



SHARESALMO

SHARESALMO - GESTIONE ITTICA INTEGRATA E SOSTENIBILE PER LA  
VALORIZZAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ E LA DIFESA DALLE SPECIE INFESTANTI

## ATTIVITÀ 5.1 - Intervento strategico di deframmentazione del Fiume Sesia



### PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato:

Elaborato:

Relazione generale

A

Rif.:

18S28

Data:

Dicembre 2020

Rev.:

01

Formato:

A4

Timbro e firma:

Progettista:

**Ing. Stefano MOLINARI**  
Via Europa n.33/a  
21040 - Morazzone (VA) - IT  
ste.moli@hotmail.it



Altri partner di progetto:



**Parco Ticino**



**ti**



## Sommario

1	Premessa .....	2
2	Inquadramento ambientale .....	6
3	Caratterizzazione delle discontinuità .....	8
3.1	Discontinuità sul Torrente Sesia oggetto del presente progetto .....	8
3.1.1	Discontinuità A.....	8
3.1.2	Discontinuità B.....	11
4	Gli interventi in progetto.....	13
4.1	Principali tipologie di passaggi per pesci .....	13
4.1.1	Tipologie a confronto e criteri di selezione .....	20
4.1.2	Criteri generali di localizzazione: il posizionamento di progetto e la sua fattibilità.....	22
4.2	Discontinuità A.....	24
4.2.1	Scelta progettuale .....	25
4.2.2	Vincoli alla progettazione .....	26
4.2.3	Dimensionamento del passaggio per pesci.....	27
4.2.4	Rilascio del DMV .....	32
4.2.5	Compatibilità idraulica .....	47
4.2.6	Gestione specie esotiche .....	48
4.2.7	Interferenze con le opere in progetto e problematiche del cantiere.....	49
4.3	Discontinuità B .....	50
4.3.1	Scelta progettuale .....	51
4.3.2	Vincoli alla progettazione .....	51
4.3.3	Dimensionamento del passaggio per pesci.....	52
4.3.4	Rilascio del DMV .....	55
4.3.5	Metodo SIMPO .....	55
4.3.6	Dimensionamento della luce di rilascio del DMV .....	59
4.3.7	Compatibilità idraulica .....	65
4.3.8	Interferenze con le opere in progetto e problematiche del cantiere.....	66
5	Tempistiche per la realizzazione degli interventi.....	68
6	Quadro economico .....	70

# 1 PREMESSA

Il presente elaborato rappresenta la Relazione generale del Progetto Esecutivo: *“Intervento strategico di deframmentazione del Fiume Sesia”*.

Questo progetto si inserisce all'interno di un progetto più ampio costituito dal progetto SHARESALMO – *“Gestione ittica integrata e condivisa per la conservazione dei salmonidi nativi ed il contrasto delle specie aliene invasive”* finanziato nell'ambito del *Programma INTERREG di cooperazione transfrontaliera Italia-Svizzera 2014-2020* che vede coinvolti per l'Italia: il Parco Lombardo del Ticino (Capofila italiano), l'Unione Montana dei comuni della Valsesia, la Società Valsesiana Pescatori Sportivi (SVPS), il CNR-ISE, la società GRAIA srl e il GAL Terre del Sesia; mentre per la Svizzera il Canton Ticino (Capofila svizzero) e il Cantone Grigioni.

All'interno di questo progetto si sviluppa l'azione 5 *“Sviluppo di una strategia transfrontaliera di riqualificazione ecologica del reticolo idrografico a favore dei Salmonidi autoctoni”* che prende origine dagli esiti dell'attenta analisi di contesto già realizzata nell'ambito del precedente progetto Interreg IIIA di conservazione della trota marmorata e dei numerosi progetti finanziati da Fondazione Cariplo e dal Programma Life-Natura svolti da Parco Ticino e dalla società GRAIA srl, anche sostenuti dal Canton Ticino.

Nello specifico questo progetto costituisce l'azione 5.1: *“Intervento strategico di deframmentazione del Fiume Sesia”*

In merito alla deframmentazione fluviale, occorre sottolineare che a livello di bacino idrografico del Ticino già molto è stato fatto, sia localmente sia in ambito transfrontaliero, grazie alle tante esperienze condivise e agli strumenti normativi adottati localmente dalle amministrazioni svizzere e italiane. Su questo fronte emerge invece l'urgenza di intervenire nel Fiume Sesia. Qui proprio la popolazione di temolo da cui discende lo stock fondatore dell'unico allevamento a ciclo chiuso esistente al mondo per la specie, peraltro quasi del tutto scomparsa dal resto del suo areale, si trova in una condizione di precarietà per la frammentazione del tratto fluviale ad essa vocazionale. La presenza di 2 sbarramenti artificiali impedisce ai temoli di risalire il fiume e di muoversi liberamente in 40 km circa di tratto vocazionale, confinandoli in un tratto ristretto, a discapito delle sue possibilità di automantenimento e di conservazione a lungo termine. La realizzazione di questi 2 passaggi per pesci, estenderà il tratto fluviale liberamente colonizzabile dal temolo di 40 km.

A seguito dell'approvazione del Progetto Definitivo è stata avviata la Conferenza dei Servizi dall'Unione Montana dei Comuni della Valsesia con la convocazione della prima conferenza in data 13 marzo 2020. A seguito dell'emergenza Coronavirus la procedura è stata rinviata e la prima conferenza è stata riconvocata il 12 giugno 2020 in cui sono raccolti i seguenti pareri favorevoli:

- parere favorevole della Commissione Locale per il Paesaggio dell'Unione Montana Valsesia operante su delega del Comune di Varallo, con verbale n.1472 in data 09/03/2020, ai sensi del D.lgs. n.42/2004, senza prescrizioni,
- parere favorevole sotto il profilo idraulico ai sensi del R.D.n.523/1904, espresso dal Settore Tecnico Regionale di Vercelli, in data 09/06/2020, prot. n.28127 con le seguenti prescrizioni:
  - a) *“per la Discontinuità B la quota d'imposta della scogliera e del selciato in massi ciclopici a protezione del piede della struttura dovrà essere approfondita ad una quota inferiore rispetto a quella del piede medesimo;*
  - b) *le opere devono essere realizzate come da progetto e nessuna variazione potrà essere introdotta senza la preventiva autorizzazione da parte di questo Settore;*

- c) *il materiale di risulta proveniente dagli scavi in alveo dovrà essere usato esclusivamente per la colmatare di depressioni di alveo o di sponda, se necessario, in prossimità dell'opera di cui trattasi, mentre quello proveniente dalla demolizione di murature esistenti, dovrà essere asportato dall'alveo;*
- d) *le sponde ed eventuali opere di difesa interessate dall'esecuzione dei lavori dovranno essere accuratamente ripristinate a regola d'arte, restando il soggetto autorizzato unico responsabile dei danni eventualmente cagionati;*
- e) *i lavori in argomento dovranno essere eseguiti, a pena di decadenza, entro un anno dalla data di approvazione del progetto. È fatta salva l'eventuale concessione di proroga, che dovrà comunque essere debitamente motivata, sempreché le condizioni locali non abbiano subito variazioni di rilievo;*
- f) *indicazioni e prescrizioni di carattere tecnico generale che qui si omettono ed alle quali di rimanda all'allegato parere."*

All'interno di questa conferenza il Settore Risorse Idriche della Provincia di Vercelli dichiara che il concessionario della derivazione dovrà presentare una pratica di adeguamento del disciplinare di concessione sottoforma di *Domanda di Variante non sostanziale* ai sensi del regolamento 10/R del 29 luglio 2003. A seguito della presentazione dell'istanza di adeguamento il Settore Risorse Idriche della Provincia di Vercelli richiederà un parere ad ARPA in merito all'incidenza sull'ecologia fluviale del progetto.

Risulta quindi necessaria una seconda ed ultima seduta fissata in data 13 luglio 2020 all'interno della quale sono illustrati i seguenti pareri/nulla osta/autorizzazioni pervenuti:

- *parere favorevole della soprintendenza Archeologica Belle Arti e paesaggio per la Provincia di Vercelli ai sensi dell'art.146 del D.Lgs n. 42/2004, con le seguenti prescrizioni:*
  - a) *"le parti esterne in cls siano rivestite in materiale lapideo;*
  - b) *tutte le opere lapidee previste vengano realizzate impiegando materiale locale con pezzatura, cromia e posa in opera tale da conferire l'aspetto delle murature a secco tradizionali; in caso si utilizzino massi di cava, questi siano di dimensione medio-piccola, posati con il lato a vista privo delle rigature da taglio;*
  - c) *al termine dei lavori, sia ripristinato lo stato dei luoghi comprese le aree di cantiere, mediante una ricucitura degli ambiti interessati dalle opere in progetto con le zone verdi limitrofe."*
- *Parere favorevole espresso dal Servizio Caccia e Pesca della Provincia di Vercelli ai sensi dell'art.12 L.R. n. 37/2009, con le seguenti prescrizioni:*
  - a) *"Adottare tutti i provvedimenti necessari per limitare l'intorbidimento delle acque;*
  - b) *Ridurre al minimo gli impatti ambientali sugli habitat e la fauna acquatica;*
  - c) *Garantire il deflusso minimo vitale del corso d'acqua, ai sensi del regolamento regionale n. 8/R/2007:*
  - d) *Organizzare il cantiere in modo da ridurre allo stretto indispensabile la tempistica delle operazioni in alveo;*
  - e) *Predisporre un piano di intervento rapido per il contenimento di eventuali danni, anche accidentali, alla fauna acquatica;*
  - f) *Al termine dei lavori, dovranno essere rimosse le piste di cantiere;*
  - g) *Al termine dei lavori sarà inoltre necessario ripristinare le condizioni di naturalità del corso idrico..."*

All'interno di questa conferenza si ricorda che il Settore Risorse Idriche della Provincia di Vercelli ha precisato *"che le eventuali indicazioni di ARPA dovranno essere recepite nel progetto esecutivo, pertanto si dovrà attendere il parere prima di redarre gli elaborati."*



Con questa seconda seduta viene dichiarato concluso favorevolmente il procedimento di Conferenza dei Servizi, successivamente formalizzata con Determinazione n. 180 del 17/07/2020 dall'Unione Montana dei Comuni della Valsesia.

Successivamente, in data 11 settembre 2020, lo scrivente, per conto della società concessionaria della derivazione, ha presentato la Domanda di Variante non Sostanziale, per entrambe le discontinuità, al Servizio Risorse idriche della Provincia di Vercelli.

In data 27/10/2020 la Provincia di Vercelli, servizio Risorse Idriche, alla presenza di ARPA e dello scrivente ha realizzato una *Visita istruttoria locale* in remoto per l'analisi delle domande di variante non sostanziale prodotte per entrambe le discontinuità.

