento, sinteticamente, è dovuta ai seguenti criteri:

- criteri metodologici:
 1. realizzare un'opera di dimensioni contenute, per limitarne gli ingombri ed inserirla negli spazi esistenti;
 2. localizzare l'opera ove non costituisce ingombro alla sezione di deflusso;
 3. realizzare un'opera in grado di funzionare con le variazioni di livello stabilite;
 4. massimizzare l'accessibilità alla struttura per il cantiere, operazioni di pulizia, monitoraggio, messa a punto, regolazione e manutenzione.
- criteri funzionali
 1. la tipologia di setti, che va a configurare l'opera come tipologia "vertical slot" è studiata appositamente per Ciprinidi reofili, andando a soddisfare il popolamento polispecifico che caratterizza questo tratto del fiume Tanaro;
 2. il sistema presenta la sua migliore funzionalità (ottimale, di progetto), al livello di regolazione previsto durante il periodo di utilizzo idroelettrico, ma può comunque assorbire un certo range di variazioni risultando sfruttabile dai pesci anche in altri momenti, come meglio specificato e dimostrato

- successivamente, consentendo di garantire le condizioni ottimali per la risalita delle specie ittiche lungo tutto il periodo migratorio (aprile – luglio), con portate disponibili in alveo estremamente variabili;
3. in fase di esercizio possono ancora essere agevolmente apportate modifiche, senza interventi distruttivi o comunque complessi, permettendo di tarare l'opera anche a seguito di collaudi funzionali e monitoraggio delle specie in risalita.

Tabella 5 - Scheda riassuntiva dei passaggi tecnici (estratto da "Linee guida per la progettazione, valutazione tecnica e pianificazione di passaggi artificiali per pesci" – Regione Toscana 2009).

schema	caratteristiche tecniche	vantaggi, svantaggi, efficacia
 Vertical slot	Passaggio a fenditure verticali generalmente costituito da un canale in muratura con setti divisorii in muratura oppure legno/metallo con 1 o 2 fenditure che si estendono per tutta l'altezza della parete. I bacini hanno dimensioni minime di 1,90 m di lunghezza ed 1,20 di larghezza, almeno 0,80 m di profondità; portata minima utilizzabile da circa 150 l/s fino a molti m³/s. Usati per piccoli medi ed elevati salti d'acqua, risultano adatti a far fronte a grandi variazioni di livello del fiume senza compromettere la propria efficacia. Adatti sia per piccoli che grandi corsi d'acqua.	Possono essere dimensionati per grandi portate risultando quindi molto attrattivi. Più funzionali dei passaggi a bacini per i minori rischi di intasamento delle fenditure. Attualmente rappresentano i migliori tipi di passaggi tecnici, essendo adatti per tutte le specie e possono essere utilizzati anche da invertebrati se il fondo viene naturalizzato con pietrame misto.
 Pool and weir	Passaggi a bacini successivi generalmente in muratura con setti divisorii in muratura, legno o metallo con 1 fenditura laterale ed 1 orificio sul fondo. Le pareti presentano le fenditure alternate a destra e sinistra. Bacini con lunghezza minima 1,40 m e larghezza 1,00 m; portate utilizzabili da 50 fino a 500 l/s. Usati per piccoli e medi salti d'acqua, risultano adatti per sbarramenti idroelettrici o per manufatti di sistemazione dell'alveo.	Permettono soltanto l'utilizzo di portate relativamente basse, potendo così risultare poco attrattivi. Possono esserci notevoli rischi di intasamento con i detriti fluitati. Adatti per tutte le specie se le dimensioni dei bacini sono scelte in funzione della specie "target" da favorire.
 Denil	Canali in muratura, legno o metallo con deflettori sagomati a "U" e posti con angolazione a 45°. Possono avere larghezza variabile tra 0,6-0,9 m, pendenza massima $I=1:5$ e lunghezza 6-8 m. Oltre queste lunghezze è previsto l'uso di "resting pools" per la stabulazione del pesce. Utilizzano portate di almeno 150 l/s. Adatti per piccoli dislivelli, soprattutto per riabilitare vecchi mulini ove vi è poco spazio. Per dislivelli maggiori si devono realizzare delle "resting pools" tra un tratto e l'altro. Ne esistono alcune variazioni tipologiche "rallentatori piani" "fatou" e "alaska".	Non si usano in presenza di forti variazioni di livello del fiume e utilizzano portate relativamente alte; occupano tuttavia poco spazio e creano correnti molto attrattive. Risultano non molto adatti a specie deboli o pesci molto piccoli; sono invalicabili per la fauna bentonica.

Per conciliare i sopraindicati punti con il corretto dimensionamento delle opere, che dipende direttamente dalla portata di alimentazione assegnata, si è scelto di progettare i due passaggi di risalita con portate differenti al fine di garantire un maggior spettro di attrattività per tutte le specie ittiche e con portate medie, rese più attrattive dai rilasci previsti immediatamente a valle (impianto idroelettrico e canale attrattivo): questa scelta è conforme a quanto previsto dal reg. R.R. n°8/2007.

5.3 ALCUNE CONSIDERAZIONI SUI PASSAGGI "VERTICAL SLOT"

La tipologia progettuale dei passaggi tecnici "vertical slot" (a fenditure verticali) è il perfezionamento dei classici modelli a "bacini successivi", poiché ne recepisce il principio di funzionamento idraulico, ma ne rappresenta l'evoluzione, andandone ad ottimizzare le performance idrauliche complessive. La differenza sostanziale sta nei setti tra i bacini successivi, che oltre ad avere forma diversa, sono realizzati in modo da avere la fenditura sempre ubicata dallo stesso lato del canale, come mostrato nelle immagini sottostanti, e disposta con una determinata inclinazione rispetto all'asse longitudinale del bacino, dipendente dalla lunghezza/larghezza della fenditura stessa.

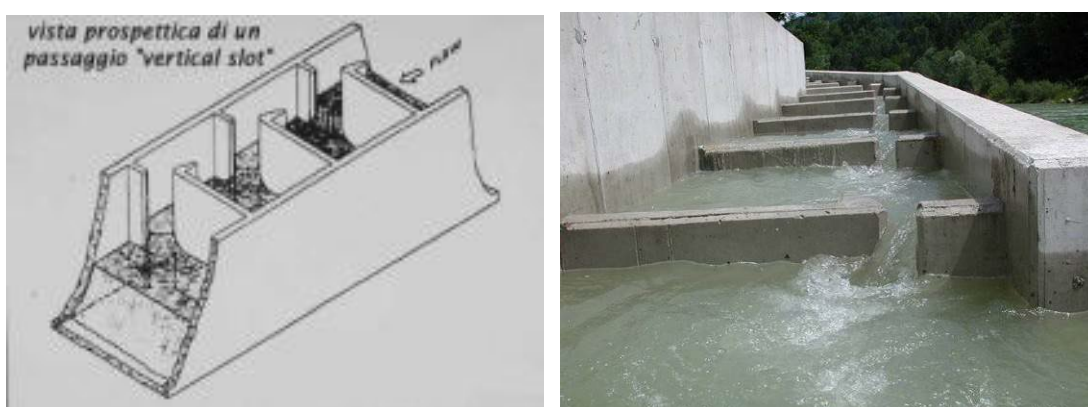


Figura 13 - Schema grafico e immagine di un passaggio tecnico "Vertical Slot".

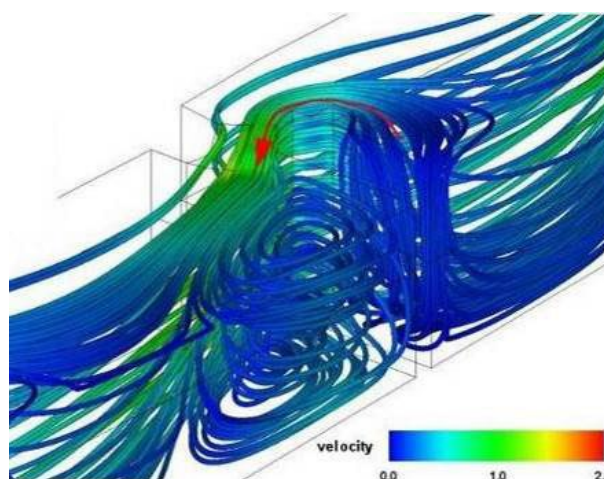


Figura 14 - Idrodinamica in un passaggio vertical slot (da Scruton, 2006).

In questa tipologia di opera si crea un vero e proprio "corridoio migratorio", caratterizzato da distribuzione dei flussi e della velocità secondo determinate forme e gradienti. Il funzionamento idraulico è caratterizzato, infatti, dalla massima riduzione dei fenomeni di turbolenza nel passaggio dell'acqua da un bacino al successivo (cfr. Figura 14); si osserva inoltre lo sviluppo di flussi radenti alle pareti longitudinali del bacino, che possono essere più o meno modificati in base all'angolo di inclinazione tra la fenditura e la parete del bacino stesso.

Il vantaggio delle fenditure verticali sta nel fatto che le condizioni di turbolenza e velocità delle correnti rimangono stabili anche con forti variazioni di livello nel passaggio, per cui è comunque possibile il nuoto dei pesci più piccoli e con limitate capacità natatorie.

5.4 FUNZIONAMENTO E DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE SCALE PESCI

I due passaggi per pesci saranno di tipo tecnico, tipologia vertical slot, soluzione progettuale in grado di minimizzare l'ingombro in alveo e consentire alle specie ittiche presenti in tale tratto di alveo l'agevole risalita del salto geodetico. Le sue peculiarità di tali tipi di passaggi pesci sono:

- le fenditure verticali determinano condizioni idrodinamiche tali da garantire il passaggio sia di specie con differenti abitudini migratorie (ad esempio con nuoto radente sul fondo oppure nuotatori di superficie), sia di individui della stessa specie di diverse classi di età e con capacità natatorie diverse;
- funzionamento idraulico caratterizzato dalla massima riduzione dei fenomeni di turbolenza nel passaggio dell'acqua da un bacino al successivo;
- generazione di linee d'acqua preferenziali per la risalita così come di zone di ricircolo che i pesci utilizzano come resting-areas;
- dispositivo in grado di "assorbire" molto bene le variazioni di livello del fiume;
- standard dimensionali consolidati in numerose esperienze internazionali ed attualmente considerata la miglior tipologia esistente di passaggio artificiale per pesci di tipo tecnico;
- sistema idraulico considerato "autopulente": avviene un "lavaggio" delle vasche con la stessa portata defluente, limitando i fenomeni di inghiaimento, diversamente da altre tipologie a bacini successivi;
- struttura in c.a., resistente all'azione di trascinamento della corrente ed all'impatto di materiale solido.

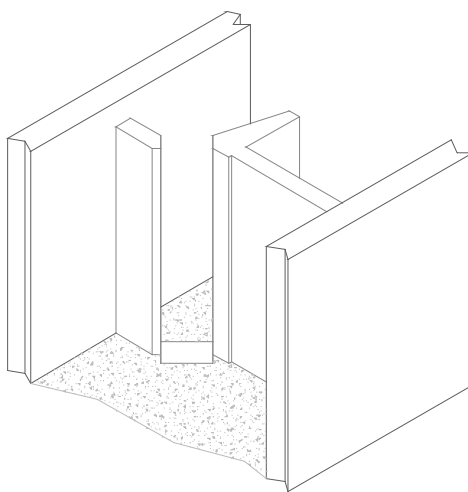


Figura 15 – Passaggio per pesci a bacini successivi di tipo vertical slot

I due passaggi per pesci saranno alimentati da portate differenti consentendo la dissipazione di diversi valori di energia all'interno dei bacini (sempre rientrando ampiamente entro i limiti di dimensionamento e verifica previsti dalle linee guida regionali), al fine di rendere le opere quanto più attrattive possibili per tutte le tipologie e taglie di pesci individuate in tale tratto di alveo:

- il passaggio per pesci in sinistra sarà alimentato da una portata di 650 l/s.
- il passaggio in destra sarà alimentato da una portata di 450 l/s.

Come descritto al §4.3, il dislivello idraulico da superare nelle condizioni di esercizio dell'impianto per la portata minima di riferimento dell'anno (Q_{330}), è pari a 6,51 m. Tuttavia, il corretto funzionamento dei passaggi per pesci deve essere verificato anche per la portata Q_{30} e per la portata prevista nel periodo di riproduzione delle specie ittiche (maggio).

Ambedue i passaggi per pesci saranno costituiti da 33 bacini successivi e 34 salti idraulici (di cui il primo generato tra l'invaso e l'imbocco del primo bacino di monte). Il dislivello massimo tra i bacini, sviluppato al deflusso della portata Q_{330} è di 0,19 m, mentre al deflusso della portata in corrispondenza del periodo migratorio delle specie ittiche (maggio) il dislivello tra i bacini sarà dell'ordine di 16-17 cm. Si sottolinea ancora che il modello "vertical slot" permette alla fauna ittica di trovare la posizione migliore per nuotare attraverso la fenditura in base alle sue dimensioni, stato sanitario, specie, ecc. proprio in virtù di un gradiente di velocità lungo la profondità della fenditura.

Cautelativamente, i bacini sono stati progettati sufficientemente grandi da costituire di per sé delle vasche di riposo. In ogni singolo bacino deve essere infatti dissipata l'energia cinetica della corrente d'acqua; tale dissipazione è stata a lungo testata per ottenere dei valori ai quali attenersi. Ciò è fondamentale poiché con la dissipazione energetica stabilita dalla portata assegnata si confronta il volume d'acqua destinato al bacino. La potenza dissipata ottimale, che si deve sviluppare in ogni bacino, dovrà essere compresa tra 100 e 150 W/m³.

Si evidenzia inoltre che l'andamento sinusoidale dei due passaggi per pesci previsti in progetto garantisce l'alternanza di bacini centrali di dimensioni più contenute (che rispondono al dimensionamento minimo nel seguito analizzato rispondente alle linee guida regionali) con bacini esterni molto più ampi, utili per consentire il riposo alle specie ittiche in rimonta.

Il dimensionamento idraulico riportato nel seguito fa riferimento esclusivamente (cautelativamente) ai bacini centrali di dimensioni inferiori, mentre i valori di velocità media e potenza dissipata nei bacini laterali delle due scale pesci garantisce parametri molto più favorevoli per la rimonta delle specie ittiche.

5.4.1 Dimensionamento idraulico e bacino tipo

La portata di alimentazione dei due passaggi per pesci defluirà attraverso bacini a fenditure verticali (tipologia "vertical slot") con le seguenti caratteristiche geometriche:

PASSAGGIO PER PESCI IN SINISTRA

- Dislivello massimo complessivo $Q_{330} = 6,22$ m
- Dislivello minimo complessivo $Q_{30} = 5,33$ m
- Numero di bacini = 33
- Numero salti idraulici = 34
- Lunghezza netta bacino = 2,8 m
- Larghezza netta bacino = 2,0 m
- Dislivello massimo singolo step per la $Q_{330} = 0,18$ m
- Dislivello massimo singolo step per la $Q_{30} = 0,16$ m
- Larghezza fenditure = 0,29 m
- Portata ottimale = $0,650 \text{ m}^3/\text{s}$
- Profondità media nel bacino per la $Q_{330} = 1,50$ m
- Profondità media nel bacino per la $Q_{30} = 1,73$ m

PASSAGGIO PER PESCI IN DESTRA

- Dislivello massimo complessivo $Q_{330} = 6,22$ m
- Dislivello minimo complessivo $Q_{30} = 5,33$ m
- Numero di bacini = 33
- Numero salti idraulici = 34
- Lunghezza netta bacino = 2,1 m
- Larghezza netta bacino = 2,0 m
- Dislivello massimo singolo step per la $Q_{330} = 0,18$ m
- Dislivello massimo singolo step per la $Q_{30} = 0,16$ m
- Larghezza fenditure = 0,26 m
- Portata ottimale = $0,450 \text{ m}^3/\text{s}$
- Profondità media nel bacino per la $Q_{330} = 1,40$ m
- Profondità media nel bacino per la $Q_{30} = 1,63$ m

Le fenditure saranno realizzate a tutt'altezza e attrezzate con gargami per l'inserimento di elementi metallici per consentire sia le operazioni di manutenzione dei singoli bacini, sia la calibrazione e la taratura della portata di dimensionamento a seguito della realizzazione dell'opera, sia piccole cacciate di materiale solido depositato all'interno dei bacini medesimi.

Nel caso in esame, si prevede l'inserimento di una piccola paratoia in corrispondenza di ciascuna fenditura di altezza funzionale a parzializzare l'altezza della fessura verticale, la quale potrà essere oggetto di modifica e regolazione a seguito del collaudo del passaggio per pesci, una volta realizzato, consentendo di tarare e calibrare al meglio il funzionamento dell'opera.

Il dimensionamento della larghezza della fenditura è quindi definito in funzione della portata del passaggio dell'ittiofauna e dell'altezza idraulica utile a monte della stessa nelle condizioni più critiche di esercizio (Q_{330}), secondo la seguente formulazione:

$$Q = \mu_1 B H_1 \sqrt{2g\Delta H}$$

μ_1 = coeff. di efflusso = 0,75

B = larghezza fenditura

g = accelerazione di gravità

ΔH = dislivello massimo tra i bacini

H_1 = carico di monte sulla fenditura

La *velocità teorica di efflusso dalla fenditura*, ovvero la velocità massima della lama stramazante è calcolata con la formula di Torricelli:

$$V = \sqrt{2g\Delta H}$$

tale valore è riferito alla lama stramazante e compatibile con il valore massimo di 2 m/s individuato come valore massimo ammissibile solo puntualmente nell'ambito delle sezioni di deflusso più ristrette (cfr. *Manuale regionale del Piemonte - Linee guida per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci*, § 6.3 e §7).

La *velocità media attraverso la fenditura* è calcolabile con la formula di Leonardo e Castelli:

$$V = \frac{Q}{\Omega}$$

- Ω = sezione fenditura bagnata
- Q = portata, dipendente dal carico H_1

Il valore di *velocità media* dell'acqua nella fenditura è in tutti i casi inferiore al valore medio di riferimento per la progettazione individuato in 2 m/s. Si sottolinea ancora che il modello "*vertical slot*" permette alla fauna ittica di trovare la posizione migliore per nuotare attraverso la fenditura in base alle sue dimensioni, stato sanitario, specie, ecc. in virtù di un gradiente di velocità che è minimo in prossimità del fondo della fenditura (con valori di poche decine di cm/s) ed aumenta avvicinandosi alla superficie.

Test idraulici su modelli "*vertical slot*" hanno misurato valori di velocità dell'acqua nella fenditura di poco superiori a 0,1 m/s (ordine di poche decine di cm/s) nelle vicinanze del fondo, pertanto ampiamente sostenibili dalle specie ittiche in esame.

Valori di velocità così ridotti permettono il nuoto dell'ittiofauna non nella modalità *"burst activity"*, bensì nella modalità *"cruising activity"* e pertanto si può ritenere che il passaggio sia rimontabile senza alcun rilevante problema di affaticamento dalle specie target. Le condizioni di velocità dell'acqua sono ampiamente soddisfatte oltre che conformi al punto 2.7.4. del D.G. Provincia di Torino n. 746-151363/2000 del 18 luglio 2000: "Criteri tecnici per la progettazione e realizzazione dei passaggi artificiali per l'ittiofauna".

5.4.2 Dissipazione di potenza specifica

In ogni singolo bacino deve essere dissipata l'energia cinetica della corrente d'acqua; tale dissipazione è stata a lungo testata per ottenere dei valori ai quali attenersi. Ciò è fondamentale poiché con la dissipazione energetica stabilita e dalla portata assegnata si confronta il volume d'acqua destinato al bacino. Ovviamente specie diverse hanno necessità diverse, ad esempio i salmonidi tollerano valori di dissipazione molto alti (anche 200 W/m³), mentre altre specie, ad esempio la cheppia, sono disturbate da forti turbolenze, in presenza delle quali non risalgono. La potenza dissipata ottimale per il popolamento target a ciprinidi, che si deve sviluppare in ogni bacino, è compresa tra 100 e 150 W/m³. Valori superiori risultano accettabili esclusivamente per salmonidi con ottime capacità natatorie.

La potenza dissipata si calcola con la formula :

$$P_v = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta H}{V}$$

Con:

- ΔH = dislivello massimo tra i bacini
- g = accelerazione di gravità
- ρ = densità acqua
- V = volume d'acqua nel bacino

5.4.3 Verifica delle condizioni di funzionamento secondo le linee guida

Si riportano nel seguito alcune tabelle di sintesi per la verifica del rispetto delle condizioni di funzionamento della coppia di passaggi per pesci previste ai sensi delle linee guida regionali, per i valori di portata e i dislivelli idraulici caratteristici dell'intero anno idrologico medio (Q_{330} – Q_{30} – Q_{maggio}). Si rimanda per maggiori dettagli e approfondimenti alle tabelle riportate in ALLEGATO 2.

Tabella 6 – Passaggio per pesci in sinistra idrografica. Dimensionamento per la Q_{330}

PASSAGGIO PER PESCI IN SINISTRA - Q330 Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO Impianto TANARO POWER				
CONDIZIONI AL CONTORNO				
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)	Q _{pesci}		0.65	m ³ /s
Livello acqua di progetto alveo di monte	H _{m-p}		149.24	m s.l.m.
Livello acqua di progetto alveo di valle	H _{v-p}		143.02	m s.l.m.
Delta H complessivo	ΔH		6.22	m
Numero di bacini			33	
VINCOLI IMPOSTI				
Salto tra soglie fessure laterali setti bacini	dH		0.183	m
Velocità				
DIMENSIONAMENTO BACINI				
<i>Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)</i>				
Lunghezza interna utile	L		2.8	m
Larghezza interna utile	B		2	m
Altezza media del livello nei bacini	H		1.5	m
Volume del bacino	V		8.4	m ³
PV potenza specifica di dissipazione	P _v		138.9	W/mc
DIMENSIONAMENTO SETTI				
<i>Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)</i>				
Spessore muratura	s		0.3	m
Altezza massima del setto	h		1.5	m
<i>Dimensionamento fessura laterale con stramazzo parzialmente rigurgitato</i>				
Profondità fessura laterale dalla sommità del setto	h-p		1.5	m
Coefficiente deflusso fessura verticale	C _d		0.75	
Portata defluente fessura verticale	Q		0.65	m ³ /s
Carico idrico a monte della fessura	H _{1 teor}		1.59	m
Delta H tra fondo bacino e fondo fessura (H ₀ vertical slot)	H _{0vs}		0	m
Carico totale a monte della fenditura	H ₁		1.59	m
Larghezza fessura laterale	b		0.29	m

Tabella 7 - Passaggio per pesci in destra idrografica. Dimensionamento per la Q330

PASSAGGIO PER PESCI IN DESTRA - Q330 Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO Impianto TANARO POWER				
CONDIZIONI AL CONTORNO				
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)	Qpesci		0.45	m3/s
Livello acqua di progetto alveo di monte	Hm-p		149.24	m s.l.m.
Livello acqua di progetto alveo di valle	Hv-p		143.02	m s.l.m.
Delta H complessivo	DH		6.22	m
Numero di bacini			33	
VINCOLI IMPOSTI				
Salto tra soglie fessure laterali setti bacini	dH		0.183	m
Velocità				
DIMENSIONAMENTO BACINI				
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)				
Lunghezza interna utile	L		2.1	m
Larghezza interna utile	B		2	m
Altezza media del livello nei bacini	H		1.4	m
Volume del bacino	V		5.88	m3
PV potenza specifica di dissipazione	Pv		137.3	W/mc
DIMENSIONAMENTO SETTI				
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)				
Spessore muratura	s		0.3	m
Altezza massima del setto	h		1.5	m
Dimensionamento fessura laterale con stramazzo parzialmente rigurgitato				
Profondità fessura laterale dalla sommità del setto	h-p		1.5	m
Coefficiente deflusso fessura verticale	Cd		0.75	
Portata defluente fessura verticale	Q		0.45	m3/s
Carico idrico a monte della fessura	H1 teor		1.49	m
Delta H tra fondo bacino e fondo fessura (H0 vertical slot)	H0vs		0.25	m
Carico totale a monte della fenditura	H1		1.24	m
Larghezza fessura laterale	b		0.26	m

Tabella 8 - Tabella di sintesi e verifica dei parametri per il corretto dimensionamento del passaggio per l'ittiofauna. Passaggio pesci in sinistra al deflusso della Q330

PASSAGGIO PER PESCI IN SINISTRA - Q330 Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO Impianto TANARO POWER				
<u>PARAMETRO</u>	<u>VALORI CONSIGLIATI</u>		<u>VALORI DI PROGETTO</u>	<u>VERIFICA</u>
	Salmonidi	Ciprinidi	Massimo (Q330)	
Dislivello massimo tra i bacini Δh	0.25	0.2	0.18	VERO
Valore minimo di larghezza della fessura b	>0.2		0.29	VERO
Lunghezza minima bacino L	L>1.4-1.5 m		2.8	VERO
Profondità minima H	>0.6 m		1.5	VERO
Potenza specifica dissipata nei bacini (W/mc)	<200	<150	138.9	VERO
Velocità in corrispondenza dell'apertura del setto (m/s)	circa 2		1.89	VERO
Velocità media nella fessura (m/s)	<1.5 m/s		1.42	VERO
Rapporto H/ ΔH (flusso rigurgitato)	>2		8.2	VERO
Rapporto L/b	8-10		9.7	VERO
Rapporto B/b	6-8		7.0	VERO
Rapporto battente sullo stramazzo/dislivello tra bacini	>2		8.7	VERO

Tabella 9 - Tabella di sintesi e verifica dei parametri per il corretto dimensionamento del passaggio per l'ittiofauna. Passaggio pesci in sinistra al deflusso della Q30

PASSAGGIO PER PESCI IN SINISTRA - Q30 Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO Impianto TANARO POWER				
<u>PARAMETRO</u>	<u>VALORI CONSIGLIATI</u>		<u>VALORI DI PROGETTO</u>	<u>VERIFICA</u>
	Salmonidi	Ciprinidi	Minimo (Q30)	
Dislivello massimo tra i bacini Δh	0.25	0.2	0.16	VERO
Valore minimo di larghezza della fessura b	>0.2		0.29	VERO
Lunghezza minima bacino L	L>1.4-1.5 m		2.8	VERO
Profondità minima H	>0.6 m		1.73	VERO
Potenza specifica dissipata nei bacini (W/mc)	<200	<150	108.5	VERO
Velocità in corrispondenza dell'apertura del setto (m/s)	circa 2		1.75	VERO
Velocità media nella fessura (m/s)	<1.5 m/s		1.32	VERO
Rapporto H/ ΔH (flusso rigurgitato)	>2		11.0	VERO
Rapporto L/b	8-10		9.7	VERO
Rapporto B/b	6-8		7.0	VERO
Rapporto battente sullo stramazzo/dislivello tra bacini	>2		11.5	VERO

Tabella 10 - Tabella di sintesi e verifica dei parametri per il corretto dimensionamento del passaggio per l'ittiofauna. Passaggio pesci in destra al deflusso della Q₃₃₀

PASSAGGIO PER PESCI IN DESTRA - Q330 Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO Impianto TANARO POWER				
<u>PARAMETRO</u>	<u>VALORI CONSIGLIATI</u>		<u>VALORI RISCONTRATI</u>	<u>VERIFICA</u>
	Salmonidi	Ciprinidi	Massimo (Q330)	
Dislivello massimo tra i bacini Δh	0.25	0.2	0.18	VERO
Valore minimo di larghezza della fessura b	>0.2		0.26	VERO
Lunghezza minima bacino L	L>1.4-1.5 m		2.1	VERO
Profondità minima H	>0.6 m		1.4	VERO
Potenza specifica dissipata nei bacini (W/mc)	<200	<150	137.3	VERO
Velocità in corrispondenza dell'apertura del setto (m/s)	circa 2		1.89	VERO
Velocità media nella fessura (m/s)	<1.5 m/s		1.42	VERO
Rapporto H/ ΔH (flusso rigurgitato)	>2		7.7	VERO
Rapporto L/b	8-10		8.2	VERO
Rapporto B/b	6-8		7.8	VERO
Rapporto battente sullo stramazzo/dislivello tra bacini	>2		6.8	VERO

Tabella 11 - Tabella di sintesi e verifica dei parametri per il corretto dimensionamento del passaggio per l'ittiofauna. Passaggio pesci in destra al deflusso della Q₃₀

PASSAGGIO PER PESCI IN DESTRA - Q30 Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO Impianto TANARO POWER				
<u>PARAMETRO</u>	<u>VALORI CONSIGLIATI</u>		<u>VALORI RISCONTRATI</u>	<u>VERIFICA</u>
	Salmonidi	Ciprinidi	Minimo (Q30)	
Dislivello massimo tra i bacini Δh	0.25	0.2	0.16	VERO
Valore minimo di larghezza della fessura b	>0.2		0.26	VERO
Lunghezza minima bacino L	L>1.4-1.5 m		2.1	VERO
Profondità minima H	>0.6 m		1.63	VERO
Potenza specifica dissipata nei bacini (W/mc)	<200	<150	109.9	VERO
Velocità in corrispondenza dell'apertura del setto (m/s)	circa 2		1.75	VERO
Velocità media nella fessura (m/s)	<1.5 m/s		1.32	VERO
Rapporto H/ ΔH (flusso rigurgitato)	>2		10.4	VERO
Rapporto L/b	8-10		8.2	VERO
Rapporto B/b	6-8		7.8	VERO
Rapporto battente sullo stramazzo/dislivello tra bacini	>2		9.3	VERO

5.4.1 Paratoia - deflettore

Si individuano due possibili soluzioni costruttive per la realizzazione delle paratoie - deflettori: la prima prevede l'utilizzo di solo CLS, direttamente gettato in opera previa predisposizione delle casserature (possono essere anche pre-fabbricate e poi poste a dimora con opportuno sistema di aggancio); la seconda soluzione prevede l'utilizzo di CLS per la realizzazione del solo muro principale mentre il deflettore può essere realizzato col profilato metallico. La scelta costruttiva non modifica la funzionalità dell'opera per la risalita dei pesci.



Figura 16 - Soluzione con paratoie in CLS (Pini Prato, 2007) e Soluzione con paratoie in CLS e profilato metallico per formare il deflettore

5.4.2 Macroscabrezze

Per migliorare la performance dell'impianto, è prevista l'apposizione di scabrezze e rugosità sul fondo del canale, al fine di modificare il gradiente di velocità e abbassarne sensibilmente i valori, oltre che diversificarne il fondale e naturalizzarlo. In sostanza il fondo del canale sarà rivestito (cfr. Figura 17) da un "tappeto roccioso" realizzato con materiale lapideo a spigolo vivo (dimensioni 15 – 20 cm) che, aumentando la scabrezza del fondo stesso, diminuisce la velocità dell'acqua creando linee di migrazione e micro-zone di rifugio adatte anche alle specie bentoniche e quelle con nuoto preferenziale sul fondo.



Figura 17 - Esempio di macro-scabrezze di fondo: posa dello strato in un passaggio tecnico a bacini successivi (foto sinistra) e risultato finale in un passaggio vertical slot (foto destra) (Pini Prato 2011 e Wittacker, 2009).

Le modalità esecutive prevedono uno schema di montaggio in cui il bloccaggio degli elementi nella gettata di CLS sia di circa 10 cm, corrispondente ad un ammorsamento degli elementi pari a circa il 50% del loro volume. Eventuale posa di ghiaia nel CLS ancora fresco, fino a totale copertura delle fughe tra un elemento di pietrame e l'altro, può essere un aspetto migliorativo.

5.4.3 Misuratore di livello e taratura del passaggio per pesci

Prima della messa in esercizio dell'impianto sarà condotta una taratura della bocca di presa delle scale di risalita al fine di garantire il rilascio della portata di dimensionamento (rispettivamente 650 e 450 l/s). Sarà collocato un misuratore di livello, costituito da un'asta idrometrica ben leggibile, presso la bocca di presa dei passaggi artificiali. In tale maniera sarà possibile leggere il livello d'acqua in entrata nel passaggio e in corrispondenza dello sbarramento abbattibile: conoscendo la scala di deflusso, sarà fornito un sistema trasparente ed oggettivo di verifica da parte delle Autorità competenti, il tutto conformemente a quanto previsto dal Reg. 8/2007, di cui si riporta un estratto:

Tale modalità di rilascio dovrà obbligatoriamente prevedere idonei dispositivi di controllo visivo del livello idrico a monte necessario a affinché defluisca il rilascio previsto.

Ove tecnicamente non siano applicabili le modalità innanzi richiamate, il DMV può essere rilasciato attraverso bocche o luci a battente collocate in corrispondenza del canale di derivazione o degli organi di scarico esistenti, a condizione che i medesimi siano prossimi alla traversa.

Tale modalità dovrà obbligatoriamente prevedere:

- a) libero accesso dell'autorità concedente al canale di adduzione o dissabbiatore ove si effettua il rilascio;
- b) dispositivi di bloccaggio del grado di apertura delle bocche di efflusso;
- c) dispositivi di controllo visivo del livello idrico necessario a monte delle bocche di efflusso affinché defluisca il rilascio previsto.

5.5 FUNZIONAMENTO DEI PASSAGGI PESCI A SBARRAMENTO ABBATTUTO

In caso di completo abbattimento dello sbarramento mobile la risalita delle specie ittiche durante il periodo migratorio è comunque garantita: infatti, in condizioni di completo abbattimento dello sbarramento abbattibile i livelli idrici a valle nel periodo migratorio (aprile - maggio) sono piuttosto elevati (144.04 m s.l.m. a valle del bacino di dissipazione della traversa), attestandosi a una quota prossima alla quota di intestazione della soglia fissa della traversa, mentre i livelli di monte si attestano su un valore pari a circa 144,92 m s.l.m. Il salto idraulico, come mostrato nel profilo idraulico schematico riportato all'immagine seguente, è completamente dissipato in corrispondenza della traversa, consentendo alle specie ittiche la rimonta in condizioni naturali del dislivello dettato dalla soglia fissa senza che si rendano necessarie opere aggiuntive atte alla rimonta delle specie ittiche.