A seguito della visita sono stati prodotti due verbali, uno per ogni discontinuità:

- Discontinuità A, Baraggia (pratica n. 353 VC 00333), Verbale di Visita Locale istruttoria del 27/10/2020, comunicato in data 13/11/2020, Prot. nr: 24797;
- Discontinuità B, Baraggiolo (pratica n. 370-VC00448), Verbale di Visita Locale istruttoria del 27/10/2020, comunicato in data 17/11/2020, Prot. nr: 24978.

In ciascun verbale sono state richieste alcune integrazioni alle Domande di Variante non sostanziale da produrre entro 30 giorni dalla comunicazione dalla data di comunicazione del verbale.

In particolare, per la discontinuità B, le integrazioni richieste riguardano:

1. *“Una tabella esplicativa unica, riportante la curva di durata per le condizioni di magra ( $Q < 274$ ) la regola dei rilasci con il dettaglio delle portate in transito in tutti i dispositivi. Alle singole portate dovrà essere associato il relativo battente idrico e le condizioni di apertura delle singole paratie.*
2. *La misura delle portate dovrà essere garantita in tutte le sezioni di rilascio e le misure effettuate dovranno essere rese disponibili in tempo reale, insieme a quella derivata, alla Provincia di Vercelli e Arpa attraverso sistema basato sul web. I dati dovranno essere archiviati e le serie storica dovrà essere sempre disponibile.*
3. *Dovrà essere proposto un sistema di controllo che dia le sufficienti garanzie ad evitare l'intasamento delle luci del DMV sia attraverso strumentazione attiva, sia attraverso sistemi di sorveglianza.*
4. *A completamento della comunicazione dovranno essere indicate eventuali operazioni di ripristino e la gestione delle specie esotiche nelle aree di cantiere, anche in aree di greto, ove è possibile l'insediamento di specie di *Buddleja davidii*.”*

Mentre per la discontinuità B, Baraggiolo, le integrazioni richieste riguardano:

1. *“Una tabella esplicativa unica, riportante la curva di durata per le condizioni di magra ( $Q < 274$ ) la regola dei rilasci con il dettaglio delle portate in transito in tutti i dispositivi. Alle singole portate dovrà essere associato il relativo battente idrico.*
2. *La misura delle portate dovrà essere garantita, per quanto possibile, in tutte le sezioni di rilascio e le misure effettuate dovranno essere rese disponibili in tempo reale, insieme a quella derivata, alla Provincia di Vercelli e Arpa attraverso sistema basato sul web. I dati dovranno essere archiviati e le serie storica dovrà essere sempre disponibile.*
3. *Dovrà essere proposto un sistema di controllo che dia le sufficienti garanzie ad evitare l'intasamento delle luci del DMV sia attraverso strumentazione attiva, sia attraverso sistemi di sorveglianza.*
4. *A completamento della comunicazione dovranno essere indicate eventuali operazioni di ripristino e la gestione delle specie esotiche nelle aree di cantiere, anche in aree di greto, ove è possibile l'insediamento di specie di *Buddleja davidii*.”*

In data 14/12/2020 il concessionario ha provveduto a inoltrare alla Provincia di Vercelli le integrazioni richieste per entrambe le discontinuità, redatte dallo scrivente e condivise con il concessionario.

Il presente Progetto Esecutivo, recepisce le integrazioni fatte in sede di *conferenza dei servizi* e in sede di *Visita istruttoria locale* per entrambe le discontinuità.

## 2 INQUADRAMENTO AMBIENTALE

Il Fiume Sesia nasce dai ghiacciai del versante sud-orientale del Monte Rosa (Ghiacciaio Bors a quota 3.207 m s.l.m., Ghiacciaio Piode e Ghiacciaio Vigne) e termina nel Fiume Po, del quale costituisce un affluente di sinistra. Il percorso del Sesia è di 144 km e l'estensione totale del suo bacino idrografico raggiunge i 2.920 km<sup>2</sup>.

Il percorso del Fiume Sesia risulta piuttosto irregolare a causa della differente erodibilità delle rocce su cui scorre, presentando brusche variazioni di direzione nei punti di maggiore resistenza. Nello specifico esso presenta un orientamento da nord - ovest a sud - est dalle origini a Piode, dove piega a nord - est verso Balmuccia per continuare a scorrere verso est fino a Varallo; da qui l'asse vallivo assume direzione sud fino a Romagnano.

Considerata l'estensione di questo corso d'acqua, è possibile distinguere tre tratti principali dal punto di vista idraulico e morfologico:

- Tratto alpino: dalle sorgenti fino all'abitato di Varallo, nella Val Grande, dove presenta un carattere torrentizio, con elevata pendenza media, per una lunghezza di circa 50 km;
- Tratto di fondovalle: da Varallo fino a Gattinara – Romagnano Sesia (NO), dove percorre per circa 30 km un piano subalpino caratterizzato da una pendenza decisamente inferiore, assumendo un aspetto di corso d'acqua pedemontano o di fondovalle;
- Tratto di pianura: a valle di Gattinara, fino alla confluenza nel Po, dove assume la conformazione tipica di fiume di pianura, con una pendenza media piuttosto ridotta.

La sponda orografica destra appartiene quasi interamente alla Provincia di Vercelli, mentre quella sinistra interessa per un ampio tratto la Provincia di Novara; nei pressi del punto di confluenza nel Po scorre parallelo al confine fra le province di Pavia ed Alessandria.

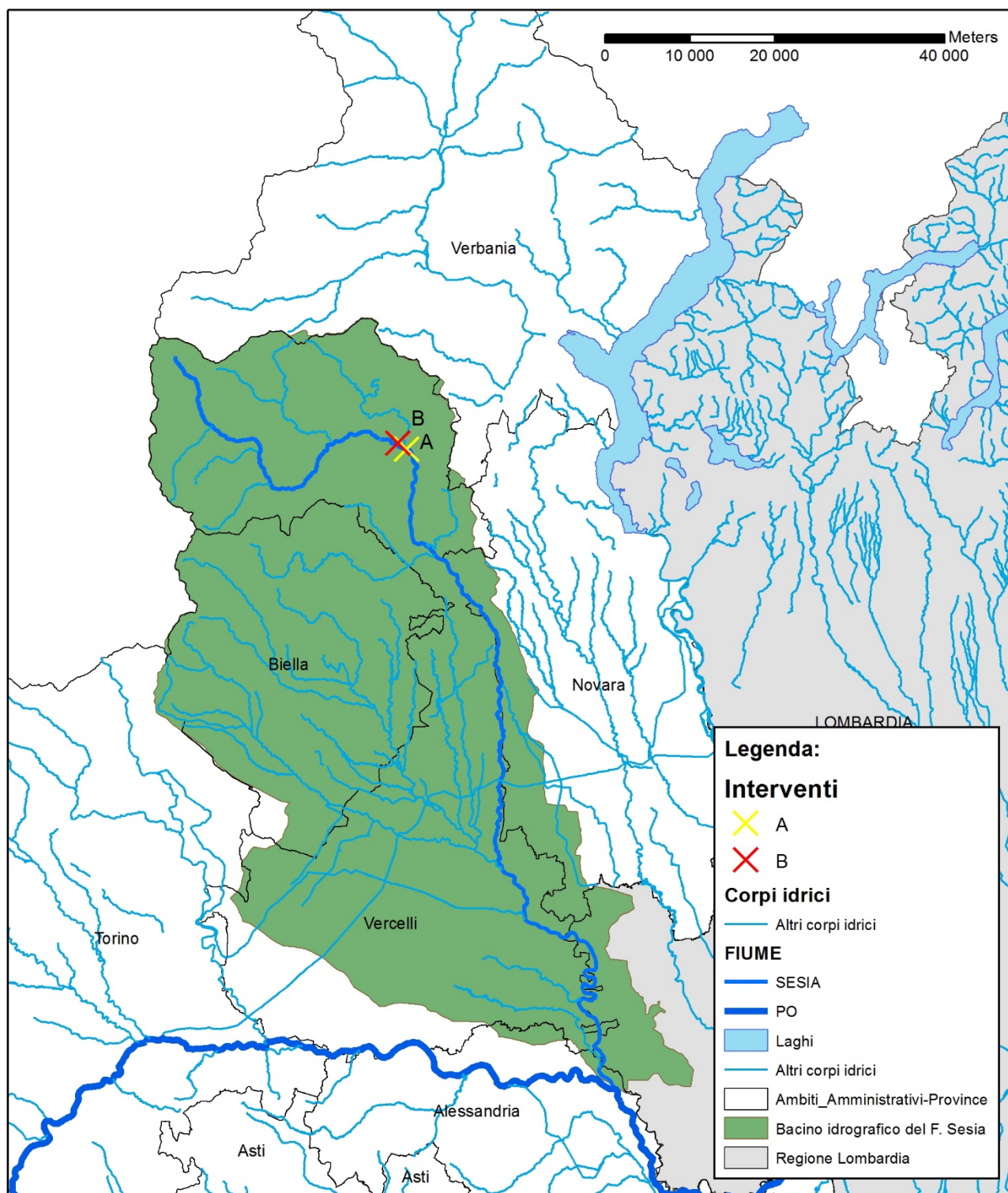


Figura 1: inquadramento del bacino idrografico del fiume Sesia e dei punti delle discontinuità fluviale



### 3 CARATTERIZZAZIONE DELLE DISCONTINUITÀ

Nei seguenti paragrafi vengono illustrate le caratteristiche dello stato di fatto delle 2 discontinuità oggetto degli interventi di deframmentazione (Figura 1).

#### 3.1 Discontinuità sul Torrente Sesia oggetto del presente progetto

##### 3.1.1 Discontinuità A

Località	Baraggia Roccapietra	
Comune	Varallo (VC)	
Tipologia	Briglia di derivazione	
Valicabilità	Invalicabile	
Altezza salto	4,1 m	
Larghezza	circa 130 m	
Coordinate UTM	X	442.113
	Y	5.073.438
Portata di DMV	3.080 l/s	
Distanza dalla discontinuità successiva	1.500 m	



La discontinuità A, si colloca a 103 Km dalla foce del Fiume Sesia, a 1.500 m dalla discontinuità più a monte e successivamente illustrata.

La discontinuità è caratterizzata da una traversa di derivazione, di 120 m di larghezza, in massi ciclopici cementati al di sopra della quale è presente da una struttura di acciaio e legno per l'incremento ulteriore del pelo libero a monte della traversa (Figura 2). In sponda sinistra sono posizionate tutte le opere idrauliche (Figura 3):

- un canale di derivazione caratterizzato da due opere di presa distinte e affiancate;
- una paratoia a settore con funzione di paratoia sghiaiatrice;
- una luce di rilascio del DMV la cui soglia di sfioro è regolata da una paratoia a libro;
- una luce per il rilascio delle acque in un passaggio per pesci, reputato non funzionale per via dell'elevata pendenza e regolata da una paratoia a libro.