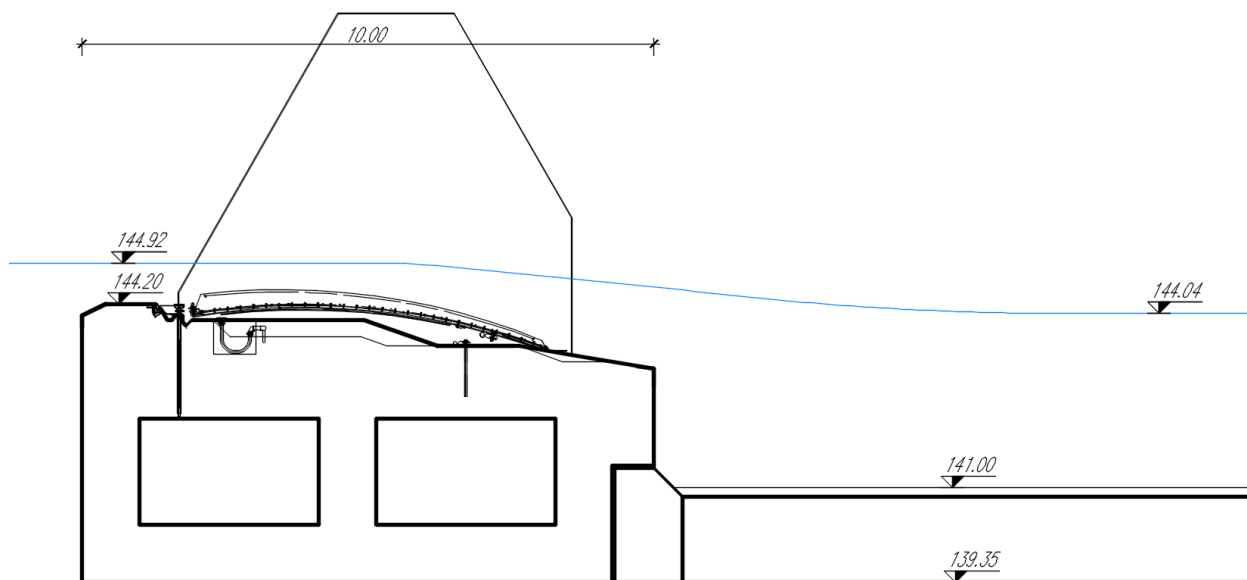


Figura 18 – Profilo idraulico nel periodo migratorio delle specie ittiche target (aprile – maggio) in condizioni di sbarramento completamente abbattuto. Le specie ittiche, in tali condizioni, sono in grado di superare naturalmente la soglia fissa della traversa

5.6 MODALITÀ DI GESTIONE DELLO SBARRAMENTO FINALIZZATO ALLA SALVAGUARDIA DELL'ITTIOFAUNA

Per la salvaguardia dell'ittiofauna sarà definito specifico protocollo di gestione che preveda, qualora si ipotizzi il rischio di formazione di asciutte localizzate a monte, di garantire il presidio per il recupero ittiofauna.

Per la gestione ordinaria, invece, in fase di gonfiaggio del gommone per il riempimento dell'invaso si prevede che vi sia sempre una lama sfiorante sullo scudo, al fine di garantire, oltre al deflusso della portata attrattiva (sempre presente), che vi sia la continuità del flusso a valle dello sbarramento e quindi siano evitati tratti in asciutta.

6. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

6.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il Piano di Monitoraggio è stato sviluppato ai sensi della normativa di settore vigente, in particolare con riferimento agli Allegati al D.M. Ambiente dell'08/11/2010 n. 260, che modifica le norme tecniche del D. Lgs. 152/2006 (Testo Unico Ambientale), pubblicato sul Supplemento alla G.U. n. 30 del 07/02/2011.

Il D.M. n.260/2010, regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, predisposto ai sensi dell'art. 75, comma 3 del citato D. Lgs 152/2006, è stato emanato al fine di modificare gli Allegati alla parte terza del decreto n.152/06 per adeguarli alla Direttiva 2000/60/CE, che ha istituito un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

Nel seguito viene fornito un breve inquadramento della direttiva comunitaria n.2000/60/CE nonché del Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare n.260 dell'8 novembre 2010.

È bene evidenziare, però, come tali normative disciplinino l'adozione da parte di Enti Pubblici di adeguati piani di monitoraggio dei corsi d'acqua e di relativi contenuti. Nel caso in studio, invece, è necessario realizzare un Piano di Monitoraggio, per comprendere come le opere in progetto influiscano sull'ambiente idrico. Pertanto, i contenuti delle succitate norme sono stati adeguati a meglio rispondere alle esigenze del caso in studio.

Si rimanda allo specifico *elaborato 4.8 – Piano di Monitoraggio Ambientale* per i dettagli delle componenti da monitorare, delle metodiche e delle frequenze di campionamento

ALLEGATO 1

– Stralcio della relazione di indagini chimico – fisiche, ittiche e macrobentoniche sul fiume
Tanaro condotte recentemente dalla società Graia s.r.l.

Indagini chimico-fisiche, ittiche e macrobentoniche sul Fiume Tanaro

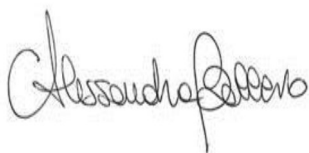
Marzo 2015

AUTORI

DR. GAETANO GENTILI

G. R. A. I. A. s.r.l.

Via Repubblica, 1
21020 VARANO BORGHESI (VA)
Partita I.V.A. N° 10454870154



DR.SSA ALESSANDRA BALLERIO

DR. ENRICO GALLINA



G · R · A · I · A



GESTIONE E RICERCA AMBIENTALE
ITTICA ACQUE

1 PREMESSA

Nell'ambito di un progetto idroelettrico sul F. Tanaro In Comune di Barbaresco, in corrispondenza di uno sbarramento fluviale esistente e attualmente in stato di dissesto, la Società GRAIA Srl è stata incaricata di effettuare delle indagini di tipo chimico-fisico e biologico sul Fiume stesso nel tratto interessato dall'impianto e in due tratti fluviali a risalire, in relazione all'influenza del progetto in esame sul tratto di fiume a monte dello sbarramento.

L'attività ha previsto la caratterizzazione ecologica, secondo quanto indicato dal DM 260/2010, di due tratti fluviali, uno a monte e uno a valle della briglia esistente nell'area indicata.

Le indagini hanno previsto:

- Analisi della qualità chimico-fisica delle acque;
- Campionamento di macroinvertebrati e applicazione dell'Indice STAR_ICMi;
- Campionamento di fauna ittica e applicazione dell'Indice ISECI e dell'Indice Ittico.

Nel presente documento vengono esposti i risultati ottenuti da tali indagini.

2 TRATTI DI INDAGINE

Il progetto in esame si inserisce nell'ambito della ricostruzione di uno sbarramento fluviale esistente ad uso irriguo che, attualmente, si presenta in avanzato stato di dissesto a causa del crollo verificatisi nel novembre del 2010. La traversa in oggetto è ubicata sul Fiume Tanaro in comune di Barbaresco, circa 650 m a monte del ponte della SP3 "Castagnito – Neive".

La ricostruzione dello sbarramento si rende necessaria in quanto, a seguito del crollo della traversa, è stata interrotta la derivazione ad uso irriguo del Canale San Marzano di cui è titolare il Consorzio irriguo Capitto; occorre quindi ripristinare le opere di derivazione per garantire la funzionalità della presa attualmente non fruibile.

Oltre che per scopi irrigui, la derivazione è idonea ad essere sfruttata anche per fini idroelettrici, in modo da garantire un uso plurimo della risorsa idrica; a tal proposito si prevede l'installazione di un innalzamento abbattibile al di sopra della traversa fissa e la realizzazione di una centrale idroelettrica in corpo traversa.

Contestualmente alla realizzazione del progetto verrà realizzato un passaggio per pesci volto a ripristinare la connessione ecologica che verrebbe interrotta dalla realizzazione dello sbarramento.

La quasi totalità delle opere in progetto è ubicata in comune di Barbaresco, con la sola eccezione dell'edificio costituente la cabina di consegna e di parte del tracciato dell'elettrodotto interrato che sono localizzati in comune di Castagnito.

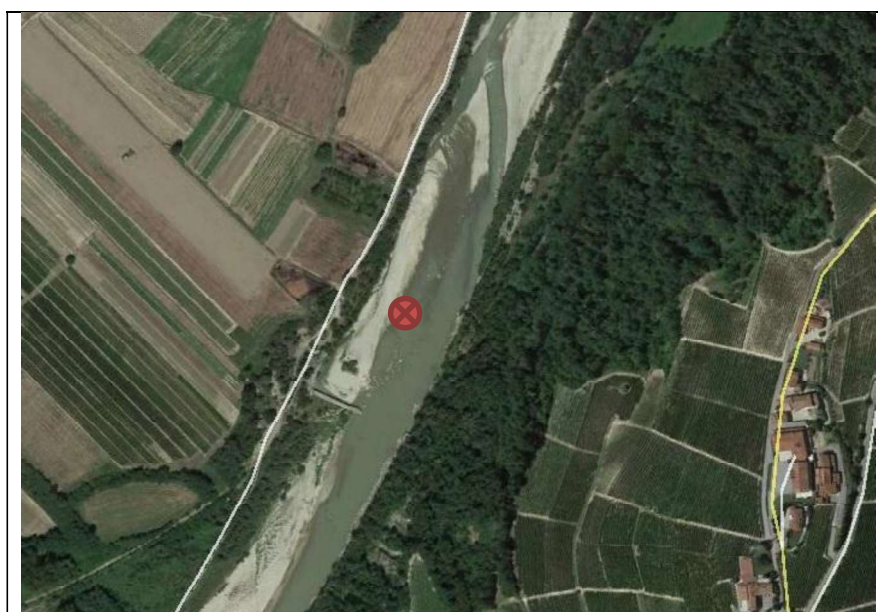
Nella mappa riportata qui di seguito è rappresentato il corso del Fiume Tanaro nell'area interessata dalle indagini su base cartografica Google Earth®.

Figura 1: Tratto interessato dalle attività e punti di monitoraggio

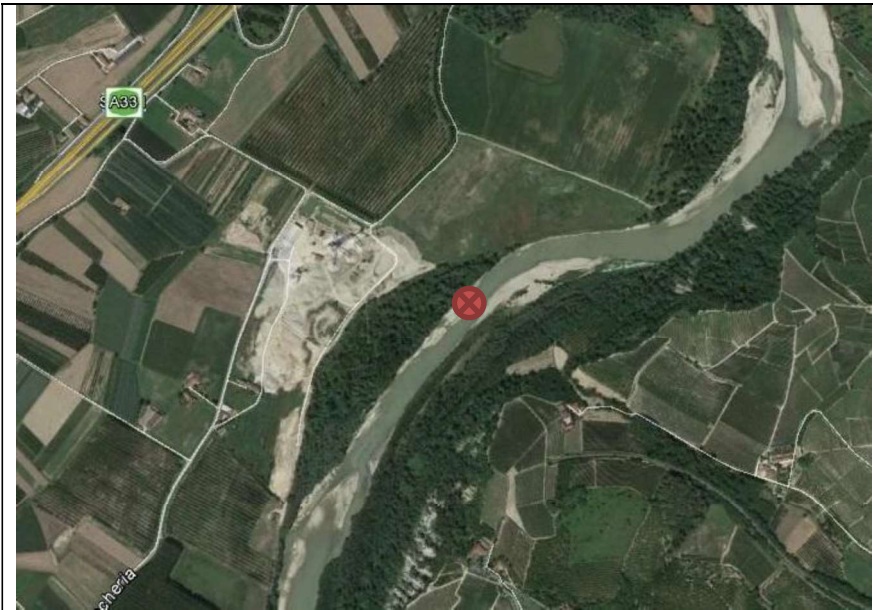


Nell'immagine seguente sono individuati nel dettaglio i punti di campionamento a monte ed a valle dello sbarramento di prevista ricostruzione.

Figura 2: Localizzazione dei punti di campionamento da valle verso monte, su dettaglio della base cartografica sopra riportata



Valle sbarramento



Tratto intermedio



Tratto superiore

3 RISULTATI

Nel presente capitolo sono riportati i risultati delle indagini svolte in data 2 marzo 2015.

3.1 DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE INDAGATO

L'indagine sul F. Tanaro ha interessato due tratti a monte dello sbarramento oggetto di intervento ed uno a valle dello stesso.

Al momento dell'indagine il fiume si presentava in condizioni di morbida. La condizione idrica, unita alla dimensione del fiume nel tratto in esame, ha reso difficoltose le operazioni di campionamento, soprattutto per quanto riguarda la rappresentatività del campionamento ittico, che è stato effettuato esclusivamente in prossimità delle rive, nei pressi dei principali rifugi.

Segue una descrizione dei diversi tratti, con opportuna documentazione fotografica.

3.1.1 TRATTO A VALLE DELLO SBARRAMENTO: TRATTO 1

La morfologia fluviale è dominata da una formazione a *run*, intervallata da ampi *riffle*. Il tratto è ramificato in due rami per una lunghezza di alcune centinaia di metri. Il crollo dello sbarramento ha lasciato in alveo le macerie, che formano un ostacolo al normale deflusso delle acque, e hanno determinato la diversificazione del tratto in due rami.

In questa posizione sono presenti rifugi principalmente costituiti da massi e macerie della traversa. Il substrato è grossolano, principalmente ghiaioso e ciottoloso, con presenza di spiagge di sabbia e limo nelle zone di sedimentazione.

Il trasporto solido di sedimento fine è particolarmente accentuato in questo fiume. Le acque si presentano molto torbide e la sedimentazione di sedimento fine è notevole.

In questo tratto l'alveo è inciso tra alte massicciate verticali in massi ciclopici non cementati, che proteggono entrambe le sponde. Queste artificializzazioni restringono l'alveo di piena, che in questo tratto corrisponde all'alveo di morbida.

Figura 3: tratto a valle dello sbarramento crollato. Sono presenti due rami separati da una barra ghiaiosa.



Figura 4: ramo secondario in sponda sinistra in cui è stato effettuato il campionamento ittico. Si nota la massicciata spondale



Figura 5: ramo principale, costituito da un ampio run con fondale prevalentemente ghiaioso. Si nota la massicciata anche in sponda destra idrografica



3.1.2 TRATTO INTERMEDIO: TRATTO 2

Il tratto intermedio è caratterizzato dalla presenza di ampi run, intervallati da riffle in corrispondenza delle principali barre ghiaiose.

Il substrato di fondo è dominato dalla presenza di argille, tipiche del territorio dell'alto Monferrato. Questo sedimento presenta una granulometria molto fine, che rende le particelle che lo compongono adesive, compattando il sedimento che arriva talvolta a formare una superficie solida. L'alveo in questo risulta inciso, le sponde sono naturali e coperte da vegetazione arborea.

Sono presenti consistenti accumuli di legno morto in alveo, proveniente dall'erosione delle sponde. In questo tratto l'alveo di piena risulta molto più ampio, in quanto le arginature sono distanti dall'alveo bagnato.

Figura 6: tratto 2, costituito da un ampio run con fondale prevalentemente argilloso. Si notano le sponde boscate e moderatamente incise



Figura 7: tratto 2, particolare della sponda, con accumuli di legno morto



3.1.3 TRATTO SUPERIORE, A VALLE DELL'ABITATO DI ALBA: TRATTO 3

Il tratto superiore, sito circa 500 m a valle dell'abitato di Alba, è caratterizzato dalla presenza di ampi run, intervallati da riffle in corrispondenza delle principali barre ghiaiose.

In questo tratto è presente una curva del fiume, che provoca un restringimento. La velocità di corrente aumenta considerevolmente per un breve tratto. Il fondale è costituito principalmente da argilla, mista a massi e ghiaie nei tratti più rapidi.

L'alveo in questo tratto risulta inciso profondamente in sponda destra idrografica, dove è presente un'alta scarpata. La sponda sinistra è invece più aggradata e l'argine risulta distante alcune decine di metri dall'alveo di morbida. Le sponde sono naturali e coperte da vegetazione arborea nei tratti colonizzabili.

Figura 8: tratto 3, particolare della sponda, in cui è evidente la presenza di argille e la veloce corrente determinata da un restringimento dell'alveo



Figura 9: tratto 3, ampio run. Si nota la sponda destra idrografica caratterizzata da una scarpata al margine delle formazioni collinari.



3.2 QUALITÀ CHIMICO-FISICA DELLE ACQUE

Nella tabella seguente si riportano i valori dei parametri chimico-fisici registrati direttamente in campo tramite l'utilizzo di una sonda multiparametrica e i risultati delle analisi chimiche effettuate in laboratorio.

Tabella 1: analisi dei parametri chimici e fisici delle acque del F. Tanaro.

Stazione	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3
Data	2/3/2015	2/3/2015	2/3/2015
Condizioni meteo	Variabile	Variabile	Variabile
Temp. Aria (°C)	8	9	15
Temp. H ₂ O (°C)	7.14	7.31	8.15
pH (unità)	8.41	8.45	8.56
Conducib. spc (µS/cm)	453	439	425
Ossigeno (mg/l)	13	13.71	12.78
Sat. O ₂ (%)	109	111.3	105.2
Deficit O ₂	9	11.3	5.2
Nitrato (mg/l NO ₃ ⁻ -N)	2.33	2.30	2.28
Ammonio (mg/l NH ₄ ⁺ -N)	0.031	0.063	0.07
Fosforo totale (mg/l PO ₄ ³⁻ -P)	0.036	0.067	0.093

In base al DM 260/2010 i nutrienti e l'ossigeno disciolto sono integrati nel LIMeco (Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico) per attribuire la classe di qualità al tratto indagato. Dalle analisi si evidenzia un peggioramento dello stato di qualità risalendo il corso del fiume. La situazione può essere messa in relazione alla presenza di scarichi in corrispondenza della

Città di Alba. Procedendo verso valle gli scarichi vengono progressivamente diluiti dagli apporti del bacino residuo recapitante nel tratto.