La sponda destra è caratterizzata dalla presenza sull'argine di un bosco con vegetazione arborea, anche di grandi dimensioni, fino all'acqua, sia a monte che a valle.

La sponda sinistra è più antropizzata: a monte della traversa è presente un muro in c.a. rivestito in massi che svolge la funzione di sponda e i due imbocchi del canale derivatore; a valle la sponda è



costituita da una scogliera cementata per i primi 20 m, successivamente prosegue in terra e massi con arbusti e alle spalle è presente il canale di derivazione e l'alto muro di sostegno della SP229 (Figura 4).

Risulta quindi evidente come l'unica superficie disponibile per la realizzazione del passaggio per pesci sia quella in sponda sinistra appena a valle della traversa (Figura 5).

I livelli idrici di monte della traversa risultano quindi regolati dalla presenza della soglia di sfioro in legno della traversa. Tale quota di sfioro può essere considerata come livello idrico di monte di progetto.



Figura 2: vista della traversa dalla sponda destra e sinistra

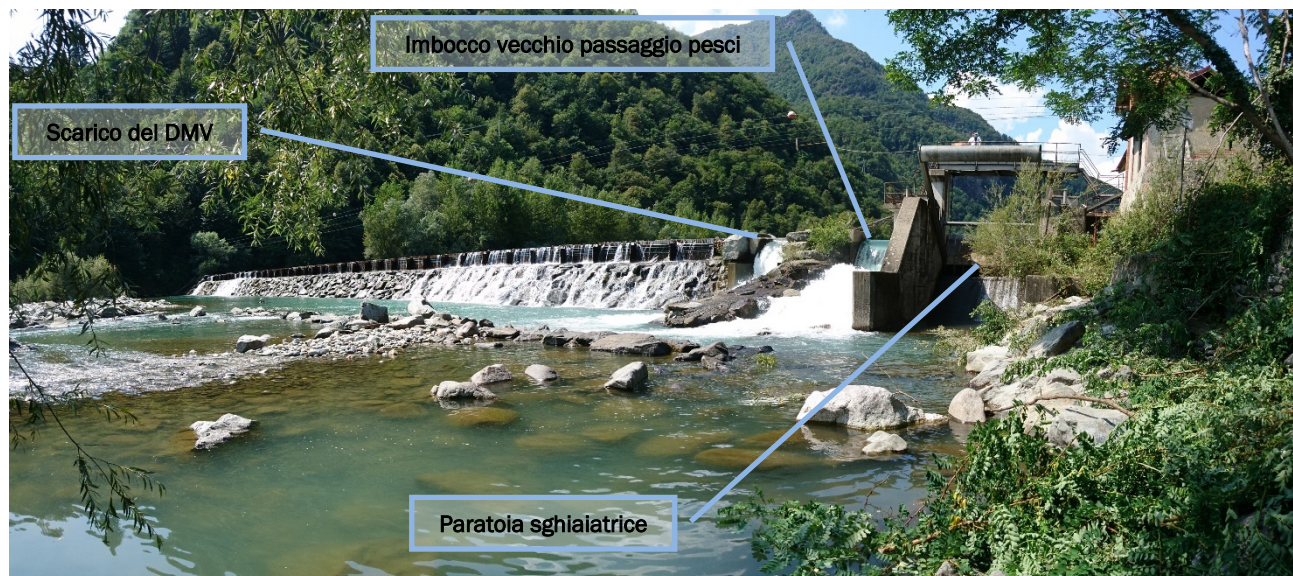


Figura 3: vista da valle, in sponda sinistra, della traversa





*Figura 4: vista delle aree in sponda sinistra alle spalle della sponda*

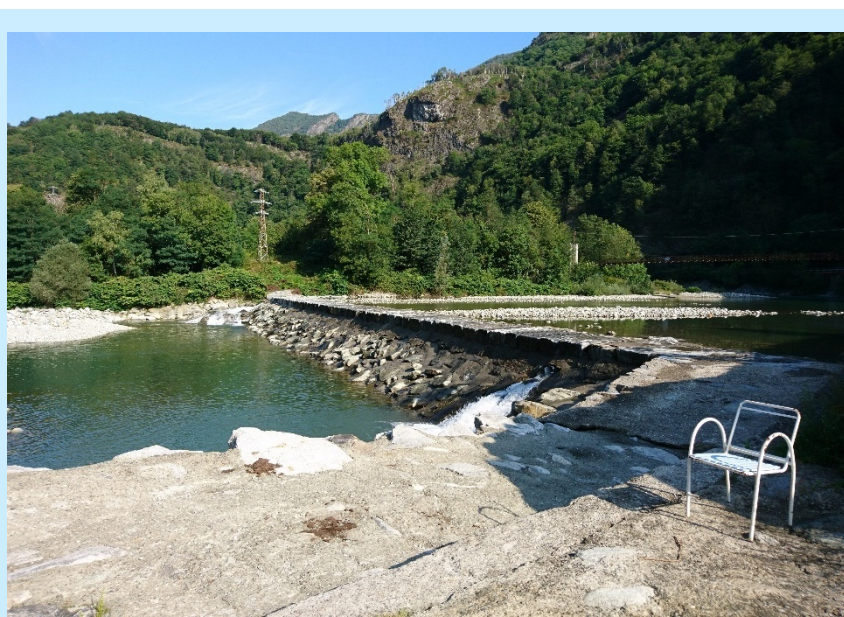


*Figura 5: vista delle aree in sponda sinistra identificate per la realizzazione dell'opera, in rosso l'area identificata per la realizzazione dell'opera*



### 3.1.2 Discontinuità B

Località	Baraggiolo	
Comune	Varallo (VC)	
Tipologia	Briglia di derivazione	
Valicabilità	Invalicabile	
Altezza salto	3,7 m	
Larghezza	circa 80 m	
Coordinate UTM	X	441.080
	Y	5.074.110
Portata di DMV	2.026 l/s	
Distanza dalla discontinuità precedente	1.500 m	



A monte della precedente discontinuità, di circa 1500 m, è presente una traversa a servizio di un'opera di presa, sempre in sponda sinistra. La traversa è realizzata in massi ciclopici intasati in cls sormontati da una struttura in cemento armato e massi ciclopici informi. Particolarità dell'opera è la presenza dell'opera di presa non in prossimità della traversa, ma circa 70 m a monte (Figura 6). Questa condizione vede la presenza di importanti fenomeni di sedimentazione tra l'opera di presa e la traversa.

La sponda in destra idrografica risulta essere naturale ad eccezione del tratto in prossimità della traversa che si presenta rivestito in massi ciclopici cementati. La sponda in sinistra idrografica risulta essere rivestita in massi ciclopici cementati dall'opera di presa fino a valle della traversa.

La traversa è dotata di un passaggio per pesci (Figura 7), realizzato in massi ciclopici cementati, in sponda destra a valle della traversa (Figura 8) dove è presente un abbassamento della soglia a formare una gaveta. Il passaggio per pesci in oggetto non è reputato funzionale per via dell'elevata pendenza.

Sulla traversa, in sponda sinistra, è presente una tubazione di 48 cm di diametro che rilascia una piccola portata in quanto l'imbocco della stessa a monte è annegato nel deposito presente.

La geometria dell'alveo e le indicazioni del gestore dell'impianto impongono la realizzazione del passaggio per pesci in sponda destra, nella stessa posizione di quello attuale. In questa posizione il passaggio per pesci è meno soggetto ai fenomeni di trasporto solido, più importanti in sponda sinistra per via della curva che effettua il fiume (Figura 16).



Figura 6: vista panoramica dalla traversa verso monte, nel cerchio rosso l'opera di presa





*Figura 7: vista panoramica dalla traversa verso valle, sulla destra il passaggio per pesci esistente*



*Figura 8: vista dalla traversa da valle, in sponda sinistra, nel cerchio rosso il passaggio per pesci*

## 4 GLI INTERVENTI IN PROGETTO

Nel presente paragrafo vengono descritti gli interventi in progetto, le scelte che hanno portato alle soluzioni adottate, le problematiche relative al cantiere, le interferenze presenti e la compatibilità idraulica dell'intervento.

Prima di entrare nel dettaglio dei singoli interventi, nel seguente paragrafo verranno illustrati le principali tipologie di passaggi per pesci utilizzate per il superamento delle discontinuità in oggetto.

I principali riferimenti consultati per la progettazione sono:

- le “Linee guida per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci” della Regione Piemonte;
- il manuale “Fish passes – Design, dimensions and monitoring” pubblicato dalla *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) in accordo con il *Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.* (DVWK) nel 2002;
- le linee Guida di Regione Lombardia del Quaderno di Ricerca n. 125 “Interventi idraulici ittiocompatibili”.

### 4.1 Principali tipologie di passaggi per pesci

Le principali tipologie di passaggi per pesci, di seguito brevemente descritte sono:

- passaggi a bacini successivi;
- passaggi per anguille;
- scale a rallentamento di tipo Denil;
- rapide artificiali o rampe in pietrame;
- chiuse per pesci;
- ascensori per pesci e passaggi in condotte.

Mediante l'ausilio di rappresentazioni, vengono descritte le caratteristiche peculiari di ognuna e solamente accennate alcune considerazioni sui dimensionamenti delle opere.

#### Passaggio a bacini successivi

In questo tipo di soluzione, l'altezza da superare viene suddivisa in una serie di piccoli salti che alimentano altrettanti bacini fra loro comunicanti per mezzo di stramazzi o di orifizi (Figura 13 e Figura 14); tali aperture, attraverso le quali fluisce l'acqua, regolano il livello in ciascuno dei bacini. L'acqua può scorrere in superficie, dal fondo oppure attraverso fessure laterali. Il ruolo dei bacini è di dissipare, in modo conveniente, l'energia associata al flusso d'acqua in transito, oltre a fornire utili zone di riposo necessarie alla fauna ittica. Il dislivello fra i bacini e le loro dimensioni, devono essere definiti in base alle specie migratrici a cui è dedicato il passaggio; la pendenza massima varia fra il 10% (consigliata) e il 15% (Larinier e Travade, 1992; Larinier et al., 2002).

Questi dispositivi sono generalmente adatti al passaggio di più specie, grazie alla minore selettività rispetto ad altre tipologie, e il dimensionamento deve essere eseguito rispettando le richieste della specie più esigente, in termini di altezza massima superabile del salto, velocità di corrente e turbolenza.

I principali parametri per il dimensionamento di un passaggio a bacini successivi sono le dimensioni dei bacini e la forma del setto divisore (tipologia e dimensioni delle aperture in relazione alla variazione del livello d'acqua di monte e valle e alle specie ittiche che utilizzeranno il passaggio); sono queste



caratteristiche geometriche che, in funzione delle quote idriche a monte e a valle dell'apertura, determinano il comportamento idraulico del passaggio e la differenza del livello tra due bacini adiacenti.