Complessivamente lo stato di qualità risulta "elevato" nel primo tratto e "buono" negli altri a causa di un peggioramento nello stato di qualità di Fosforo totale e Azoto ammoniacale. Questi parametri sono direttamente collegati alla presenza di scarichi di tipo civile lungo il corso d'acqua.

Tabella 2: applicazione dell'indice L.I.M.eco al F. Tanaro

Stazione	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3
Deficit saturazione ossigeno (%)	1	1	1
Azoto nitrico (mg/l)	0,25	0,25	0,25
Azoto ammoniacale (mg/l)	0,5	0,25	0,25
Fosforo totale (mg/l)	1	0,5	0,5
Punteggio L.I.M.eco	0,69	0,5	0,5
Giudizio L.I.M.eco	elevato	buono	buono

Figura 10: campionamento di acqua per analisi chimiche nel F. Tanaro.



3.3 COMUNITÀ MACROBENTONICA

I campionamenti di fauna macrobentonica sono stati effettuati nei tre tratti indagati. Vista l'ampiezza dell'alveo, la profondità e la forte velocità della corrente i campionamenti sono avvenuti in prossimità delle sponde, entro una profondità di 50 cm.

Figura 11: campionamento con retino immanicato



Nella tabella seguente si riporta la tipizzazione fluviale del F. Tanaro, utilizzata per la definizione dello stato ecologico del corpo idrico. In accordo con ARPA Piemonte, dipartimento di Asti, ed in accordo con le analisi già effettuate per il tratto da ARPA Piemonte, sono stati usati i valori di riferimento per le metriche componenti e per lo STAR_ICMi di cui alla Tabella 5 (pag. 154) del D.M 260/2010 di cui al Macrotipo "C", relativi a i riferimenti generici, in attesa di eventuali aggiornamenti al Decreto.

Tabella 3: tipizzazione fluviale del F. Tanaro

Idroecoregione	Codice HER	Codice Macrotipo fluviale	ORD MacrOper
EU71 Monferrato	05	05SS4N	Fiume grande

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati dei campionamenti di benthos, a partire dai microhabitat campionati: i risultati sono espressi come densità (numero individui/m²) e abbondanza (%), per valutare la qualità del corso d'acqua è stato applicato l'Indice STAR_ICMi, in base al DM 260/2010.

Tabella 4: tipologie di meso e microhabitat selezionate per le indagini sui macroinvertebrati nel F. Tanaro

Stazione	Tratto1	Tratto2	Tratto3
Unità morfologica campionata	<i>rifle</i>	<i>run</i>	<i>run</i>
Microhabitat individuati	Numero di repliche effettuate	Numero di repliche effettuate	Numero di repliche effettuate
MAC - Macrolithal massi compresi tra 20 e 40 cm	3	-	-
MES - Mesolithal ciottoli compresi tra 6 e 20 cm	4	4	4
MIC - Microlithal ghiaia compresa tra 2 e 6 cm	3	-	4
ARG – Limo/Argilla <6 µm (substrati argillosi compatti)	-	5	2
XY – materiale legnoso grossolano (rami, radici)	-	1	-

Tabella 5: risultati del campionamento quantitativo di macroinvertebrati nel F. Tanaro

Stazione			Tratto1	Tratto2	Tratto3	Tratto1	Tratto2	Tratto3
Data			02/03/2015	02/03/2015	02/03/2015	02/03/2015	02/03/2015	02/03/2015
GRUPPO	FAMIGLIA	GENERE	Densità (n/m2)	Densità (n/m2)	Densità (n/m2)	Abbondanza (%)	Abbondanza (%)	Abbondanza (%)
Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	4	0	2	0,4	0,00	0,32
Plecoptera	Taeniopterygidae	<i>Brachyptera</i>	4	2	14	0,43	0,40	2,27
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i>	136	180	410	14,6	35,71	66,56
Ephemeroptera	Ephemerellidae	<i>Ephemerella</i>	0	4	0	0,00	0,79	0,00
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	2	22	18	0,2	4,37	2,92
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Habroleptoides</i>	0	2	0	0,00	0,40	0,00
Trichoptera	Hydropsychidae	-	32	26	12	3,4	5,16	1,95
Trichoptera	Rhyacophilidae	-	22	0	0	2,4	0,00	0,00
Coleoptera	Elmidae	-	0	6	2	0,0	1,19	0,32
Coleoptera	Gyrinidae	-	2	0	0	0,21	0,00	0,00
Diptera	Chironomidae	-	180	214	138	19,3	42,46	22,40
Diptera	Limoniidae	-	2	0	0	0,2	0,00	0,00
Diptera	Simuliidae	-	540	18	12	57,82	3,57	1,95
Diptera	Stratiomyidae	-	0	2	0	0,00	0,40	0,00
Odonata	Calopterygidae	<i>Calopteryx</i>	2	0	0	0,21	0,00	0,00
Odonata	Coenagrionidae	<i>Coenagrion</i>	0	2	0	0,00	0,40	0,00
Crustacea	Gammaridae	-	0	4	8	0,0	0,79	1,30
Oligochaeta	Enchytraeidae	-	4	6	0	0,43	1,19	0,00
Oligochaeta	Naididae	-	0	14	0	0,00	2,78	0,00
Nematoda	Mermithidae	-	4	2	0	0,4	0,40	0,00
TOTALE			934	504	616	100	100	100

Figura 12: composizione della comunità macrobentonica

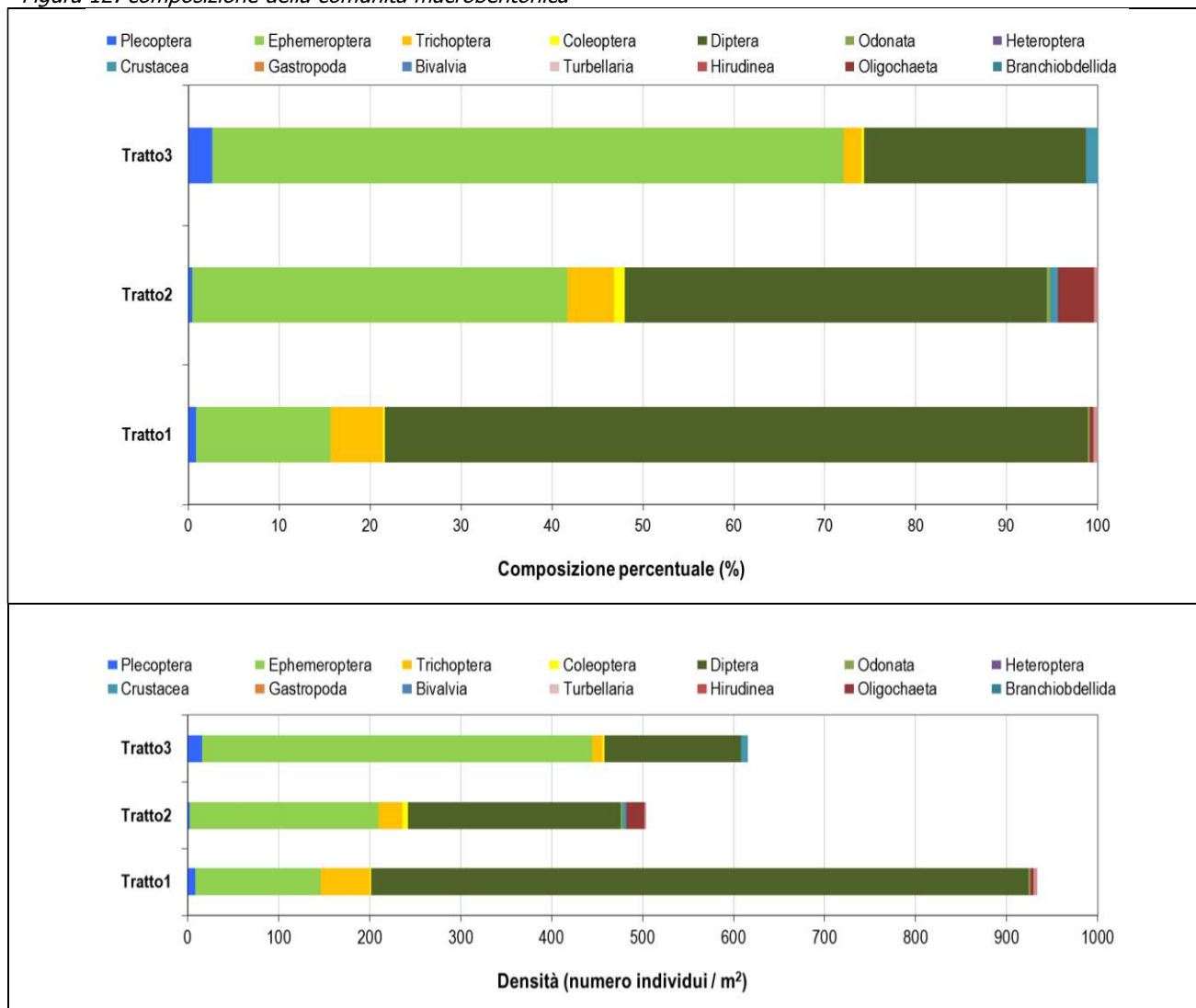
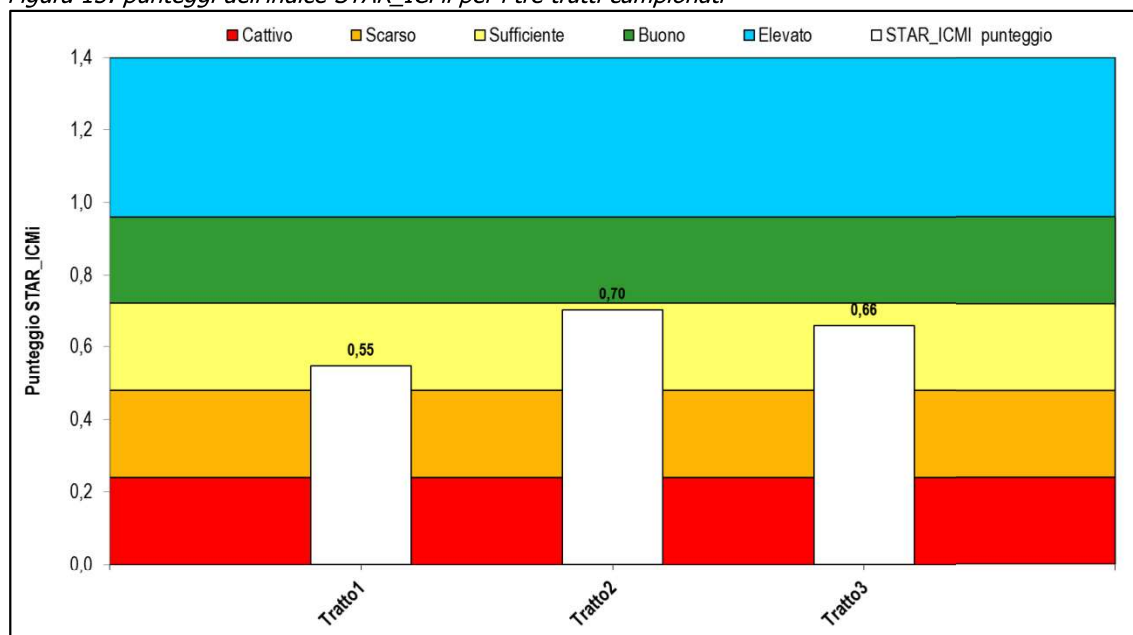


Tabella 6: valori delle metriche e giudizio complessivo dell'Indice STAR_ICMi nel F. Tanaro

Corso d'acqua	F. Tanaro	F. Tanaro	F. Tanaro
Stazione	Tratto1	Tratto2	Tratto3
Data	02-mar-15	02-mar-15	02-mar-15
Indice ASPT	6,000	6,167	6,333
Indice EPTD	0,477	1,431	1,279
Indice GOLD	0,223	0,496	0,756
N° famiglie	13	15	9
Indice EPT	6	6	5
Indice di Shannon	1,265	1,532	1,042
STAR_ICMi punteggio	0,546	0,702	0,657
STAR_ICMi giudizio	sufficiente	sufficiente	sufficiente

Figura 13: punteggi dell'indice STAR_ICMi per i tre tratti campionati



Nel tratto a valle dello sbarramento sono stati catturati 13 *taxa*, con una densità complessiva di 934 individui/m², la comunità è dominata dai Ditteri Simuliidae che rappresentano il 58% del totale, seguiti dai Ditteri della famiglia Chironomidae (19%) e dagli Efemerotteri del genere *Baetis* (15%). Nel tratto intermedio sono stati catturati 15 *taxa*, con una densità complessiva di 504 individui/m², la comunità vede la prevalenza dei Ditteri della famiglia Chironomidae (43%) e degli Efemerotteri del genere *Baetis* (36%). Nel tratto di monte stati catturati 9 *taxa*, con una densità complessiva di 616 individui/m², la comunità vede la dominanza degli Efemerotteri del genere *Baetis* (67%) seguiti dai Ditteri della famiglia Chironomidae (22%).

Nei tratti indagati la comunità macrobentonica si presenta poco diversificata con un numero ristretto di *taxa*.

L'applicazione dell'Indice di Intercalibrazione (STAR_ICMi) attribuisce a tutti i tratti un giudizio di qualità sufficiente, con un punteggio compreso tra il valore minimo di 0.546 e il valore massimo di 0.702, attribuiti, rispettivamente, al tratto di valle e al tratto intermedio.

Sono presenti piccole variazioni di punteggio principalmente dovute alle differenze di habitat nei diversi tratti fluviali.

3.4 FAUNA ITTICA

I campionamenti effettuati mediante elettropesca sono stati effettuati in data 2 marzo 2015 nei tre tratti indagati.

In corrispondenza del Tratto 1 il campionamento ittico è avvenuto principalmente in corrispondenza del ramo con minori portate. La buona percorribilità del tratto ha permesso un campionamento ittico esteso a circa 200 m di fiume, dove i migliori risultati di campionamento sono avvenuti in prossimità della massicciata a protezione della sponda sinistra idrografica.

In corrispondenza dei tratti 2 e 3 la scarsa percorribilità in alveo del corso d'acqua, dovuta alla profondità ed alla velocità di corrente, hanno permesso il campionamento in sicurezza soltanto in corrispondenza dei principali rifugi individuati lungo le sponde. Di conseguenza il campionamento maggiormente rappresentativo è stato effettuato nel Tratto 1, mentre i successivi campionamenti hanno permesso di individuare un popolamento ittico del tutto simile a quello del primo tratto indagato. L'assenza di alcune specie nei campioni dei tratti 2 e 3 sono principalmente dovuti alla difficoltà di campionamento e non ad una reale assenza delle stesse.

In considerazione del fatto che il percorso del F. Tanaro tra i tre tratti è in continuità e non presenta interruzioni invalicabili, si è scelto di utilizzare i dati dei 3 campionamenti per descrivere la comunità ittica del tratto.

Verranno di seguito inseriti i dati dei singoli campionamenti, volti ad evidenziare le differenze in termini di risultato dovute alle difficoltà di campionamento nei tratti 2 e 3.

Sono stati inoltre utilizzati i dati di: "Regione Piemonte, 2009. Ittofauna del Piemonte (anno di monitoraggio 2009) - Testo di illustrazione dei parametri fisiogeografici relativi agli ambienti fluviali ed allo stato delle popolazioni ittiche - tabella riassuntiva dati.xls. Technical Report, published on internet."

Figura 14: attività di campionamento ittico lungo la sponda sinistra idrografica ed i principali rifugi nel Tratto 2



Figura 15: Tratto 1. area campionata, fino alla traversa sullo sfondo



Figura 16: tratto di campionamento ittico lungo la sponda sinistra nel Tratto 3



In particolare vengono di seguito citati i dati relativi ad una stazione campionata in Comune di Alba e quindi prossima al tratto campionato.

Corso d'acqua	Comune	<i>Alborella</i>	<i>Barbo</i>	<i>Cavedano</i>	<i>Gobione</i>	<i>Scardola</i>	<i>Vairone</i>	<i>Cobite</i>	<i>Ghiozzo padano</i>	<i>Carpa</i>	<i>Pseudorasbora</i>
Tanaro	Alba	3b	2b	4	2b	1	2b	1	2b	1	4

In comune di Asti, oltre a queste specie era stato rinvenuto il barbo europeo (*B. barbus*) oltre alla lasca (*Chondrostoma genei*) ed alla pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*).

Si riportano per completezza i dati relativi ai tre campionamenti effettuati, da cui sono stati calcolati i valori dell'indice ISECI e dell'Indice Ittico.

Tratto 1	Specie ittica	Indice moyle (1-5)	consistenza (1-4)	struttura (A-B-C)
	alborella	5	3	a
	cavedano	5	4	a
	barbo europeo	2	2	b
	lasca	3	3	c
	ghiozzo padano	4	3	a
	cobite	2	2	a
	pseudorasbora	1	1	b

Tratto 2	Specie ittica	Indice moyle (1-5)	consistenza (1-4)	struttura (A-B-C)
	alborella	3	3	a
	cavedano	3	3	b
	vairone	1	1	b
	pseudorasbora	1	1	b

Tratto 3	Specie ittica	Indice moyle (1-5)	consistenza (1-4)	struttura (A-B-C)
	cavedano	2	2	b
	ghiozzo padano	2	2	a
	vairone	1	1	b

I censimenti hanno portato alla cattura di 8 specie ittiche, di cui 7 Ciprinidi ed un Gobide. Si segnalano 2 specie alloctone: il barbo europeo e la pseudorasbora.