Passaggio sul Fiume Adda in Provincia di Bergamo



Passaggio sul Fiume Brembo in Provincia di Bergamo



*Figura 9: esempi realizzativi di passaggi artificiali per pesci a bacini successivi*

Passaggio sul Fiume Serio In Provincia di Bergamo



Passaggio sul Fiume Oglio in Provincia di Bergamo



*Figura 10: esempi realizzativi di passaggi artificiali per pesci a bacini successivi*

### **Scala a rallentamento o di tipo “denil”**

Il principio di funzionamento delle scale a rallentamento (Figura 15), o di tipo Denil dal nome dell'omonimo ingegnere belga, consiste nel disporre sul fondo e/o sulle pareti di un canale a forte

pendenza (fino al 20%), una serie di quinte o deflettori di forma più o meno complessa, la cui funzione è quella di ridurre le velocità medie della corrente (Beach, 1984; Larinier e Travade, 1992).

Le quinte sono molto ravvicinate tra loro ed inclinate ad angolo rispetto all'asse del canale, così da formare canali secondari e nello stesso tempo lasciare uno spazio relativamente ampio per un canale di scorrimento principale in cui far passare il pesce. Il flusso di rientro dei canali secondari si incontra bruscamente con il flusso principale e l'energia viene assorbita tramite il grande trasferimento del momento di impulso e del rimescolio intenso, e quindi l'assorbimento dell'energia non è dovuto all'attrito contro le quinte. La forma, la posizione e la distanza delle quinte giocano quindi un ruolo molto importante. Un passaggio che sia economico, con un ingresso facilmente localizzabile, e che occupi il minimo spazio, come quello in questione, deve avere un gradiente che sia il più ripido possibile. Comunque, la velocità dell'acqua in una scala Denil aumenta approssimativamente secondo la radice quadrata del gradiente e più la scala è ripida, più aumenta il deflusso dell'acqua. Inversamente, una riduzione della sezione trasversale con gradiente invariato della scala determinerà un deflusso minore e velocità inferiore e una diminuzione delle spese d'impianto.

Le principali conoscenze tecniche sono tratte dalla più recente bibliografia di settore, a cui si rimanda per eventuali approfondimenti (AA. VV, 1984; Clay, 1995). Si distinguono essenzialmente tre tipologie di scale a rallentamento:

- scale a deflettori disposti unicamente sul fondo (o rallentatori sommersi) utilizzabili all'interno di un ampio range di deflussi: sono le più utilizzate anche se non tollerano grosse variazioni del livello a monte, in quanto aumenti di battente determinano incrementi eccessivi di velocità del deflusso dovuti al carico dell'acqua sul deflettore.
- scale a deflettori posti unicamente sulle pareti (o a rallentatori piani): tollerano ampie variazioni di livello e di deflusso ma sono sottoposte ad un maggiore rischio di riempimento di sedimento e per questo motivo sono poco utilizzate.
- scale a deflettori posti sia sul fondo sia sulle sponde (o a rallentatori di tipo FATOU): tollerano maggiori variazioni del livello dell'acqua ma non sopportano grandi deflussi.

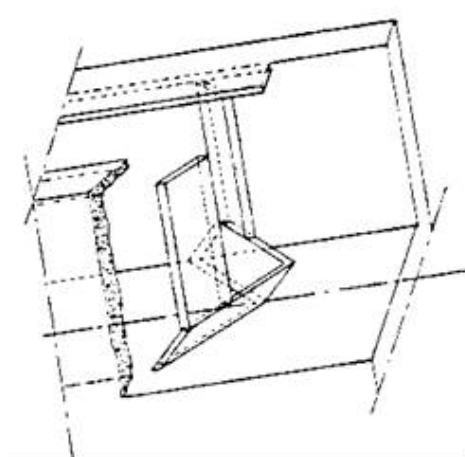
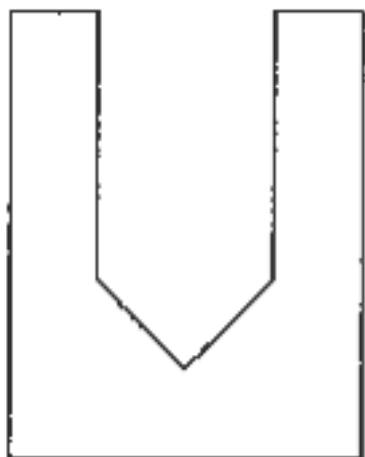
Queste tipologie di passaggio sono relativamente selettive, in quanto sono adatte a specie con grande capacità natatorie in termini di velocità e di resistenza in quanto il pesce deve oltrepassare la struttura d'un sol tratto.

Tale tipologia diviene invece interessante in casi di usi plurimi della risorsa idrica permettendo ad esempio anche la discesa dei kayak.



---

Alcuni esempi di deflettori (piani e di tipo Fatou) tratti dalla bibliografia di settore



---

Passaggio per pesci di tipo Denil sul Torrente Giona in Provincia di Varese.



---

Passaggio utilizzato sia per la risalita dei pesci che per la discesa di kayak



---

*Figura 11: esempi realizzativi di passaggi artificiali per pesci a rallentamento*

### Rapida artificiale o rampa in pietrame

Le rapide artificiali (Figura 16 e Figura 17) consistono in canali modellati su una delle due rive o in altre zone dell'alveo, caratterizzati da sponde e fondo rugoso, con presenza di ostacoli, in modo da imitare un ambiente di ruscello. Possono essere realizzate su tutta la larghezza del corso d'acqua oppure all'interno dell'opera già esistente con la costruzione di una rampa scabra a pendenza ridotta (inferiore al 10%).

Ai fini idraulici, la presenza di una briglia determina una dissipazione di energia cinetica della corrente attraverso il risalto idraulico che si forma a valle dell'opera stessa in maniera proporzionale alla sua altezza. L'obiettivo di natura idraulica che si desidera raggiungere con le rampe in pietrame è lo stesso, ma i processi dissipativi vanno correlati alla loro irregolarità e scabrosità. Tali strutture non costituiscono, inoltre, un ostacolo consentendo sia i normali scambi trofici e sia il ripopolamento naturale dei tratti d'acqua e sono richiamate nel Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia n° 122 "Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica". Va peraltro evidenziato che il vantaggio idraulico costituito dalle rampe è, in realtà, quello di modificare la pendenza dell'alveo, concentrando il dislivello in un'area ristretta, consentendo così un efficace consolidamento delle sponde situate a monte dell'opera. In questo modo, pur realizzando strutture di modesta altezza, si è in grado di mitigare in modo adeguato la forza erosiva della corrente, senza creare ostacoli insormontabili alla fauna ittica. È quindi evidente che il dimensionamento della rampa va eseguito in funzione della portata per la quale si verifica una dissipazione ottimale dell'energia cinetica posseduta dalla corrente.

Si distinguono due principali tipologie di rapida, in funzione del posizionamento degli ostacoli (AA.VV., 1993; AA. VV., 2003; AA.VV., 1984):

- a distanze regolari, in cui la dissipazione di energia è concentrata in prossimità di tali ostacoli e per cui ci si può rifare ad un'ampia trattazione bibliografica di riferimento (formulazioni di Whittaker-Jäggi);
- a distanze irregolari, in cui non ci sono veri e propri ostacoli, ma la dissipazione di energia avviene regolarmente lungo tutta la rampa a causa della presenza di rugosità continue (massi o ostacoli disposti alla rinfusa).

Rampa sul Fiume Oglio in Provincia di Bergamo.



Rampa sul Torrente Monvallina in Provincia di Varese.



Figura 12: esempi realizzativi di passaggi artificiali per pesci a rallentamento



Rampa sul Fiume Brembo in Provincia di Bergamo



Rampa sul Fiume Serio in Provincia di Bergamo.



Figura 13: esempi realizzativi di passaggi artificiali per pesci a rallentamento

### Chiusa per pesci

Una chiusa per pesci funziona secondo il principio di una chiusa per la navigazione (Figura 18); è composta da una camera a monte, situata poco al di sotto del livello dell'acqua del fiume, da una camera a valle di grandi dimensioni e da un condotto inclinato che unisce le due camere. A ciascuna delle estremità delle camere è posizionata una porta automatizzata. Aprendo e chiudendo periodicamente le opere di chiusura, viene variato il livello all'interno della chiusa permettendo il passaggio dei pesci dalla camera di valle a quella di monte. Nonostante le reali somiglianze, non si può non sottolineare che le chiuse per la navigazione, anche se eliminano in parte le discontinuità, limitano il passaggio ai pesci a causa della chiara incompatibilità della regimazione operativa della componente idraulica.

Il ciclo di funzionamento è il seguente:

- nella fase di attrazione il pesce è attirato nello scomparto a valle che mantiene la paratoia aperta, mentre il flusso è controllato da monte. Infatti, proprio a monte, una volta riempita la camera di raccolta l'acqua stramazza a valle lungo il condotto riversandosi nella camera più in basso e creando quella corrente che permette di richiamare la fauna ittica;
- nella fase di riempimento le condizioni di monte non cambiano ma a valle la chiusura della paratoia permette il progressivo innalzamento del livello d'acqua nella camera e nel condotto di collegamento. Tramite un bypass una piccola portata defluisce ugualmente nell'alveo del corso d'acqua per poter svolgere una continua funzione attrattiva per altri pesci nelle vicinanze della chiusa. All'interno del condotto il pesce si eleva con il pelo libero dell'acqua lungo il canale fino al raggiungimento della quota di monte;
- nella fase di svuotamento contestualmente alla fuoriuscita degli esemplari nel bacino a monte si procede alla riapertura della paratoia di valle e allo svuotamento della chiusa per poter ricominciare una nuova fase. Nel compiere questa operazione si provoca una forte corrente dovuta allo scarico delle acque che crea un'attrattiva maggiore per i pesci nelle vicinanze.

Naturalmente il processo abbisogna di congrui dimensionamenti temporali per la sincronizzazione di tutte le fasi in relazione alle specie ittiche interessate dall'opera. La durata dell'intero ciclo necessita generalmente di un lasso temporale compreso tra l'una e le quattro ore. Le caratteristiche costruttive e tutti i dimensionamenti del passaggio vanno attentamente analizzati in relazione alle componenti sia idrauliche sia biologiche occorrenti allo scopo che ci si prefissa (Larinier et al., 2002).

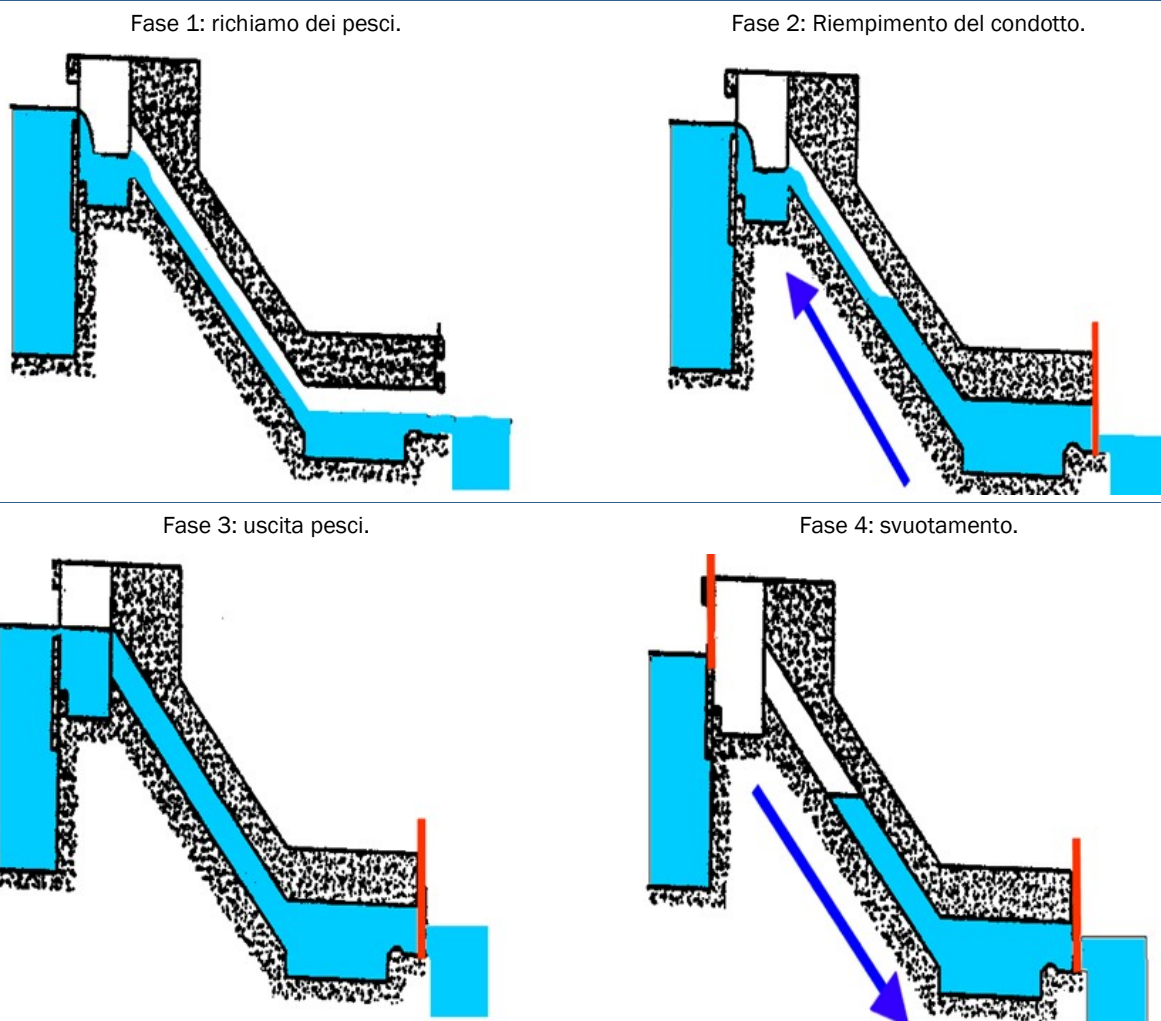


Figura 14: schemi realizzativi e fasi di funzionamento di una chiusa per pesci (fonte letteratura di settore modificata)

### Ascensore per pesci

Il principio di funzionamento di un ascensore per pesci (Figura 19) si basa su di un sistema meccanico che permette, in una prima fase, di catturare i migratori ai piedi dell'ostacolo all'interno di una vasca o di un piccolo bacino contenente un'adeguata quantità d'acqua; in un secondo momento avviene il sollevamento del bacino lungo l'ostacolo (ascensore vero e proprio) rilasciando il contenuto nel tratto di fiume a monte (Clay, 1995).

Anche in questo caso i migratori sono attirati verso il bacino di cattura attraverso una portata di attrazione; il sollevamento della cabina, per mezzo di motore, può essere programmato periodicamente in funzione del numero di pesci che vengono presumibilmente catturati. Riguardo al rilascio dei pesci a monte, l'operazione può avvenire direttamente nel fiume, se la cabina dell'ascensore è posta allo stesso livello del corso d'acqua; in caso di presenza di dislivello, i pesci devono essere rilasciati in un canale appositamente predisposto per il superamento di tale altezza. Le tipologie costruttive si differenziano sostanzialmente per le modalità di scarico della fauna ittica raccolta. In alcuni casi, infatti, si rilascia il pesce direttamente nel corpo idrico a monte, in altri casi la particolare localizzazione delle strutture necessita la creazione di collegamenti tra i vettori mobili dell'ascensore e l'acqua ricettiva a monte. In questo ultimo caso i tubi di collegamento devono sempre mantenere una corrente d'acqua



discendente verso valle per poter permettere il giusto orientamento alla fauna ittica onde prevenirne stress e prepararla all'eventuale salto che dovesse interpersi con il bacino ricettore di monte (è bene precisare che questa situazione di dislivello è accuratamente da evitare in fase progettuale perché crea traumi al pesce soprattutto in considerazione della diversificazione della taglia delle specie che possono essere interessate).

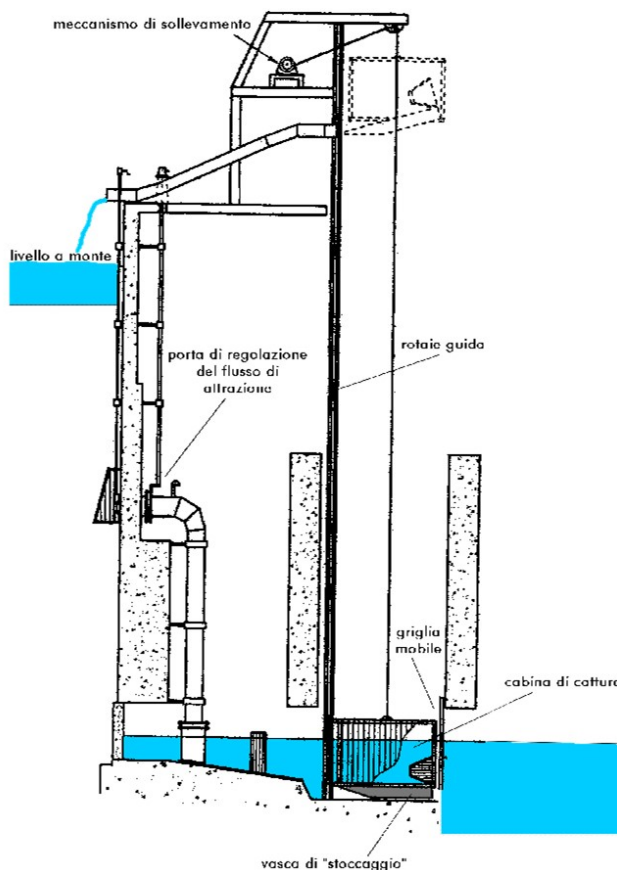


Figura 15: schema realizzativo di un ascensore per pesci (fonte letteratura di settore modificata)

Gli ascensori sono realizzati per grandi sbarramenti, soprattutto dighe, che comportano un dislivello troppo elevato da permettere l'impiego delle tipologie standard di passaggi artificiali. Particolarmente indicati nel caso in cui non si disponga delle informazioni sufficienti per tarare il funzionamento di una chiusa per pesci. Il sollevamento dei vettori sarà gestito da apparati elettrici e meccanici in base alle dimensioni, ai carichi ed alle particolari localizzazioni dell'impianto. Importante e delicato passaggio nella fase progettuale di queste opere è il giusto dimensionamento della vasca di sollevamento dell'ascensore. Sono da prevedere anche soluzioni alternative che possano creare una separazione degli spazi nel caso in cui le comunità ittiche interessate dall'intervento siano costituite da soggetti territoriali, oppure da soggetti che nuotano prevalentemente in superficie od ancora che non tollerino confinamenti troppo angusti. Essendo costituiti da parti meccaniche ed elettromeccaniche, i passaggi per pesci che utilizzano ascensori devono essere oggetto di attenta manutenzione. Questo logicamente fa salire i costi di gestione, che per altro sono già alti a livello realizzativo.

#### 4.1.1 Tipologie a confronto e criteri di selezione

Nell'ambito della preferenza di un sistema per la risalita dei pesci, la scelta, tra le tipologie di passaggio precedentemente illustrate, deve tenere conto di una serie di condizioni e vincoli dettati dalle caratteristiche ambientali e territoriali dei siti per i quali si ritiene necessario l'intervento.

I principali criteri di selezione riguardano i seguenti aspetti:

- la comunità ittica presente nei corpi idrici sia in termini di specie che di zonazione;
- le caratteristiche idrauliche e idrologiche dei corpi idrici, con particolare riferimento ai livelli idrici a monte e a valle della discontinuità;
- le componenti geomorfologiche interessate (range di pendenze consigliato per ogni categoria di opere);
- le caratteristiche delle discontinuità, con particolare attenzione a vantaggi e svantaggi delle diverse opportunità realizzative e dell'efficacia finale del passaggio per pesci;
- eventuali criteri di gestione, considerando anche i vincoli costruttivi legati a difficoltà realizzative su sbarramenti preesistenti e/o in siti particolarmente critici e i costi realizzativi.

I criteri appena illustrati possono essere riassunti nella seguente tabella (Tabella 1) per le tipologie di passaggi per pesci più comuni. I contenuti sintetizzati derivano dalla letteratura internazionale già precedentemente richiamata e dall'esperienza pratica nella progettazione di opere per la risalita della fauna ittica della scrivente.

Tabella 1: criteri e vincoli per la selezione del sistema da adottare per la risalita dei pesci

Tipologie di passaggio	Specie ittiche	Range di portate consigliato	Pendenza consigliata	Pendenza massima	Necessità di bacino intermedio	Funzionamento con livelli di monte e portate variabili	Occupazione di spazio	Difficoltà realizzative con sbarramenti preesistenti	Manutenzione	Costi
<b>Bacini successivi</b>	Tutte (fondamentale la scelta del tipo di fessura)	da pochi l/s ad anche più di 1 m <sup>3</sup> /s	< 10%	15%	Consigliabile per pendenze >10%	Medio	Media	Media	Dopo le piene	Medi
<b>Denil</b>	Salmonidi, lampreda e Ciprinidi reofili di grosse dimensioni	da 70-80 l/s a 500 l/s	<15%	15% (solo Salmonidi di taglia medio-alta)	DH > 5m	Scarso	Scarsa	Bassa	Dopo le piene	Medio-bassi
<b>Rapida artificiale</b>	Tutte	a partire da 1 m <sup>3</sup> /s	< 7%	20%	Necessario per DH > 2m	Buono	Notevole	Alta	Non richiede particolari interventi	Medio-bassi
<b>Chiusa / ascensore</b>	Tutte	-		10%	No	Buono	Ridotta	Alta	Frequente (presenza di organi meccanici)	Alti

Nei successivi paragrafi verrà illustrata, per ogni discontinuità, la soluzione scelta.