Si ritiene che con la realizzazione del passaggio per pesci manterrà la situazione odierna, con piena comunicazione tra il tratto a monte e d a valle dello sbarramento in progetto.

Di seguito si riportano una documentazione fotografica di alcuni esemplari della fauna ittica catturata e i risultati dell'applicazione degli indici ISECI ed Indice Ittico.

Figura 17: giovani esemplari di barbo. Si tratta presumibilmente di B. barbus, specie alloctona di origine europea che può formare ibridi con B. plebejus



Figura 18: esemplare di alborella. Specie comune nel tratto indagato



Figura 19: giovane esemplare di vairone. Specie con presenza scarsa nel tratto indagato



Figura 20: esemplare di pseudorasbora. Specie alloctona censita nel tratto.



Figura 21: esemplare di cobite comune. Specie di elevata valenza ambientale censita nel tratto.



Figura 22: esemplari di ghiozzo padano.



Figura 23: esemplari di lasca. Specie di elevata valenza ambientale censita nel tratto.



Figura 24: esemplare di cavedano.



Viene di seguito presentata una tabella riassuntiva riguardo alle specie presenti rinvenute, classificate secondo l'indice di Moyle Nichols e secondo l'Indice di Abbondanza e struttura di popolazione.

In Tabella 10 sono stati illustrati i risultati del censimento ittico condotto nel medesimo tratto di F. Tanaro nell'ambito della Carta Ittica della Regione Piemonte del 2009; la situazione appare simile a quella riscontrata nelle attuali indagini.

Tabella 7: composizione della comunità ittica del F. Tanaro ad Alessandria; in rosso sono indicate le specie esotiche.

Specie ittica	Indice moyle (lm) (1-5)	Indice di abbondanza (la) (0-4)	struttura (A-B-C)
alborella	5	3	a
cavedano	5	4	a
barbo europeo	2	2	b
lasca	3	3	c
ghiozzo padano	4	3	a
cobite	2	2	a
vairone	1	1	b
pseudorasbora	1	1	b

L'Indice di abbondanza di Moyle-Nichols (1973) viene valutato con una scala 1-5 in funzione del numero di individui osservati e rapportati ad un tratto fluviale di 50 m.

L'indice di abbondanza delle popolazioni delle specie ittiche valuta la consistenza delle popolazioni ed è indicato da una scala 0-4 e da una lettera che indica la struttura di popolazione. Si rimanda al capitolo riguardante le metodiche per una descrizione più approfondita degli indici.

3.4.1 CALCOLO DELL'INDICE ISECI

Si riportano di seguito le informazioni elaborate dai dati acquisiti, che hanno permesso di calcolare il punteggio dell'indice ISECI, risultato pari a 0.61, corrispondente ad uno stato **"buono"**. Le motivazioni sono principalmente dovute alla presenza di 6 specie indigene rispetto a quelle attese, delle quali 3 endemiche, tra cui si riscontra una buona popolazione di lasca, e nessuna appartenente ai salmonidi (trota marmorata assente). Sono presenti, con popolazioni modeste e destrutturate, due specie esotiche appartenenti alla lista 2.

Si riportano di seguito le tabelle di calcolo delle metriche che compongono l'indice.

Tabella 8: matrice di calcolo dell'Indice ISECI per il F. Tanaro a valle di Alba

f ₁ Presenza di specie indigene	Valore di riferimento	Valore misurato
f ₁₁ Presenza di specie indigene appartenenti a Salmonidi, Esocidi e Percidi	1	0
f ₁₂ Presenza di specie indigene, esclusi Salmonidi, Esocidi e Percidi	12	3

f ₂ Condizione biologica specie indigene presenti - ZONA II	Presenza	Struttura	Consistenza	Punteggio pesato	Endemica	Importanza
cavedano	1	1	1	1	no	no
vairone	1	0	0	0	no	no
sanguinerola	0	0	0	0	no	no
lasca	1	0,5	1	0,7	si	no
gobione	0	0	0	0	no	no
barbo comune	0	0	0	0	si	no
barbo canino	0	0	0	0	si	no
lampreda	0	0	0	0	si	no
anguilla	0	0	0	0	no	no
trota marmorata	0	0	0	0	si	si
cobite mascherato	0	0	0	0	si	no
cobite comune	1	0,5	0,5	0,5	si	no

f₂ Condizione biologica specie indigene presenti - ZONA II	Presenza	Struttura	Consistenza	Punteggio pesato	Endemica	Importanza
ghiozzo padano	1	1	1	1	no	no

f₄ Condizione biologica specie aliene presenti	Presenza	Struttura	Consistenza	Punteggio pesato	Nocività
Barbo europeo	1	0	0	0	Medio
Pseudorasbora	1	0	0	0	Medio

MATRICE DI CALCOLO DELL'ISECI	Peso	Punteggio parziale	Punteggio pesato
f ₁ Presenza di specie indigene	0,3	0,10	0,03
f ₂ Condizione biologica delle popolazioni indigene	0,3	1,07	0,32
f ₃ Presenza di ibridi	0,1	1	0,10
f ₄ Presenza di specie aliene	0,2	0,75	0,15
f ₅ Presenza di specie endemiche	0,1	0,14	0,01
Punteggio totale			0,61
Classe ISECI			II
Giudizio sintetico			buono

3.4.2 CALCOLO DELL'INDICE ITTICO

Si riportano di seguito le informazioni elaborate dai dati acquisiti, che hanno permesso di calcolare il valore dell'indice.

In particolare la seguente tabella riporta:

- L'elenco delle specie ittiche per l'area di pertinenza ed il relativo punteggio del Valore intrinseco per ogni specie.
- L'elenco delle specie alloctone rinvenute, che presentano valore intrinseco -1.
- Il calcolo dell'I.I.n. sulla base della metodica riportata nel capitolo dedicato.

L'Indice Ittico calcolato per il tratto in esame si colloca in uno stato "**sufficiente**"; questa valutazione risulta più penalizzante di quella fornita dall'ISECI in particolare per la diversa composizione della comunità ittica di riferimento.

Si riporta, a seguito dell'indice calcolato con i dati di campo, la tabella relativa alle indagini effettuate nel 2009 nell'ambito della carta ittica.

Tabella 9: matrice di calcolo dell'Indice Ittico per il F. Tanaro a valle di Alba

SPECIE AU zona Z1.1	V	Im	Ia	Ir	P
Anguilla	1				0
Alborella	3	5	3	1	3
Barbo canino	3				0
Barbo	2				0
Lasca	3	3	3	0,5	1,5
Savetta	3				0
Gobione	1				0
Cavedano	1	5	4	1	1
Vairone	2	1	1	0,5	1
Sanguinerola	1				0
Triotto	3				0
Rovella	-1				0
Scardola	1				0
Tinca	1				0
Cobite	2	2	2	0,8	1,6
Cobite barbatello	-1				0
bottatrice	-1				0
spinarello	0				0
ghiozzo di ruscello	-1				0
Ghiozzo padano	3	4	3	1	3
Persico reale	1				0
Luccio	1				0
trota macrostigma	-1				0
Trota marmorata	3				0
Salmerino Alpino	-1				0
Temolo	-1				0
					0
Specie Alloctone					0
carpa	-1				0
aspio	-1				0
pseudorasbora	-1	1	1	0,4	-0,4
barbo sp.	-1	2	2	0,6	-0,6
rodeo amaro	-1				0
carassio	-1				0
tot specie AU	25				
I.I.n.	10,1	scarso			

Tabella 10: risultati del censimento ittico effettuato nell'ambito della Carta Ittica della Regione Piemonte del 2009 nel Tanaro ad Alba

Tab. 257	Scheda campionamento ittiofauna				Subarea	Z1.1	H _{sez}	156	Tp	A	S	M	C
LOCALIZZAZIONE DELLA STAZIONE							Data del campionamento: 26/11/2009						
Corso d'acqua	Tanaro				Comune		Alba						
Bacino principale	Tanaro				Località		Monte confl. Cherasca						
Cod/06	CN235				UTM X		424259						
Provincia	CN				UTM Y		4950552						
PARAMETRI AMBIENTALI DELLA STAZIONE													
L [m]	150	As [m ²]	9375	Rc [%]	-	Gf [%]	-						
Pb _{max} [m]	65	Ac [%]	80	Ms [%]	5	Sb [%]	75						
Pb _{min} [m]	60	H _{max} [cm]	90	Gs [%]	-	Al [%]	20						
Pb _{med} [m]	62,5	h _{max} [cm]	50	Gg [%]	-	CM	6						
ELENCO DELLE SPECIE ITTICHE E LORO STATO													
SPECIE AU	V	Im	Ia	Ir	P	SPECIE AU	V	Im	Ia	Ir	P		
Anguilla	2					Trota marmorata	6						
Alborella	3	4	3b	1,5	4,5	Temolo	3						
Barbo canino	6					Scazzone	2						
Barbo	2	2	2b	1,5	3	SPECIE A0	V	Im	Ia	Ir	P		
Lasca	6					Storione cobice	0				0		
Savetta	6					Storione comune	0				0		
Gobione	1	2	2b	1,5	1,5	Storione ladano	0				0		
Cavedano	1	5	4b	2	2	Agone/cheppia/alosa	0				0		
Vairone	4	3	2b	1,5	6	Bottatrice	0				0		
Sanguinerola	2					SPECIE AL	V	Im	Ia	Ir	P		
Triotto	3					Pseudorasbora	-1	5	4b	2	-2		
Pigo	6					Carpa	-1	1	1	1	-1		
Scardola	1	1	1	1	1		-1						
Tinca	1						-1						
Cobite	4	1	1	1	4		-1						
Cobite mascherato	9						-1						
Ghiozzo padano	3	2	2b	1,5	4,5		-1						
Persico reale	1						-1						
Luccio	2						-1						
STATO DELLA COMUNITÀ ITTICA													
AUt	8	AUrt	4	AT		I.I.	23,5	CL(I.I.)		III			
Alt	2	A0t	0	(AUt+Alt+A0t)		10	ISECI	3	CL(ISECI)		V		

6 METODICHE

In questo capitolo sono descritte le metodiche applicate nelle indagini.

6.1 PARAMETRI CHIMICO-FISICI DELLE ACQUE

Nel corso d'acqua la misura dei parametri chimico-fisici viene effettuata tramite una polisonda (modello Hanna Instruments).

Figura 27: polisonda Hanna Instruments



I parametri considerati sono:

- Temperatura ($T^{\circ}\text{C}$);
- pH;
- Ossigeno (Saturazione in % e Concentrazione in mg/l);
- Conducibilità ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Per il campionamento, il trasporto e la conservazione dei campioni di acqua, si osservano le indicazioni metodologiche presenti nel documento APAT/IRSA-CNR, 2003 e APAT, 2007.

I campioni di acqua si raccolgono per immersione diretta di bottiglie di polietilene, trattate con acido cloridrico, si conservano in frigorifero e si sottopongono ad analisi entro 24h dal campionamento. In laboratorio le metodiche analitiche utilizzate sono spettrofotometriche,

mediante lo spettrofotometro marca HACH-LANGHE modello DR3800 con kit di analisi dedicati preconfezionati in cuvette "test in tube".

Figura 28: spettrofotometro Hach Lange DR3800



Le metodiche corrispondono a quelle previste da APAT-IRSA/CNR, del 2003.

- **Fosforo totale:** *IRSA 4110 del 2004 (APAT-IRSA/CNR, 2003) metodo A2.* Principio: preliminare trasformazione di tutti i composti del fosforo, organici ed inorganici, a orto fosfati mediante idrolisi; successivamente gli ioni fosfati formano in soluzione acida con ioni molibdato e antimonio un complesso antimonil-fosfomolibdato che con acido ascorbico si riconduce in blu fosfomolibdato (limite strumentale 0.010 mg/l).
- **Azoto ammoniacale:** *IRSA 4030 del 2004 (APAT-IRSA/CNR, 2003) metodo A1.* Principio: gli ioni ammonio reagiscono a un pH 12.6 con ioni di ipoclorito e di salicilato, in presenza di nitro prussiato sodico quale catalizzatore, dando il blu indo fenolo. (limite strumentale 0.015 mg/l).
- **Azoto nitrico:** principio: ioni nitrato reagiscono in soluzione di acido solforico-fosforico con 2.6-dimetilfenolo dando 4-nitro-2.6-dimetilfenolo (limite strumentale 0.23 mg/l).

Ai sensi del DM 260/2010, il **LIMeco** (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori per lo Stato Ecologico) classifica le acque fluviali sulla base dei valori riguardanti il grado di saturazione dell'ossigeno disciolto, l'azoto ammoniacale, l'azoto nitrico e il fosforo totale, che vengono integrati in un singolo descrittore, denominato appunto LIMeco, utilizzato per derivare la classe di qualità.

La procedura prevede che sia calcolato un punteggio sulla base della concentrazione, osservata nel sito in esame, dei macrodescrittori N-NH₄, N-NO₃, Fosforo totale e Ossigeno disciolto (100 - % di saturazione O₂). Il LIMeco di ciascun campionamento viene derivato come media tra i punteggi attribuiti ai singoli parametri secondo le soglie di concentrazione indicate nella

seguente tabella (Tab. 4.1.2/a dell'Allegato 1 al DM 260/2012), in base alla concentrazione osservata.

Tabella 11. Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per ottenere il punteggio LIMeco (Tab. 4.1.2/a DM 260/2010-All 1)

		Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
Parametro	Punteggio*	1	0,5	0,25	0,125	0
100-O ₂ % sat	Soglie**	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
N-NH ₄ (mg/l)		< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
N-NO ₃ (mg/l)		< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8
P _{tot} (lg/l)		< 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	> 400

* Punteggio da attribuire al singolo parametro

** Le soglie di concentrazione corrispondenti al Livello 1 sono state definite sulla base delle concentrazioni osservate in campioni (115) prelevati in siti di riferimento (49), appartenenti a diversi tipi fluviali. In particolare, tali soglie, che permettono l'attribuzione di un punteggio pari a 1, corrispondono al 75° percentile (N-NH₄, N-NO₃, e Ossigeno disciolto) o al 90° (Fosforo totale) della distribuzione delle concentrazioni di ciascun parametro nei siti di riferimento. I siti di riferimento considerati fanno parte di un database disponibile presso CNR-IRSA

I punteggi di riferimento utilizzati per la definizione dello stato di qualità secondo i valori di LIMeco sono i seguenti (Tab. 4.1.2/b dell'Allegato 1 al DM 260/2012).

Stato	LIMeco
Elevato	≥ 0,66
Buono	≥ 0,50
Sufficiente	≥ 0,33
Scarso	≥ 0,17
Cattivo	< 0,17

6.2 PARAMETRI BIOLOGICI

I parametri biologici da esaminare sono la comunità dei macroinvertebrati bentonici e la comunità ittica, le due componenti faunistiche di maggiore rilievo degli ecosistemi fluviali in questione. Le attività di monitoraggio sono effettuate secondo quanto previsto dalle recenti metodiche di indagine delle acque correnti messe a punto e pubblicate a cura di APAT e disponibili nel sito <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-biologici-per-le-acque-parte-i>

6.2.1 PROTOCOLLO DI CAMPIONAMENTO DEI MACROINVERTEBRATI BENTONICI A.P.A.T.

Per la raccolta degli organismi macrobentonici viene indicato l'utilizzo di un retino immanicato tipo Surber con dimensioni del telaio generalmente quadrato di 23 x 23 cm, pari ad un'area di campionamento di 0.05 m², cono di rete lungo dai 60 agli 80 centimetri e maglia di 500 µm, dotata di bichierie di raccolta terminale. Trattandosi di un campionamento quantitativo viene indicata una superficie massima complessiva per ogni indagine pari a 0.5 m², raggiunta compiendo in ogni stazione 10 repliche di prelievo.

Figura 29- retino immanicato tipo Surber da 23 x 23 cm di lato



I periodi migliori in cui condurre il campionamento dipendono dalla tipologia del corso d'acqua in oggetto e sono indicati generalmente l'inverno (febbraio, inizio marzo), la tarda primavera (maggio) e la tarda estate (settembre); in ogni caso vengono fornite indicazioni accessorie riguardo a periodi o momenti in cui è meglio evitare di campionare, come durante o subito dopo eventi di piena, durante o subito dopo periodi di siccità estrema, impedimenti a causa di fattori ambientali nella stima dell'estensione relativa degli habitat (elevata torbidità).

Preliminarmente al campionamento è necessario condurre una stima della composizione del substrato fluviale e della relativa presenza di diversi microhabitat, in cui successivamente allocare le 10 repliche. Si procede identificando una idonea sezione del corso d'acqua che sia rappresentativa del tratto fluviale da indagare, si riconosce la tipologia di mesohabitat prevalente e si distinguono i singoli microhabitat presenti, stimando le percentuali di superficie che occupano con intervalli del 10% e ad ogni intervallo corrisponde una replica. Il rilievo viene condotto osservando l'interezza dell'alveo di torrente, sia il centro sia le rive, compilando una apposita scheda di rilevamento. Nella tabella qui di seguito sono elencate e descritte le diverse tipologie di microhabitat che si possono rinvenire in alveo.