#### **4.1.2 Criteri generali di localizzazione: il posizionamento di progetto e la sua fattibilità**

Ulteriore fattore di progettazione è la scelta del punto in cui inserire il passaggio, che va effettuata considerando:

- la presenza delle strutture esistenti e dunque la possibilità di inserire il manufatto senza grossi stravolgimenti in tali opere, spesso strutturalmente delicate, proprio per la natura dei luoghi in cui sono costruite e per le azioni a cui sono continuamente soggette;
- la necessità di garantire il richiamo per la fauna ittica verso l'ingresso ai passaggi (a valle degli sbarramenti);
- l'accessibilità alle strutture previste per agevolarne la manutenzione;
- la possibilità di proteggere i passaggi da eventuali atti vandalici e di bracconaggio;
- la necessità di non essere limitante al deflusso delle piene.

In questo paragrafo vengono illustrati i criteri generali per la corretta localizzazione di un passaggio adottati per determinare la scelta localizzativa di progetto.

Premettendo che:

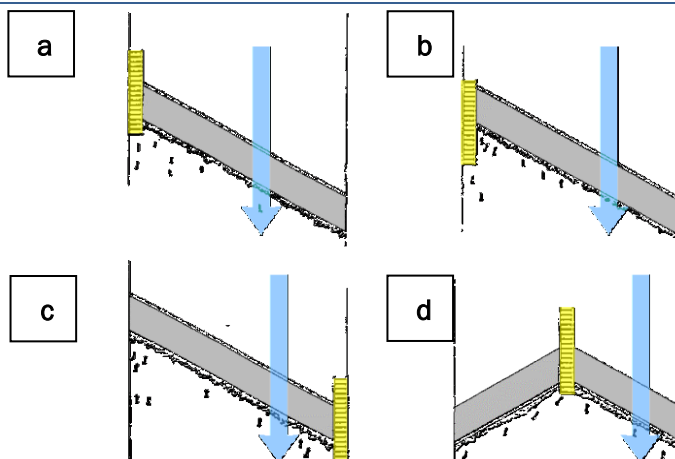
- la velocità di corrente all'ingresso del passaggio non deve essere inferiore a 1 m/s, velocità minima che assicura un punto di richiamo per i pesci;
- a monte dell'ostacolo, il passaggio non deve essere collocato in corrispondenza di una zona ad elevata velocità di corrente ma adeguatamente protetto, onde evitare l'intasamento da parte di corpi flottanti; la protezione migliore consiste nella creazione di un "bacino tampone", che può essere utilizzato anche per la verifica di funzionalità del passaggio ed eventualmente dotato di paratoia di chiusura per permettere le operazioni di pulizia e manutenzione ordinaria e straordinaria;
- in presenza di derivazioni idroelettriche, dove l'acqua viene convogliata nelle turbine, i pesci sono generalmente attratti dai tubi di sfogo. In questa situazione l'ingresso del passaggio deve essere adiacente allo scarico della centrale idroelettrica ma non eccessivamente vicino alla zona di massima turbolenza.

Nella tabella seguente è illustrato sinteticamente uno schema delle possibilità localizzative in relazione alle condizioni al contorno, derivate dalla presenza di altri interessi e sovrapposizioni generati dall'uso plurimo della risorsa idrica, analizzando le varie possibilità e secondo le indicazioni dettate dalle norme di buona tecnica reperibili nella bibliografia di settore o come frutto della esperienza progettuale dei progettisti.

Tabella 2: schema delle possibili ubicazioni (corrette e scorrette) di passaggi per pesci lungo gli sbarramenti (fonte: Larinier et al., 2002)

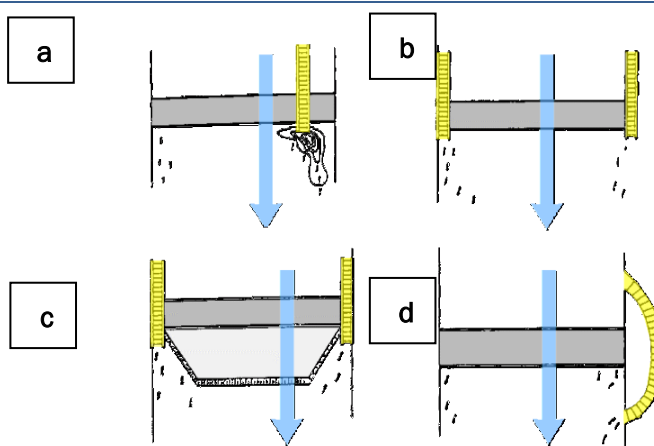
#### SBARRAMENTI OBLIQUI:

conseguenze di corrette (**a** e **d**) e scorrette (**b** e **c**) ubicazioni di passaggi sulla fauna ittica; il passaggio del caso **d** è posizionato correttamente ma risultano difficoltose la sistemazione dell'accesso e la manutenzione ordinaria; nei casi **b** e **c** i passaggi non sfruttano le condizioni ottimali di richiamo dei pesci.



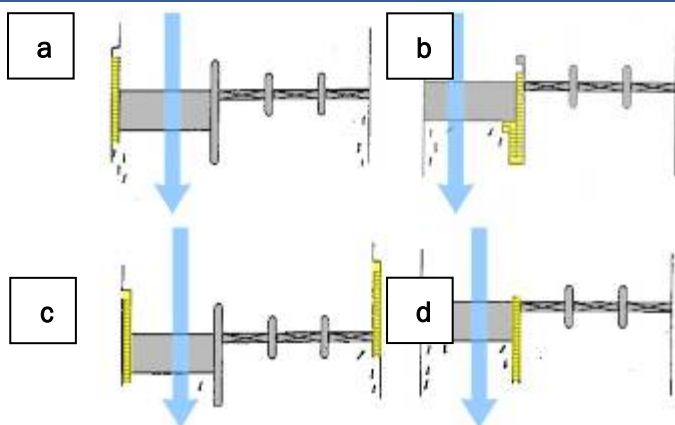
#### SBARRAMENTI REGOLARMENTE DISPOSTI RISPETTO LE SPONDE:

i passaggi sono preferibilmente collocati in prossimità delle sponde; l'ubicazione intermedia (**a**) è possibile solo in situazioni particolari (presenza di pozze a valle del passaggio); per grandi sbarramenti è consigliabile realizzare due passaggi su entrambe le sponde (**b**) eventualmente con un basamento in alveo (**c**); il passaggio può sfruttare una strettoia naturale anche se non adiacente allo sbarramento purché sia presente un sufficiente deflusso durante il periodo delle migrazioni (**d**).



#### DERIVAZIONI IDROELETTRICHE:

l'ubicazione del passaggio è consigliabile in prossimità dello scarico delle turbine (**a** e **b**); in caso di grandi fiumi è preferibile disporre anche di un secondo passaggio lungo la sponda opposta alla centrale, in corrispondenza dello sbarramento (**c**); l'ingresso del passaggio è in posizione scorretta se collocato lontano, a valle della centrale (**d**).



## 4.2 Discontinuità A

Come precedentemente illustrato, la Discontinuità A è caratterizzata dalla presenza di una soglia di sfioro e da un canale che veicola le acque in sponda sinistra. Oltre a due luci regolate da paratoie a libro per il rilascio del DMV e per l'alimentazione del passaggio per pesci esistente.

I rilievi topografici di dettaglio hanno mostrato come il salto idraulico prodotto dalla briglia, durante il rilievo in data 21 agosto 2019, è quantificabile in 3,86 m, tra la quota del livello idrico di monte 98,62 m e la quota di valle di 94,76 m (in quote relative).

L'assenza di una statistica della variazione dei livelli idrici di monte obbliga a valutare al meglio i livelli di riferimento a cui il passaggio per pesci in progetto dovrà funzionare.

I livelli idrici di riferimento per il dimensionamento dell'opera sono quindi stati definiti incrementando, in via cautelativa, il dislivello monte-valle dell'opera:

- Come livello idrico di monte è stato scelto il livello di sfioro della traversa (variabile tra 98,60 m e 96,65 m), pari a 98,60 m, così che un incremento di portata produca un limitato incremento del livello idrico per via delle portate sfiorate sulla soglia;
- Come livello idrico di valle è stato scelto il battente idrico a valle della controbriglia presente, pari a 94,50 m, che è compatibile con il livello di sfioro della stessa.

A seguito di questa scelta il dislivello idrico che il passaggio per pesci dovrà superare è di 4,10 m.

Il contesto ambientale in cui si dovrà inserire il passaggio per pesci è caratterizzato da:

- la difficoltà di raggiungere comodamente la sponda destra;
- la presenza, in sponda sinistra, di tutte le opere idrauliche e dell'accesso alle vie di comunicazione;
- la presenza di un'area a valle della traversa, in sponda sinistra, protetta dalle piene, alle spalle della quale è presente un'area spondale libera da manufatti;
- una controbriglia in massi ciclopici cementati, che protegge il piede della struttura e limita le escursioni del livello idrico di valle;
- la presenza di fenomeni di trasporto solido non trascurabili che devono essere presi in considerazione per la scelta della tipologia di passaggio per pesci e per la sua progettazione.