Tabella 12: tipologia dei microhabitat rinvenibili e breve descrizione

Microhabitat	Codice	Definizione substrato
Igropetrico	IGR	Igropetrico strato d'acqua su roccia spesso ricoperta da muschi
Megalithal	MGL	Megalithal massi che superano i 40 cm*
Macrolithal	MAC	Macrolithal massi compresi tra 20 e 40 cm*
Mesolithal	MES	Mesolithal ciottoli compresi tra 6 e 20 cm*

Microhabitat	Codice	Definizione substrato
Microlithal	MIC	Microlithal ghiaia compresa tra 2 e 6 cm*
Ghiaia	GHI	Ghiaia fine (tra 2 mm e 2 cm)
Sabbia	SAB	Sabbia (tra 6µ e 2 mm)
Argilla	ARG	Argilla (minore di 6µm)
Artificiale	ART	Artificiale
Alghe	AL	Macro-micro alghe verdi visibili macroscopicamente
Macrofite sommerse	SO	Macrofite sommerse inclusi muschi e Characeae
Macrofite emergenti	EM	Macrofite emergenti (<i>Thypha</i> , <i>Carex</i> , <i>Phragmites</i>)
Terrestri	TP	Parti vive di piante terrestri radici fluitanti di vegetazione riparia
Xylal (legno)	XY	Xylal (legno) legno morto, rami, radici
CPOM	CP	CPOM depositi di materiale organico grossolano
FPOM	FP	FPOM depositi di materiale organico fine
Film Batterici	BA	Film batterici, funghi e sapropel

*: le dimensioni si riferiscono all'asse intermedio

I campionamenti quantitativi di macroinvertebrati si eseguono tramite retino Surber, che permette di raccogliere gli organismi presenti in un'area delimitata da una cornice metallica rettangolare e quindi di dimensioni note, in modo da poterne successivamente determinare la densità per unità di superficie. Per evitare disturbi nel substrato da campionare è necessario stare a valle del retino effettuando le repliche risalendo verso monte; la precisione del campione raccolto dipende inoltre da:

- aderenza della cornice al fondo per evitare la perdita di organismi;
- riflusso dell'acqua causato dalla resistenza della rete che può ostacolare la cattura degli organismi;
- accuratezza nel rimuovere gli organismi, che possono essere saldamente attaccati al substrato;
- profondità del substrato rimosso, in quanto gli organismi bentonici possono vivere anche diversi centimetri sotto la superficie 10-15 cm.

Come accennato, si effettuano 10 repliche, utilizzando il retino Surber avente come area di prelievo 0.05 m², totalizzando per stazione una superficie complessiva di 0.5 m². Il campione viene sortato e riconosciuto in vivo; gli organismi che richiedono ausili ottici per la classificazione vengono fissati e portati in laboratorio.

Tabella 13: limiti per la definizione delle "Unità Sistematiche"

Gruppi tassonomici	Livelli di determinazione tassonomica per la definire le "Unità sistematiche"
Plecotteri	genere
Efemerotteri	genere
Tricotteri	genere
Coleotteri	famiglia
Odonati	genere
Ditteri	famiglia
Eterotteri	famiglia
Crostacei	famiglia
Gasteropodi	famiglia
Bivalvi	famiglia
Tricladi	genere
Irudinei	genere
Oligocheti	famiglia

Parallelamente al campionamento dei macroinvertebrati, al fine di una più precisa caratterizzazione della stazione, verranno annotati anche i principali parametri chimico-fisici quali temperatura, pH, conducibilità, ossigeno disciolto dai quali possono dipendere direttamente la distribuzione e la composizione delle comunità di macroinvertebrati.

Per una rassegna fotografica delle tipologie di microhabitat, si rimanda al documento "Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte B. Descrizione degli habitat fluviali a supporto del campionamento biologico" A cura di: Buffagni A., Erba S., Aquilano G., Armanini D.G., Beccari C., Casalegno C., Cazzola M., Demartini D., Gavazzi N., Kemp J.L., Mirolo N., Rusconi M. *Notiziario dei Metodi Analitici n.1 (2007)* CNR-IRSA, Brugherio (MI).

Il sistema di classificazione utile per la definizione dello stato ecologico dei campioni prelevati secondo il protocollo A.P.A.T. è denominato MacrOPer e descritto da:

Buffagni A., Erba S. & Pagnotta R., 2008. Definizione dello stato ecologico dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati bentonici per la 2000/60/EC (WFD): il sistema di classificazione MacrOPer. *Notiziario dei Metodi Analitici numero speciale (2008)*, CNR-IRSA, Brugherio (MI).

Tale sistema combina le informazioni relative ad i seguenti elementi fondamentali:

- sistema tipologico nazionale;
- limiti di classe definiti all'interno del processo di intercalibrazione europeo;
- valori numerici di riferimento tipo specifici per sei metriche selezionate;
- calcolo dell'indice STAR_ICMi;

Il conteggio effettuato in laboratorio viene informatizzato esprimendo, per ogni famiglia, l'abbondanza in termini di densità/m².

E' successivamente applicato a questi dati l'indice STAR_ICMi (Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione). L'indice è composto di sei metriche che forniscono informazioni in merito ai principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare per gli organismi macrobentonici.

Tabella 14: metriche che compongono lo STAR_ICMi e peso loro attribuito nel calcolo (da Buffagni, Erba e Pagnotta, 2008)

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della Metrica	Taxa considerati nella metrica	Rif. Bibliografico	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	e.g. Armitage et al., 1983	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	$\text{Log}_{10}(\text{Sel_EPTD} + 1)$	Log_{10} (somma di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	Buffagni et al., 2004; Buffagni & Erba, 2004	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	Pinto et al., 2004	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	e.g. Ofenböck et al., 2004	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	e.g. Ofenböck et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{A} \right)$	e.g. Hering et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083

I valori delle metriche, prima di essere combinati per il calcolo dell'Indice, devono essere normalizzati con i valori di riferimento specifici per ciascun tipo fluviale, riportati nel D.M. 206/2010 e ponderati; il punteggio ottenuto viene poi normalizzato con il valore di STAR_ICMi di riferimento per ottenere il Rapporto di Qualità Ecologica (RQE).

6.2.2 STUDIO DELLA COMUNITÀ ITTICA

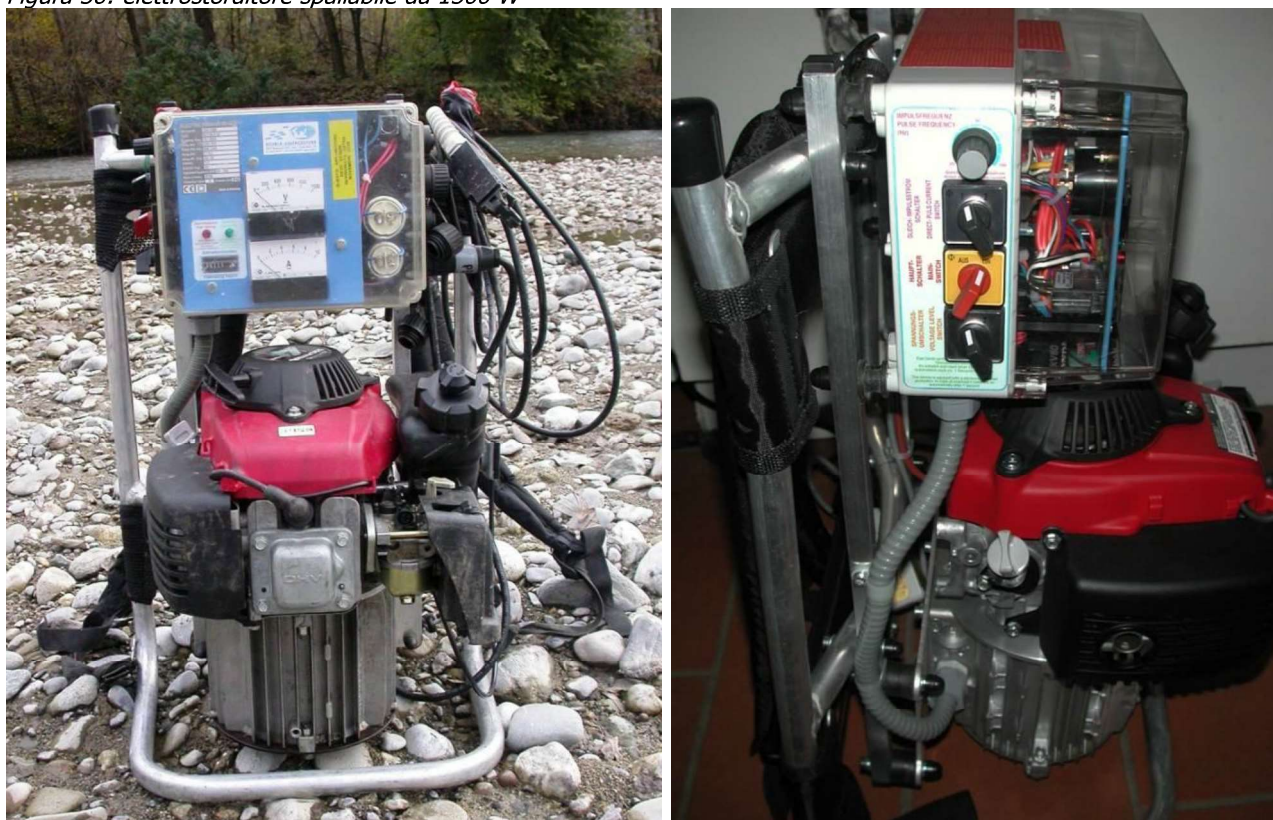
I censimenti ittici si svolgono secondo le indicazioni metodologiche di raccolta ed elaborazioni dati presenti nel manuale APAT. Data la guadabilità dei tratti fluviali in esame si utilizza la pesca elettrica mediante elettrostorditore spallabile con motore a scoppio modello "Ittiosanitaria ELT-IIIE" da 1300 W; con doppio passaggio per stazione. Le stazioni di campionamento vengono preventivamente contrassegnate agli estremi di valle e di monte con spray rosso per una più facile e precisa individuazione.

La pesca elettrica è il metodo più efficace nei corsi d'acqua di piccole e medie dimensioni, oltre ad essere innocuo per i pesci, che possono così essere rimessi in libertà una volta effettuate le analisi necessarie. Questo sistema di pesca si basa sull'effetto che un campo elettrico produce sul pesce: mediante un elettrostorditore alimentato da un motore a scoppio viene, infatti, generato un campo elettrico tra due elettrodi, lancia (anodo) e massa (catodo), tra i quali si stabilisce una corrente elettrica nell'acqua. L'efficienza della pesca elettrica è influenzata da alcuni fattori ambientali, primo dei quali la conducibilità elettrica dell'acqua: valori troppo bassi (come accade per esempio in acque di bacini cristallini, povere di sali disciolti, dove si registrano valori inferiori a 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$) fanno sì che l'acqua non conduca adeguatamente la corrente elettrica e l'elettropesca risulti

inefficace. Di contro, valori di conducibilità troppo alti (per esempio nelle acque salmastre o comunque ricche di soluti) danno luogo ad una dispersione eccessiva di corrente, cosicché, anche in questo caso, l'elettropesca diventa inefficace. Un altro fattore che condiziona il successo della pesca elettrica è la natura del substrato di fondo: maggiore è la sua conducibilità, come nel caso di fondali fangosi, e più il campo elettrico si disperde, risultandone una minore efficienza di cattura; fondali rocciosi, poco conduttivi, sono invece ottimali. È importante anche la profondità dell'acqua, al crescere della quale diminuiscono le possibilità di cattura sia per una maggiore dispersione di corrente conseguente alla maggiore distanza tra gli elettrodi, sia per le difficoltà insite quando si opera nelle acque profonde.

Il campionamento tramite elettropesca viene condotto da un gruppo di cinque persone: una che aziona lo storditore, una che utilizza la lancia, due che raccolgono i pesci storditi con una guada e una che trasportava i pesci catturati nei contenitori per lo stoccaggio provvisorio in attesa degli esami.

Figura 30: elettrostorditore spallabile da 1300 W



I pesci catturati sono sottoposti alle seguenti determinazioni:

- Identificazione della specie di appartenenza.
- Identificazione della struttura di popolazione e dell'abbondanza per ciascuna specie.

I dati così ricavati sono utilizzati per ottenere i seguenti parametri:

- **Composizione della comunità ittica**, espressa come percentuale di abbondanza degli individui delle diverse specie ittiche rilevate.
- **Struttura delle popolazioni ittiche**: si valuta attraverso l'abbondanza relativa tra individui giovani di un anno di vita o meno (detti anche "0⁺"), giovani di oltre un anno di vita (detti anche "individui subadulti") e adulti, cioè pesci sessualmente maturi, che in genere hanno almeno tre anni di vita. Lo stato di salute di una popolazione dipende, infatti, non solo dalla sua abbondanza numerica, ma anche da un corretto rapporto di equilibrio tra individui delle diverse età: una popolazione costituita quasi esclusivamente da giovani indica o una situazione di espansione demografica, oppure la presenza di problemi ambientali che non consentono la presenza di pesci di maggiore taglia, o ancora un eccessivo prelievo di adulti operato dalla pesca; questo si può tradurre in una grave limitazione per la possibilità di riproduzione naturale nel tratto, venendo a scarseggiare o a mancare i riproduttori fino a quando i giovani presenti avranno la possibilità di raggiungere la maturità sessuale. Viceversa, una popolazione con pochi giovani indica la presenza di problemi nel successo della riproduzione naturale a livello di sopravvivenza di uova o avannotti.

6.2.2.1 Indice Ittico

L'Indice Ittico (I.I.) è una metodologia utile per la valutazione della qualità naturalistica delle comunità ittiche.

L'indice si basa sulle comunità ittiche tipiche dei diversi distretti in cui è stato suddiviso il territorio italiano, di cui si riporta la rappresentazione schematica:

Figura 31: Distretti fisiogeografici e zoogeografici (da Forneris et al. 2007)



Per ciascuna popolazione delle specie ittiche rinvenute in fase di campionamento occorre fornire indicazioni semiquantitative riguardanti l'abbondanza e la struttura. Tali valutazioni sono utili sia ai fini gestionali, sia soprattutto ai fini della stima dello stato delle comunità ittiche. I parametri considerati sono i seguenti:

- Indice di Moyle (I_m);
- Indice di abbondanza (I_a);
- Indice di rappresentatività (I_r);

L'**indice Moyle "Im"** (in Turin *et al.*, 1999), considerando una lunghezza di tratto fluviale effettivamente campionato (quindi entro l'area A_c) pari a 50 m, considera le seguenti categorie: scarso ($1 \div 3$ individui in 50 m lineari), presente ($4 \div 10$ individui), frequente ($11 \div 20$ individui), abbondante ($21 \div 50$ individui), dominante (più di 50 individui in 50 m lineari).

L'**indice di abbondanza "Ia"** è composto da un numero e da una lettera. Per esempio 2a significa "specie presente con popolazione strutturata", 3b significa "specie abbondante con popolazione non strutturata per assenza o quasi di adulti", 1c significa "specie sporadica con popolazione non strutturata per assenza o quasi di giovani". Con $I_a = 1$, può essere difficile descrivere la struttura di popolazione. In molti casi, rimane soltanto l'indicazione del numero (1). Per alcune specie (solitamente predatori ai vertici della catena alimentare) l'indice 1 neppure è indicativo dell'abbondanza, in quanto è normale la presenza di pochi individui.

Le modalità per la determinazione degli indici di abbondanza (I_a) sono generiche; non sono forniti precisamente i criteri che permettono l'attribuzione dei valori $I_a = 1, 2, 3$ e 4. È una questione non ancora risolta ma importante, in quanto, per quanto riguarda l'applicazione di metodologie per la valutazione dello stato delle comunità ittiche, si vogliono evitare campionamenti di tipo quantitativo, solitamente onerosi e non sempre affidabili.

Tabella 15 Indici di abbondanza e di struttura di popolazione delle specie ittiche (Ia).

0	Assente. In assenza di una determinata specie, quando le condizioni ambientali presupporrebbero diversamente, occorrono verifiche a monte ed a valle, controllare la letteratura e procedere ad interviste presso i pescatori locali.	
1	Sporadica. Pochissimi individui, anche un solo esemplare; consistenza demografica spesso poco significativa ai fini delle valutazioni sulla struttura di popolazione; rischi circa la capacità di automantenimento della specie.	
2	Presente. Pochi individui, ma in numero probabilmente sufficiente per l'automantenimento.	
3	Abbondante. Molti individui, senza risultare dominante.	
4	Molto abbondante. Cattura di molti individui, spesso dominanti.	
a	a ¹	Presenti almeno il 30 % di giovani (in fase pre-riproduttiva) o il 20 % di adulti (sessualmente maturi) rispetto al numero totale degli individui della popolazione.
	a ²	Presenti individui giovani in netta prevalenza; gli adulti sono numericamente rappresentati per meno del 20 % della popolazione.
b	b ¹	Presenti individui adulti in netta prevalenza; i giovani sono numericamente rappresentati per meno del 30 % della popolazione.
	b ²	Presenti esclusivamente individui giovani.
c	Presenti esclusivamente individui adulti.	

Si ammette la soggettività dell'ittologo che effettua i campionamenti e ciò rappresenta una impostazione metodologica che ha caratterizzato molti studi fin qui effettuati. Non ci si pone l'obiettivo di risolvere questo problema, ma occorre stabilire almeno i criteri che individuano il passaggio dall'indice Ia ad un altro indice **Ir (indice di rappresentatività)**, utile ai fini dell'applicazione di metodi per la valutazione dello stato delle comunità ittiche. In particolare si propone il seguente schema:

Valore Ir		Struttura			
		c	b	a	
Consistenza demografica	1	0,4	0,5	0,6	Tab. 10 - Determinazione del valore dell' Indice di rappresentatività (Ir) in funzione del livello di struttura della popolazione (a ÷ c; tab. 8) e della consistenza demografica (1 ÷ 3; tabb. 8 e 9). Per Ia = 4, si assegna Ir = 1,0 indipendentemente dalla struttura. Le specie per le quali N < 15 in tab. 9 si assegna comunque il valore Ir = 0,6 per tutti gli indici di abbondanza 1c, 1b, 2c e 2b (si escludono i valori Ir < 0,6). Per l'anguilla si indica unicamente il valore numerico Ir = 0,6 per Ia = 1, Ir = 0,8 per Ia = 2 e Ir = 1,0 per Ia = 3; analogo criterio potrebbe valere per la lampreda (<i>Lampetra zanandrea</i>).
	2	0,5	0,6	0,8	
	3	0,6	0,8	1,0	

Tabella 16 Numero minimo di individui (N) affinché una specie possa considerarsi almeno presente

Tab. 9 - Numero minimo di individui (N) affinché una specie possa considerarsi almeno presente (**Ia = 2**). Numero minimo di individui (2N) affinché una specie possa considerarsi abbondante (**Ia = 3**). Sono anche indicati i corrispondenti valori dell'indice Im di MOYLE-NICHOLS (1973). In **neretto** sono le **specie autoctone (AU)** per i distretti padano-veneto (Dpv) e toско-laziale (Dtl) considerati nel loro insieme. In **corsivo** sono le **specie alloctone (AL)**.

Specie	Ia =2		Ia = 3	
	N	Im	2N	Im
Barbo , lasca , cavedano , alborella , rovella , vairone , ghiozzo padano , alborella meridionale ¹ .	≥ 30	3	≥ 60	≥ 4
Barbo canino , scardola , sanguinerola , triotto , gobione , savetta e ghiozzo di ruscello .	≥ 25	3	≥ 50	≥ 4
Agone/cheppia/alosa , temolo , panzarolo , cobite , lavarello , bondella , gambusia e pseudorasbora .	≥ 20	2	≥ 40	≥ 3
Pigo , tinca , cobite barbatello , persico reale , trote (marmorata e suoi ibridi, macrostigma , del Garda , del Fibreno , iridea e fario), salmerini alpino e di fonte), persico sole , persico trota , <i>Ictalurus</i> spp. ² , cagnetta , scazzone , carpa , carpa erbivora , <i>Carassius</i> spp. ³ , aspio , gardon , rodeo amaro , abramide , barbo d'oltralpe .	≥ 15	2	≥ 30	≥ 3
Cobite mascherato , spinarello , acerina e misgurno .	≥ 8	2	≥ 15	≥ 2
Anguilla , storioni (comune , cobice e ladano), bottatrice , luccio , siluro e lucio perca .	≥ 5	1	≥ 8	≥ 2

1 - Specie alloctona nei distretti padano-veneto (Dpv) e toско-laziale (Dtl).

2 - Comprende *Ictalurus melas* (pesce gatto), *Ictalurus punctatus* (pesce gatto punteggiato) e *Ictalurus nebulosus* (pesce gatto nebuloso).

3 - Comprende *Carassius carassius* (carassio) e *Carassius auratus* (pesce rosso).

N	Im
1 ÷ 2	1
3 ÷ 10	2
11 ÷ 20	3
21 ÷ 50	4
> 50	5

Indice di abbondanza (Im) di MOYLE-NICHOLS (1973). Esso viene valutato con una scala (1 ÷ 5) in funzione del numero (N) di individui osservati e rapportati ad un tratto fluviale di 50 m.

Per ogni specie si calcola il punteggio $P = V \cdot Ir$.

Dalla somma dei punteggi $P = V \cdot Ir$ ottenuti per ogni specie si ricava l'I.I. In molti casi le specie esotiche non sono importanti nel condizionare il risultato finale, ma lo influenzano abbassandolo un poco. In altri casi tale influenza è significativa, quando sono presenti più specie alloctone e con buone popolazioni.

Il valore I.I. è interpretato sulla base di quello atteso rispetto alle comunità di riferimento arrivando quindi ad esprimere una classe di qualità **CL(I.I.)** in funzione dello stato di conservazione/alterazione della comunità ittica in esame

Tabella 17 Classi di qualità in funzione delle tipologie ambientali (Tp: zone salmonicole S, Mista M, Ciprinicola superiore Cs e Ciprinicola inferiore Ci)

Tab. 11 - Classi di qualità (CQ = I ÷ V) in funzione dell'Indice Ittico naturalistico (I.I.n) nelle aree e sub-aree (Z) in funzione delle Tipologie ambientali (Tp: zone Salmonicola "S", Mista "M", Ciprinicola superiore "Cs" e Ciprinicola inferiore "Ci").								
Distretti, aree e sub-aree			Tp	I - Stato elevato	II - Stato buono	III - Stato sufficiente	IV - Stato scarso	V - Stato pessimo
Dpv (Distretto padano - veneto)	Z1 (area di pertinenza alpina)		S	≥ 8,0	6,0 ÷ 7,9	4,0 ÷ 5,9	2,0 ÷ 3,9	< 2,0
			M	≥ 25,0	18,0 ÷ 24,9	12,0 ÷ 17,9	6,0 ÷ 11,9	< 6,0
			Cs	≥ 20,0	15,0 ÷ 19,9	10,0 ÷ 14,9	5,0 ÷ 9,9	< 5,0
			Ci	≥ 25,0	18,0 ÷ 24,9	12,0 ÷ 17,9	6,0 ÷ 11,9	< 6,0
	Z2 (area di pertinenza appenninica)	Z2.1 (subarea su versante padano)	Cs	> 20,0	15,0 ÷ 19,9	10,0 ÷ 14,9	5,0 ÷ 9,9	< 5,0
			Ci	≥ 25,0	18,0 ÷ 24,9	12,0 ÷ 17,9	6,0 ÷ 11,9	< 6,0
		Z2.2 (subarea su versante adriatico)	Cs	≥ 10,0	7,0 ÷ 9,9	4,0 ÷ 6,9	2,0 ÷ 3,9	< 2,0
			Ci	≥ 15,0	11,0 ÷ 14,9	7,0 ÷ 10,9	3,0 ÷ 6,9	< 3,0
Dtl (Distretto toscano - laziale)		Z3 (area di pertinenza appenninica sul versante tirrenico)	S	≥ 4,0	3,0 ÷ 3,9	2,0 ÷ 2,9	1,0 ÷ 1,9	< 1,0
			M	≥ 15,0	11,0 ÷ 14,9	7,0 ÷ 10,9	3,0 ÷ 6,9	< 3,0
			Cs	≥ 12,0	9,0 ÷ 11,9	6,0 ÷ 8,9	3,0 ÷ 5,9	< 3,0
			Ci	≥ 15,0	11,0 ÷ 14,9	7,0 ÷ 10,9	3,0 ÷ 6,9	< 3,0

6.2.2.2 Indice ISECI

La qualità dei corsi d'acqua sulla base della fauna ittica si calcola a partire dall'indice biologico ISECI, Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (Zerunian, 2004; Zerunian, 2007; Zerunian *et al.*, 2009), come previsto dal D.M. 260/2010. L'Indice si basa sull'informazione derivante da 5 indicatori principali a cui vengono attribuiti dei pesi espressi in valore numerico compreso tra 0 e 1.

Tabella 18: Indicatori principali che compongono l'ISECI e peso loro attribuito nel calcolo dei valori dell'indice

Indicatori principali	Indicatori di ordini inferiori		Descrizione sintetica e taxa considerati	Peso
Presenza di specie indigene (f₁)	Specie di maggiore importanza ecologico-funzionale (f_{1,1})		confronto tra specie indigene presenti e comunità ittica attesa	0.3 (p₁)
	Altre specie indigene (f_{1,2})			
Condizione biologica delle popolazioni (f₂)	Specie indigena n (f_{2,n})	Struttura in classi di età (f_{2,n,1})	per ogni specie indigena presente: struttura della popolazione in classi di età e consistenza demografica	0.3 (p₂)
		Consistenza demografica (f_{2,n,2})		
Presenza di ibridi (f₃)	-		eventualità di ibridi nei generi <i>Salmo</i> , <i>Thymallus</i> , <i>Esox</i> , <i>Barbus</i> , <i>Rutilus</i>	0.1 (p₃)
Presenza di specie aliene (f₄)	-		eventuali specie aliene presenti con grado di nocività: elevato (lista 1) medio (lista 2) moderato (lista 3)	0.2 (p₄)
Presenza di specie endemiche (f₅)	-		confronto tra specie endemiche presenti e lista specie endemiche attese	0.1 (p₅)

Ogni indicatore, tramite una funzione valore (v_i), viene normalizzato rispetto alle specifiche condizioni di riferimento. La condizione di riferimento, corrispondente allo stato ecologico elevato, è la “comunità ittica attesa” costituita da popolazioni ben strutturate in classi di età, capaci di riprodursi naturalmente, con buona o sufficiente consistenza demografica. Per consentire una puntuale applicabilità dell’indice in tutto il Paese nella tabella seguente vengono individuate le comunità ittiche attese nelle 9 zone fluviali principali in cui si divide il reticolo idrografico nazionale. L’area oggetto di studio del presente progetto rientra nella Zona dei Salmonidi della Regione Padana.

Tabella 19: Comunità ittiche attese nelle 9 zone zoogeografico-ecologiche fluviali principali

Zone zoogeografico-ecologiche fluviali principali	Comunità ittiche attese
Zona dei Salmonidi della Regione Padana	Salmo (trutta) trutta (ceppo mediterraneo), Salmo (trutta) marmoratus, Thymallus thymallus, Phoxinus phoxinus, Cottus gobio.
Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila della Regione Padana	Leuciscus cephalus, Leuciscus souffia muticellus, Phoxinus phoxinus, Chondrostoma genei, Gobio gobio, Barbus plebejus, Barbus meridionalis caninus, Lampetra zanandreae, Anguilla anguilla, Salmo (trutta) marmoratus, Sabanejewia larvata, Cobitis taenia bilineata, Barbatula barbatula (limitatamente alle acque del Trentino-Alto Adige e del Friuli-Venezia Giulia), Padogobius martensii, Knipowitschia punctatissima (limitatamente agli ambienti di risorgiva, dalla Lombardia al Friuli Venezia Giulia)
Zona dei Ciprinidi a deposizione fitofila della Regione Padana	Rutilus erythrophthalmus, Rutilus pigus, Chondrostoma soetta, Tinca tinca, Scardinius erythrophthalmus, Alburnus alburnus albolella, Leuciscus cephalus, Cyprinus carpio, Petromyzon marinus (stadi giovanili), Acipenser naccarii (almeno stadi giovanili), Anguilla anguilla, Alosa fallax (stadi giovanili), Cobitis taenia bilineata, Esox lucius, Perca fluviatilis, Gasterosteus aculeatus, Syngnathus abaster.
Zona dei Salmonidi della Regione Italico-Peninsulare	Salmo (trutta) trutta (ceppo mediterraneo, limitatamente all'Appennino settentrionale), Salmo (trutta) macrostigma (limitatamente al versante tirrenico di Lazio, Campania, Basilicata e Calabria), Salmo fibreni (limitatamente alla risorgiva denominata Lago di Posta Fibreno).
Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila della Regione Italico-Peninsulare	Leuciscus souffia muticellus, Leuciscus cephalus, Rutilus rubilio, Alburnus albidus (limitatamente alla Campania, Molise, Puglia e Basilicata), Barbus plebejus, Lampetra planeri (limitatamente al versante tirrenico di Toscana, Lazio, Campania e Basilicata; nel versante adriatico, la sola popolazione dell'Aterno-Pescara), Anguilla anguilla, Cobitis taenia bilineata, Gasterosteus aculeatus, Salaria fluviatilis, Gobius nigriscans (limitatamente al versante tirrenico di Toscana, Umbria e Lazio).
Zona dei Ciprinidi a deposizione fitofila della Regione Italico-peninsulare	Tinca tinca, Scardinius erythrophthalmus, Rutilus rubilio, Leuciscus cephalus, Alburnus albidus (limitatamente alla Campania, Molise, Puglia e Basilicata), Petromyzon marinus (stadi giovanili), Anguilla anguilla, Alosa fallax (stadi giovanili), Cobitis taenia bilineata, Esox lucius, Gasterosteus aculeatus, Syngnathus abaster.
Zona dei Salmonidi della Regione delle Isole	Salmo (trutta) macrostigma.
Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila della Regione delle Isole	Anguilla anguilla, Gasterosteus aculeatus, Salaria fluviatilis.
Zona dei Ciprinidi a deposizione fitofila della Regione delle Isole	Cyprinus carpio, Petromyzon marinus (stadi giovanili), Anguilla anguilla, Gasterosteus aculeatus, Alosa fallax (stadi giovanili), Syngnathus abaster.

Il valore dato dall’ISECI è il risultato della somma pesata dei valori “normalizzati” dei diversi indicatori:

ISECI

$$= p_1 * (p_{1,1} * v_{1,1}(f_{1,1}) + p_{1,2} * v_{1,2}(f_{1,2})) + p_2 * \sum_{i=1}^n (p_{2,i,1} * v_{2,i,1}(f_{2,i,1}) + p_{2,i,2} * v_{2,i,2}(f_{2,i,2})) + p_3 * v_3(f_3) + p_4 * v_4(f_4) + p_5 * v_5(f_5)$$

Il valore ISECI così ottenuto viene convertito nelle classi riportate nella tabella seguente.

Tabella 20: Limiti di classe fra gli stati per l'Indice ISECI

	Limiti di Classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
Valore ISECI	0.8	0.6	0.4	0.2

I valori riportati corrispondono al valore più basso della classe superiore.

Principali riferimenti bibliografici

APAT-IRSA/CNR, 2003. Metodologie analitiche per il controllo della qualità delle acque. *Manuali e linee guida* - 29/2003.

APAT-ISPRA, 2008. Protocolli di indagine delle acque correnti.

<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-biologici-per-le-acque-parte-i>

AA. VV., 2003. *I.F.F. Indice di Funzionalità Fluviale*. Manuale ANPA / seconda edizione, giugno 2003, 223 pp.

AA. VV., 2007. *I.F.F. 2007 - Indice di Funzionalità Fluviale*. Nuova versione del metodo revisionata e aggiornata. MANUALE APAT 2007, 336 pp.

Bisson P.A., Nielsen J.L., Palmason R.A. & Grove L.E., 1982. A system of naming habitat types in small streams, with examples of habitat utilization by salmonids during low streamflow, in *Acquisition Utilization of Aquatic Habitat Inventory Information*, Armantrout ed., American fisheries Society, Western Division, Bethesda, MD, pp. 62-73.

Buffagni A., Erba S., Aquilano G., Armanini D.G., Beccari C., Casalegno C., Cazzola M., Demartini D., Gavazzi N., Kemp J.L., Mirolo N., Rusconi, 2007. "Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte B. Descrizione degli habitat fluviali a supporto del campionamento biologico" *Notiziario dei Metodi Analitici n.1 (2007)*, CNR-IRSA, Brugherio (MI).
http://www.irsacnr.it/Docs/Notiz/notiz2007_03.pdf

Buffagni A., Erba S., Aste F., Mignuoli C., Scaniu G., Sollazzo C., Pagnotta R. 2008. Direttiva 2000/60/EC (WFD). Condizioni di riferimento per fiumi e laghi. Classificazione dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati acquatici. *Notiziario dei metodi analitici Numero speciale 2008*. IRSA-CNR, Brugherio (MI) http://www.irsacnr.it/Docs/Notiz/notiz2008_NS.pdf

Busacker G.P., Adelman I.R. & Goolish E.M., 1990. Growth, in *Methods for Fish Biology*. Schreck C.B. and Moyle P.B. eds, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp 363-388.

CEMAGREF, 1982. Etude des méthodes biologiques quantitatives d'appréciation de la qualité des eaux. Rapport Q.E. Lyon-A.F. Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, Lyon, France.