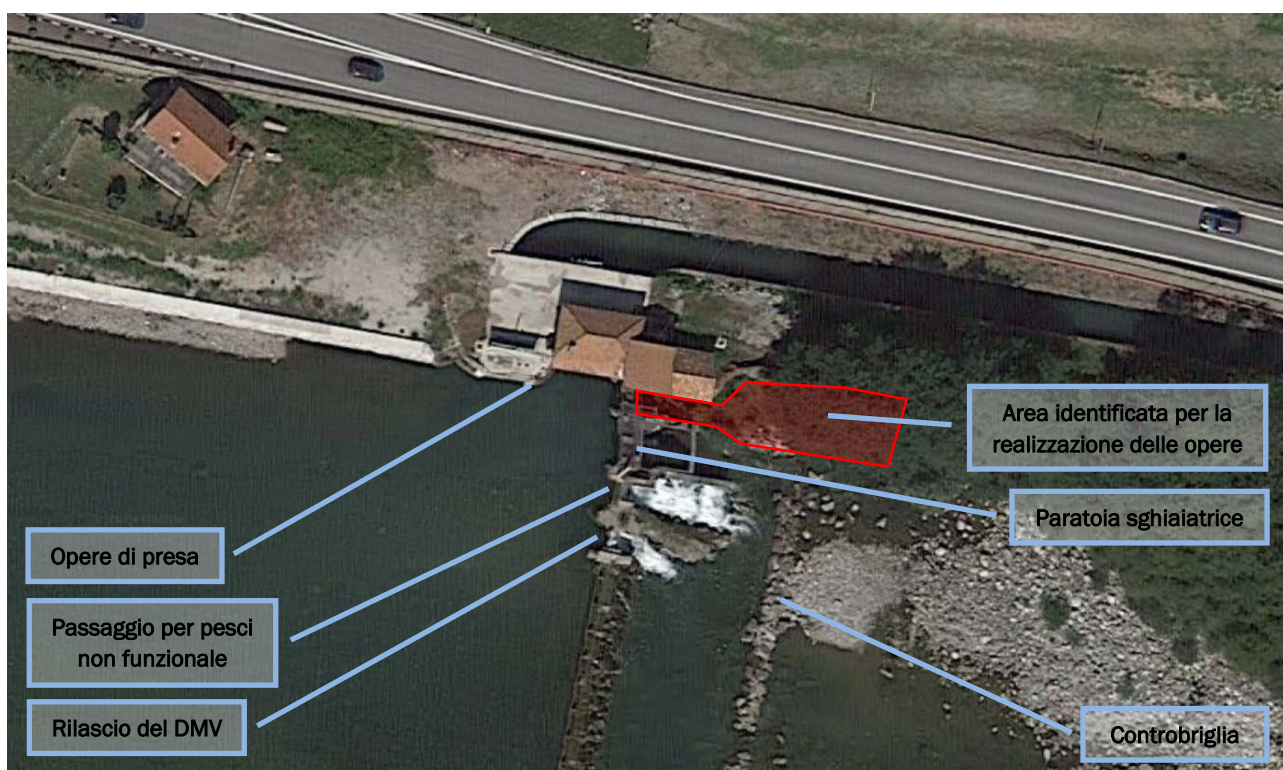


Figura 16: vista aerea della discontinuità A (fonte: Google Maps)

### 4.2.1 Scelta progettuale

In virtù delle considerazioni sopra esposte e delle principali tipologie di passaggi per pesci illustrate in precedenza, il tipo di passaggio individuabile come più idoneo in questo contesto è il **passaggio per pesci a bacini successivi** della tipologia “*vertical slot*”.

Questa scelta tipologica consentirà di avere un passaggio per pesci che richiederà bassa manutenzione, risentirà di meno della variazione dei livelli idrici di monte e di valle e che potrà essere realizzato nell’area di alveo non soggetto direttamente alle portate di piena, oltre ad integrarsi visivamente con le strutture esistenti, in quanto sarà realizzato in calcestruzzo come le opere idrauliche della traversa. La presenza delle fenditure verticali da un solo lato consente una riduzione dei fenomeni di sedimentazione all’interno dei bacini.

Le altre tipologie di passaggi per pesci, come la chiusa e l’ascensore, necessitano di elevata manutenzione e risultano idonee per dislivelli più alti dove non si possono utilizzare altre tipologie.

I passaggi della tipologia Denil non risultano idonee per tutte le tipologie di passaggi per pesci e la loro funzionalità è vincolata ad un ristretto regime di variazioni del livello idrico di valle. La rapida artificiale o rampa in pietrame è idonea per discontinuità con dislivelli inferiori e risente maggiormente delle variazioni di livello idrico, soprattutto di monte, oltre ad avere un ingombro planimetrico importante e non sempre contestualizzabile all’interno delle aree a disposizione.

Il dimensionamento dell’opera verrà eseguito seguendo le indicazioni fornite dalla Regione Piemonte attraverso le “*Linee guida per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci*” ed il manuale “*Fish passes – Design, dimensions and monitoring*” pubblicato dalla *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) in accordo con il *Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.* (DVWK) nel 2002.

## **4.2.2 Vincoli alla progettazione**

I vincoli al contorno al dimensionamento dell'opera sono rappresentati dalle quote del livello idrico di monte e valle, dall'ingombro planimetrico dell'opera e dall'energia dissipata nei bacini, che deve essere tale da poter permettere la risalita della fauna ittica target.

### **4.2.2.1 Definizione del livello idrico di progetto**

Come precedentemente accennato, la traversa non è disponibile una statistica dei livelli idrici di monte, e di valle, e delle relative statistiche per la valutazione dell'escursione dei livelli.

Si è scelto quindi di utilizzare come livello idrico di progetto di monte il livello di sfioro della traversa (98,60 m). Questo accorgimento permette di sfruttare la larghezza della traversa, e le portate che da essa sfiorano, per limitare l'incremento del livello idrico di monte all'aumentare delle portate del fiume.

Il livello idrico di valle è stato identificato in 94,50 m, livello corrispondente al livello idrico durante il rilievo del 21.08.2019 a valle della controbriglia in massi cementati; valore che risulta cautelativo rispetto al valore presente nel fiume nella sezione dell'imbocco di valle (che è a monte della controbriglia presente) nel medesimo giorno e che è linea con in linea con il livello di sfioro della controbriglia.

La definizione dei livelli idrici di monte e di valle permette di definire il dislivello idrico di progetto in 4,10 m che il passaggio per pesci deve deframmentare.

### **4.2.2.2 Ingombro planimetrico dell'opera**

Come precedentemente illustrato (Figura 16) l'unica area idonea a permette l'inserimento dell'opera è collocata a valle della traversa, in sponda idraulica sinistra, tra la paratoia sgrigliatrice e la sponda. La collocazione del passaggio per pesci in questa posizione consente di:

- essere limitrofo alle altre opere idrauliche ottimizzando il posizionamento delle strutture;
- avere l'imbocco di valle prossimo al rilascio del DMV per sfruttarne il richiamo ma non troppo da subire effetti della turbolenza;
- avere l'imbocco di monte prossimo alla paratoia sghiaiatrice per sfruttare l'effetto di pulizia effettuato dalla stessa e proteggere l'inghiamento del passaggio per pesci;
- essere alle spalle di muro di sponda per evitare gli effetti delle piene;
- essere inglobato nella sponda sinistra esistente ed esterno al flusso delle acque in caso di piena (Figura 17).

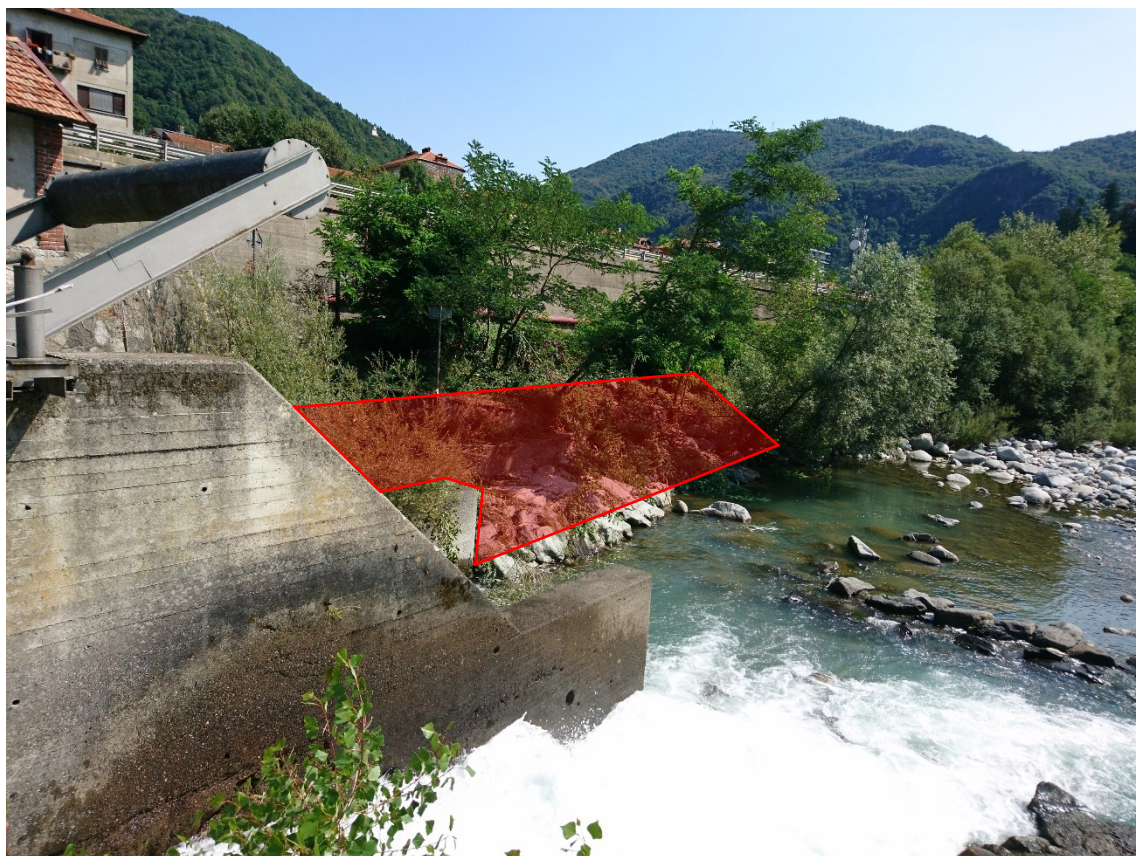


Figura 17: vista della sponda a valle della paratoia sghiaiatrice con indicazione di massima delle aree occupate dalla nuova struttura

#### **4.2.2.3 Fauna ittica target**

Vista la posizione della presente discontinuità, la prima in progetto che incontra la fauna ittica in risalita, le specie target risultano essere composte sia da Ciprinidi che da Salmonidi.

Il principale parametro progettuale di riferimento per stimare la bontà di un passaggio per pesci è la potenza specifica dissipata dei bacini, misurata in  $W/m^3$ . Questo valore dovrà risultare inferiore al valore bibliografico di riferimento per la fauna ittica target di minori capacità natatorie, che in questo caso è costituita dai Ciprinidi, per la quale la bibliografia di settore indica un valore di  $150 W/m^3$ .

#### **4.2.3 Dimensionamento del passaggio per pesci**

Il dimensionamento del passaggio per pesci è stato eseguito considerando i vincoli e i suggerimenti presenti nella normativa di settore. È stato quindi dimensionato il passaggio per pesci definendo, scelto il valore di potenza specifica dissipata da rispettare (che è funzione della fauna ittica target) e del dislivello totale esistente, il dislivello idraulico tra due salti, il loro numero e i bacini tra loro, e la loro dimensione.