- Forneris G., Merati F., Pascale M. e Perosino G.C., 2011.** Indice Ittico (versione 2011). C.R.E.S.T. (TO), 31pp.
- Klemm D.J., Stober Q.J. & Lazorchak J.M., 1993.** *Fish field and laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface waters*. EPA/600/R-92/111. Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati OH, 348 pp.
- Marcus M.D., Young M.K., Noel L.E. & Beth A., 1990.** *Salmonid-habitat relationships in the western United States*. Gen. Tech. Rep. RM-188. Fort Collins, CO. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 84 pp.
- Mc Cain M., Fuller D., Decker L. & Overton K, 1990.** Stream Habitat Classification and Inventory Procedures for Northern California. *FHR Currents, R-5's Fish Habitat Relationships Technical Bulletin* **1**, 15 pp.
- Petersen R.C., 1982.** The RCE: a Riparian, Channel, and Environmental Inventory for small streams in the agricultural landscape. *Freshwater Biology* **27**: 295-306.
- Siligardi M. & Maiolini B., 1993.** L'inventario delle caratteristiche ambientali dei corsi d'acqua alpini: guida all'uso della scheda RCE-2. *Biologia ambientale* **VII, 30**: 18-24.
- Turin P., Maio G., Zanetti M., Bilò M.F., Salviati S. & Rossi V., 1999.** Carta Ittica della Provincia di Rovigo. Ed. Provincia di Rovigo, 328 pp.
- White R.J., 1973.** Stream channel suitability for coldwater fish, in *Proceedings of the 28th Annual Meeting of the Soil Conservation Society of America, (Plants, Animals and Man)*, Hot Springs, Arkansas, pp. 61-79.
- Zerunian S., 2004.** Proposta di un Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche viventi nelle acque interne italiane. *Biologia Ambientale*, 18 (2): 25-30.
- Zerunian S., 2007.** Primo aggiornamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche. *Biologia Ambientale*, 21 (2): 43-47.
- Zerunian S., Goltara A., Schilpani I, Boz B., 2009.** Adeguamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche alla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE. *Biologia Ambientale*, 23 (2): 15-30.

ALLEGATO 2

- Parametri caratteristici e verifiche di dimensionamento della coppia di scale pesci previste in progetto.

DIMENSIONAMENTO DEI PASSAGGI PER PESCI - REGIONE PIEMONTE

TANARO BARBARESCO

PASSAGGIO PER PESCI IN SINISTRA - Q330 Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO Impianto TANARO POWER		
CONDIZIONI AL CONTORNO		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)	Qpesci	0.65 m3/s
Livello acqua di progetto alveo di monte	Hm-p	149.24 m s.l.m.
Livello acqua di progetto alveo di valle	Hv-p	143.02 m s.l.m.
Delta H complessivo	ΔH	6.22 m
Numero di bacini		33
VINCOLI IMPOSTI		
Salto tra soglie fessure laterali setti bacini	dH	0.183 m
Velocità		
DIMENSIONAMENTO BACINI		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)		
Lunghezza interna utile	L	2.8 m
Larghezza interna utile	B	2 m
Altezza media del livello nei bacini	H	1.5 m
Volume del bacino	V	8.4 m3
PV potenza specifica di dissipazione	Pv	138.9 W/mc
DIMENSIONAMENTO SETTI		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)		
Spessore muratura	s	0.3 m
Altezza massima del setto	h	1.5 m
Dimensionamento fessura laterale con stramazzo parzialmente rigurgitato		
Profondità fessura laterale dalla sommità del setto	h-p	1.5 m
Coefficiente deflusso fessura verticale	Cd	0.75
Portata defluente fessura verticale	Q	0.65 m3/s
Carico idrico a monte della fessura	H1 teor	1.59 m
Delta H tra fondo bacino e fondo fessura (H0 vertical slot)	H0vs	0 m
Carico totale a monte della fenditura	H1	1.59 m
Larghezza fessura laterale	b	0.29 m

PASSAGGIO PER PESCI IN SINISTRA - Q30 Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO Impianto TANARO POWER		
CONDIZIONI AL CONTORNO		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)	Qpesci	0.68 m3/s
Livello acqua di progetto alveo di monte	Hm-p	149.47 m s.l.m.
Livello acqua di progetto alveo di valle	Hv-p	144.14 m s.l.m.
Delta H complessivo	ΔH	5.33 m
Numero di bacini		33
VINCOLI IMPOSTI		
Salto tra soglie fessure laterali setti bacini	dH	0.157 m
Velocità		
DIMENSIONAMENTO BACINI		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)		
Lunghezza interna utile	L	2.8 m
Larghezza interna utile	B	2 m
Altezza media del livello nei bacini	H	1.73 m
Volume del bacino	V	9.688 m3
PV potenza specifica di dissipazione	Pv	108.5 W/mc
DIMENSIONAMENTO SETTI		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)		
Spessore muratura	s	0.3 m
Altezza massima del setto	h	1.5 m
Spessore muratura		
Profondità fessura laterale dalla sommità del setto	h-p	1.5 m
Coefficiente deflusso fessura verticale	Cd	0.75
Portata defluente fessura verticale	Q	0.68 m3/s
Carico idrico a monte della fessura	H1 teor	1.81 m
Delta H tra fondo bacino e fondo fessura (H0 vertical slot)	H0vs	0 m
Carico totale a monte della fenditura	H1	1.81 m
Larghezza fessura laterale	b	0.29 m

PASSAGGIO PER PESCI IN SINISTRA - Q_MAGGIO Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO Impianto TANARO POWER		
CONDIZIONI AL CONTORNO		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)	Qpesci	0.64 m3/s
Livello acqua di progetto alveo di monte	Hm-p	149.35 m s.l.m.
Livello acqua di progetto alveo di valle	Hv-p	144.04 m s.l.m.
Delta H complessivo	ΔH	5.31 m
Numero di bacini		33.00
VINCOLI IMPOSTI		
Salto tra soglie fessure laterali setti bacini	dH	0.156 m
Velocità		
DIMENSIONAMENTO BACINI		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)		
Lunghezza interna utile	L	2.8 m
Larghezza interna utile	B	2 m
Altezza media del livello nei bacini	H	1.61 m
Volume del bacino	V	9.016 m3
PV potenza specifica di dissipazione	Pv	108.3 W/mc
DIMENSIONAMENTO SETTI		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)		
Spessore muratura	s	0.3 m
Altezza massima del setto	h	1.5 m
Spessore muratura		
Profondità fessura laterale dalla sommità del setto	h-p	1.5 m
Coefficiente deflusso fessura verticale	Cd	0.75
Portata defluente fessura verticale	Q	0.64 m3/s
Carico idrico a monte della fessura	H1 teor	1.69 m
Delta H tra fondo bacino e fondo fessura (H0 vertical slot)	H0vs	0 m
Carico totale a monte della fenditura	H1	1.69 m
Larghezza fessura laterale	b	0.29 m

PASSAGGIO PER PESCI IN DESTRA - Q330 Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO Impianto TANARO POWER		
CONDIZIONI AL CONTORNO		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)	Qpesci	0.45 m3/s
Livello acqua di progetto alveo di monte	Hm-p	149.24 m s.l.m.
Livello acqua di progetto alveo di valle	Hv-p	143.02 m s.l.m.
Delta H complessivo	DH	6.22 m
Numero di bacini		33
VINCOLI IMPOSTI		
Salto tra soglie fessure laterali setti bacini	dH	0.183 m
Velocità		
DIMENSIONAMENTO BACINI		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)		
Lunghezza interna utile	L	2.1 m
Larghezza interna utile	B	2 m
Altezza media del livello nei bacini	H	1.4 m
Volume del bacino	V	5.88 m3
PV potenza specifica di dissipazione	Pv	137.3 W/mc
DIMENSIONAMENTO SETTI		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)		
Spessore muratura	s	0.3 m
Altezza massima del setto	h	1.5 m
Dimensionamento fessura laterale con stramazzo parzialmente rigurgitato		
Profondità fessura laterale dalla sommità del setto	h-p	1.5 m
Coefficiente deflusso fessura verticale	Cd	0.75
Portata defluente fessura verticale	Q	0.45 m3/s
Carico idrico a monte della fessura	H1 teor	1.49 m
Delta H tra fondo bacino e fondo fessura (H0 vertical slot)	H0vs	0.25 m
Carico totale a monte della fenditura	H1	1.24 m
Larghezza fessura laterale	b	0.26 m

PASSAGGIO PER PESCI IN SINISTRA - Q30 Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO Impianto TANARO POWER		
CONDIZIONI AL CONTORNO		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)	Qpesci	0.49 m3/s
Livello acqua di progetto alveo di monte	Hm-p	149.47 m s.l.m.
Livello acqua di progetto alveo di valle	Hv-p	144.14 m s.l.m.
Delta H complessivo	ΔH	5.33 m
Numero di bacini	0	33.00
VINCOLI IMPOSTI		
Salto tra soglie fessure laterali setti bacini	dH	0.157 m
Velocità		
DIMENSIONAMENTO BACINI		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)		
Lunghezza interna utile	L	2.1 m
Larghezza interna utile	B	2 m
Altezza media del livello nei bacini	H	1.63 m
Volume del bacino	V	6.85 m3
PV potenza specifica di dissipazione	Pv	109.9 W/mc
DIMENSIONAMENTO SETTI		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)		
Spessore muratura	s	0.30 m
Altezza massima del setto	h	1.5 m
Spessore muratura		
Profondità fessura laterale dalla sommità del setto	h-p	1.5 m
Coefficiente deflusso fessura verticale	Cd	0.75
Portata defluente fessura verticale	Q	0.49 m3/s
Carico idrico a monte della fessura	H1 teor	1.71 m
Delta H tra fondo bacino e fondo fessura (H0 vertical slot)	H0vs	0.25 m
Carico totale a monte della fenditura	H1	1.46 m
Larghezza fessura laterale	b	0.26 m

PASSAGGIO PER PESCI IN SINISTRA - Q_MAGGIO Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO Impianto TANARO POWER		
CONDIZIONI AL CONTORNO		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)	Qpesci	0.45 m3/s
Livello acqua di progetto alveo di monte	Hm-p	149.35 m s.l.m.
Livello acqua di progetto alveo di valle	Hv-p	144.04 m s.l.m.
Delta H complessivo	ΔH	5.31 m
Numero di bacini		33.00
VINCOLI IMPOSTI		
Salto tra soglie fessure laterali setti bacini	dH	0.156 m
Velocità		
DIMENSIONAMENTO BACINI		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)		
Lunghezza interna utile	L	2.1 m
Larghezza interna utile	B	2 m
Altezza media del livello nei bacini	H	1.51 m
Volume del bacino	V	6.34 m3
PV potenza specifica di dissipazione	Pv	108.3 W/mc
DIMENSIONAMENTO SETTI		
Portata di dimensionamento del passaggio per pesci (mc/s)		
Spessore muratura	s	0.3 m
Altezza massima del setto	h	1.5 m
Spessore muratura		
Profondità fessura laterale dalla sommità del setto	h-p	1.5 m
Coefficiente deflusso fessura verticale	Cd	0.75
Portata defluente fessura verticale	Q	0.45 m3/s
Carico idrico a monte della fessura	H1 teor	1.59 m
Delta H tra fondo bacino e fondo fessura (H0 vertical slot)	H0vs	0.25 m
Carico totale a monte della fenditura	H1	1.34 m
Larghezza fessura laterale	b	0.26 m

PASSAGGIO PER PESCI IN SINISTRA - Q330***Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO******Impianto TANARO POWER***

<u>PARAMETRO</u>	<u>VALORI CONSIGLIATI</u>		<u>VALORI DI PROGETTO</u>	<u>VERIFICA</u>
	Salmonidi	Ciprinidi	Massimo (Q330)	
Dislivello massimo tra i bacini Δh	0.25	0.2	0.18	VERO
Valore minimo di larghezza della fessura b	>0.2		0.29	VERO
Lunghezza minima bacino L	L>1.4-1.5 m		2.8	VERO
Profondità minima H	>0.6 m		1.5	VERO
Potenza specifica dissipata nei bacini (W/mc)	<200	<150	138.9	VERO
Velocità in corrispondenza dell'apertura del setto (m/s)	circa 2		1.89	VERO
Velocità media nella fessura (m/s)	<1.5 m/s		1.42	VERO
Rapporto H/ ΔH (flusso rigurgitato)	>2		8.2	VERO
Rapporto L/b	8-10		9.7	VERO
Rapporto B/b	6-8		7.0	VERO
Rapporto battente sullo stramazzo/dislivello tra bacini	>2		8.7	VERO

PASSAGGIO PER PESCI IN SINISTRA - Q30
Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO
Impianto TANARO POWER

<u>PARAMETRO</u>	<u>VALORI CONSIGLIATI</u>		<u>VALORI DI PROGETTO</u>	<u>VERIFICA</u>
	Salmonidi	Ciprinidi	Minimo (Q30)	
Dislivello massimo tra i bacini Δh	0.25	0.2	0.16	VERO
Valore minimo di larghezza della fessura b	>0.2		0.29	VERO
Lunghezza minima bacino L	L>1.4-1.5 m		2.8	VERO
Profondità minima H	>0.6 m		1.73	VERO
Potenza specifica dissipata nei bacini (W/mc)	<200	<150	108.5	VERO
Velocità in corrispondenza dell'apertura del setto (m/s)	circa 2		1.75	VERO
Velocità media nella fessura (m/s)	<1.5 m/s		1.32	VERO
Rapporto H/ ΔH (flusso rigurgitato)	>2		11.0	VERO
Rapporto L/b	8-10		9.7	VERO
Rapporto B/b	6-8		7.0	VERO
Rapporto battente sullo stramazzo/dislivello tra bacini	>2		11.5	VERO

PASSAGGIO PER PESCI IN SINISTRA - QMAGGIO***Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO******Impianto TANARO POWER***

<u>PARAMETRO</u>	<u>VALORI CONSIGLIATI</u>		<u>VALORI DI PROGETTO</u>	<u>VERIFICA</u>
	Salmonidi	Ciprinidi	Medio (Qmaggio)	
Dislivello massimo tra i bacini Δh	0.25	0.2	0.16	VERO
Valore minimo di larghezza della fessura b	>0.2		0.29	VERO
Lunghezza minima bacino L	L>1.4-1.5 m		2.8	VERO
Profondità minima H	>0.6 m		1.61	VERO
Potenza specifica dissipata nei bacini (W/mc)	<200	<150	108.3	VERO
Velocità in corrispondenza dell'apertura del setto (m/s)	circa 2		1.75	VERO
Velocità media nella fessura (m/s)	<1.5 m/s		1.31	VERO
Rapporto H/ ΔH (flusso rigurgitato)	>2		10.3	VERO
Rapporto L/b	8-10		9.7	VERO
Rapporto B/b	6-8		7.0	VERO
Rapporto battente sullo stramazzo/dislivello tra bacini	>2		10.8	VERO

PASSAGGIO PER PESCI IN DESTRA - Q330
Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO
Impianto TANARO POWER

<u>PARAMETRO</u>	<u>VALORI CONSIGLIATI</u>		<u>VALORI RISCONTRATI</u>	<u>VERIFICA</u>
	Salmonidi	Ciprinidi	Massimo (Q330)	
Dislivello massimo tra i bacini Δh	0.25	0.2	0.18	VERO
Valore minimo di larghezza della fessura b	>0.2		0.26	VERO
Lunghezza minima bacino L	L>1.4-1.5 m		2.1	VERO
Profondità minima H	>0.6 m		1.4	VERO
Potenza specifica dissipata nei bacini (W/mc)	<200	<150	137.3	VERO
Velocità in corrispondenza dell'apertura del setto (m/s)	circa 2		1.89	VERO
Velocità media nella fessura (m/s)	<1.5 m/s		1.42	VERO
Rapporto H/ ΔH (flusso rigurgitato)	>2		7.7	VERO
Rapporto L/b	8-10		8.2	VERO
Rapporto B/b	6-8		7.8	VERO
Rapporto battente sullo stramazzo/dislivello tra bacini	>2		6.8	VERO

PASSAGGIO PER PESCI IN DESTRA - Q30
Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO
Impianto TANARO POWER

<u>PARAMETRO</u>	<u>VALORI CONSIGLIATI</u>		<u>VALORI RISCONTRATI</u>	<u>VERIFICA</u>
	Salmonidi	Ciprinidi	Minimo (Q30)	
Dislivello massimo tra i bacini Δh	0.25	0.2	0.16	VERO
Valore minimo di larghezza della fessura b	>0.2		0.26	VERO
Lunghezza minima bacino L	L>1.4-1.5 m		2.1	VERO
Profondità minima H	>0.6 m		1.63	VERO
Potenza specifica dissipata nei bacini (W/mc)	<200	<150	109.9	VERO
Velocità in corrispondenza dell'apertura del setto (m/s)	circa 2		1.75	VERO
Velocità media nella fessura (m/s)	<1.5 m/s		1.32	VERO
Rapporto H/ ΔH (flusso rigurgitato)	>2		10.4	VERO
Rapporto L/b	8-10		8.2	VERO
Rapporto B/b	6-8		7.8	VERO
Rapporto battente sullo stramazzo/dislivello tra bacini	>2		9.3	VERO

PASSAGGIO PER PESCI IN DESTRA - QMAGGIO***Sbarramento sul F. TANARO BARBARESCO******Impianto TANARO POWER***

<u>PARAMETRO</u>	<u>VALORI CONSIGLIATI</u>		<u>VALORI RISCONTRATI</u>	<u>VERIFICA</u>
	Salmonidi	Ciprinidi	Medio (Q30)	
Dislivello massimo tra i bacini Δh	0.25	0.2	0.16	VERO
Valore minimo di larghezza della fessura b	>0.2		0.26	VERO
Lunghezza minima bacino L	L>1.4-1.5 m		2.1	VERO
Profondità minima H	>0.6 m		1.51	VERO
Potenza specifica dissipata nei bacini (W/mc)	<200	<150	108.3	VERO
Velocità in corrispondenza dell'apertura del setto (m/s)	circa 2		1.75	VERO
Velocità media nella fessura (m/s)	<1.5 m/s		1.31	VERO
Rapporto H/ ΔH (flusso rigurgitato)	>2		9.7	VERO
Rapporto L/b	8-10		8.2	VERO
Rapporto B/b	6-8		7.8	VERO
Rapporto battente sullo stramazzo/dislivello tra bacini	>2		8.6	VERO