Tabella 3: parametri di riferimento per il dimensionamento del passaggio per pesci

<b>Condizioni al contorno sito-specifiche</b>			
Livello idrico di monte di progetto	$H_{m-p}$	98,60	m*
Livello idrico di valle di progetto	$H_{v-p}$	94,50	m*
Salto idraulico di progetto	$dH$	4,10	m
<b>Vincoli/consigli da bibliografia (Regione Piemonte)</b>			
Potenza specifica dissipata (Ciprinidi) - target	$E$	$\leq 150$	W/m <sup>3</sup>
Potenza specifica dissipata (Salmonidi)	$E$	$\leq 200$	W/m <sup>3</sup>
Dislivello per i ciprinidi (target)	$dH$	$\leq 20$	cm
Dislivello per i salmonidi	$dH$	$\leq 25$	cm
Larghezza minima fenditura	$s$	$> 20$	cm
Lunghezza minima del bacino	$L_B \text{ min}$	1,4-1,5	m
Lunghezza dei bacini	$L$	$8-10 \times s$	m
Larghezza	$B$	$6-8 \times s$	m

\* quote relative

Una volta stabiliti i vincoli da rispettare si è proceduto al dimensionamento del passaggio per pesci. secondo il manuale di Regione Piemonte, attraverso le seguenti formule:

- stima della portata (Vertical slot):

$$Q = C_d \cdot b \cdot H_1 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D_h}$$

Dove:

$b$  è la larghezza della fenditura in metri;

$C_d$  è il coefficiente di deflusso (tra 0,65 per profilo arrotondato e 0,85 per profilo arrotondato e liscio) e stimato pari a 0,75.

$H_1$  è il carico idrico totale a monte della fenditura in metri;

$D_h$  è dislivello idraulico tra due bacini.

- stima della potenza volumetrica dissipata (Pv):

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

Dove:

$\rho$  è la densità dell'acqua pari a 1000 kg/m<sup>3</sup>;

$Q$  portata defluente nel passaggio (m<sup>3</sup>/s);

$V$  Volume di acqua presente nel bacino (m<sup>3</sup>) e costituito dal prodotto di larghezza, lunghezza e battente idrico medio al suo interno.

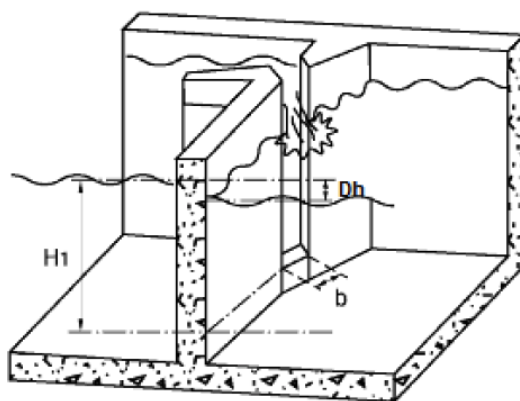


Figura 18: deflusso attraverso fenditura verticale (da Larinier et al., 2002 modificato) - estratto dal "manuale regionale - Linee guida per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci" di regione Piemonte

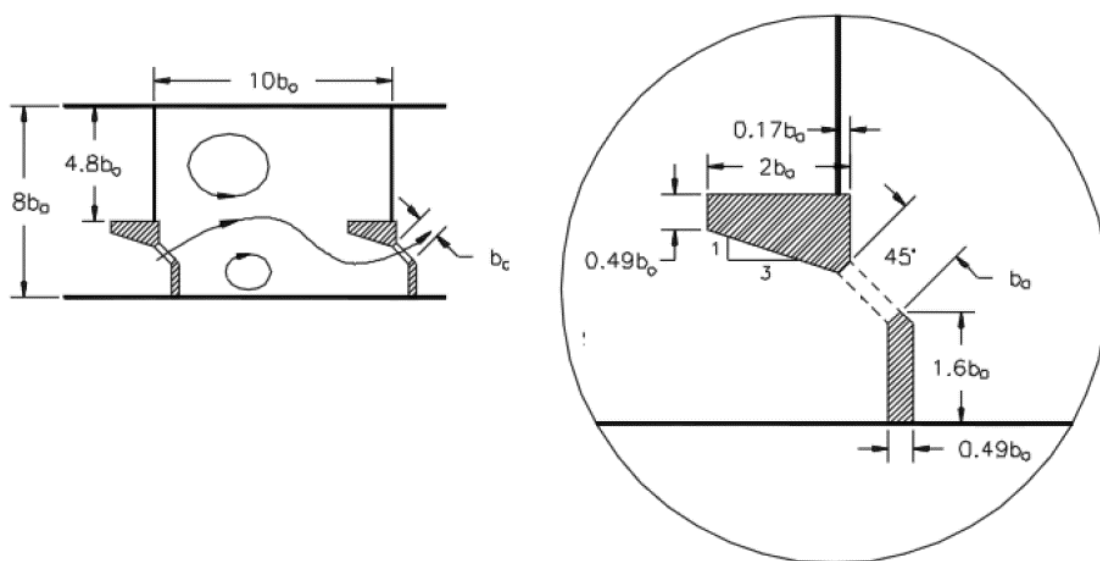


Figura 19: schema tipologico delle geometrie di passaggio per pesci della tipologia vertical slot - estratto dal "manuale regionale - Linee guida per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci" di regione Piemonte

Per effettuare un corretto dimensionamento sono stati prima scelti il numero di setti e bacini con il relativo dislivello idrico ( $D_h$ ), e successivamente le geometrie dei bacini e dei setti (Tabella 3); una volta valutati la portata ( $Q$ ) e la potenza volumetrica dissipata ( $P_v$ ) si proceduto a variare tali valori fino al raggiungimento di una combinazione ottimale che rispetti i vincoli stabiliti.

Il dimensionamento geometrico e i risultati qualitativi del passaggio per pesci sono riassunti rispettivamente in Tabella 4 e Tabella 5, in Figura 20 viene illustrato il profilo idraulico di progetto.

In Tabella 6 sono illustrate le geometrie dei setti del passaggio per pesci.

Tabella 4: parametri riassuntivi del passaggio pesci nelle condizioni di progetto

<b>Condizioni al contorno</b>			
Livello idrico di monte di progetto	Hm-p	98,60	m*
Livello idrico di valle di progetto	Hv-p	94,50	m*
Salto idraulico di progetto	dH	4,10	m
<b>Vincoli idraulici</b>			
Salto tra due bacini	$D_h$	0,205	m
Battente sulla soglia del primo setto	$H_1$	1,00	m
Altezza della soglia dal fondo del bacino		0,20	m
<b>Dimensioni dei bacini</b>			
Lunghezza	L	2,50	m
Larghezza	B	1,80	m
<b>Dimensioni dei setti</b>			
Spessore	S	0,25	m
Altezza massima	h	1,60	m
Larghezza fessura laterale	b	0,24	m
<b>Dimensioni complessive</b>			
Numero di salti		20	#
Lunghezza minima complessiva		52,50	m
Pendenza media	i	7,8	%
Portata	Q	0,36	m <sup>3</sup> /s
Potenza volumetrica dissipata	Pv	147	W/m <sup>3</sup>

\* quote relative

Tabella 5: confronto tra i parametri di riferimento per il dimensionamento del passaggio per pesci e quelli in progetto

<b>Condizioni al contorno sito-specifiche</b>			
Livello idrico di monte di progetto	Hm-p	98,60	m*
Livello idrico di valle di progetto	Hv-p	94,50	m*
Salto idraulico di progetto	dH	4,10	m
<b>Vincoli/consigli da bibliografia (Regione Piemonte)</b>			<b>Valori di progetto</b>
Potenza specifica dissipata (Ciprinidi)	E	≤ 150 W/m <sup>3</sup>	147 W/m <sup>3</sup>
Potenza specifica dissipata (Salmonidi)	E	≤ 200 W/m <sup>3</sup>	
Dislivello per i ciprinidi (target)	dH	≤20 cm	20,5 cm
Dislivello per i salmonidi	dH	≤25 cm	
Larghezza minima fenditura	s	>20 cm	24 cm
Lunghezza minima del bacino	$L_B \text{ min}$	1,4 - 1,5 m	2,50 m
Lunghezza dei bacini	L	$8-10 \times s$ (1,92 m - 2,40 m) m	
Larghezza	B	$6-8 \times s$ (1,44 m - 1,92 m) m	1,80 m
Profondità minima dei bacini	-	>60 cm	1,10 m



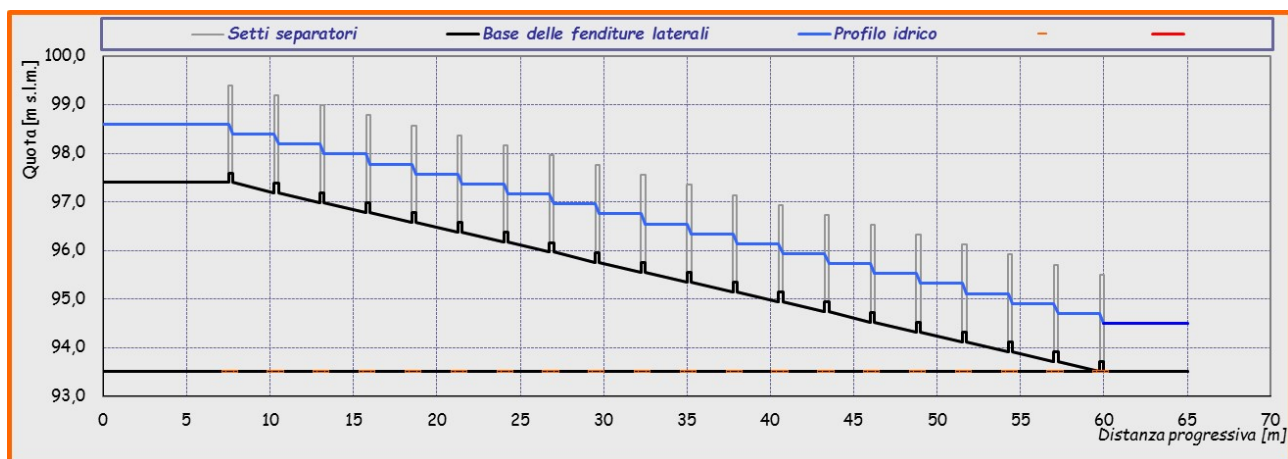


Figura 20: illustrazione del profilo idraulico del passaggio per pesci

Tabella 6: geometrie dei setti del passaggio per pesci

Setto n°	Livelli idrici		Platea	Setto		
	Livello di monte	Livello di valle		Soglia di sfioro	Quota setto	H setto
1	98,60	98,40	97,40	97,60	99,00	1,60
2	98,40	98,19	97,20	97,40	98,80	1,60
3	98,19	97,99	96,99	97,19	98,59	1,60
4	97,99	97,78	96,79	96,99	98,39	1,60
5	97,78	97,58	96,58	96,78	98,18	1,60
6	97,58	97,37	96,38	96,58	97,98	1,60
7	97,37	97,17	96,17	96,37	97,77	1,60
8	97,17	96,96	95,97	96,17	97,57	1,60
9	96,96	96,76	95,76	95,96	97,36	1,60
10	96,76	96,55	95,56	95,76	97,16	1,60
11	96,55	96,35	95,35	95,55	96,95	1,60
12	96,35	96,14	95,15	95,35	96,75	1,60
13	96,14	95,94	94,94	95,14	96,54	1,60
14	95,94	95,73	94,74	94,94	96,34	1,60
15	95,73	95,53	94,53	94,73	96,13	1,60
16	95,53	95,32	94,33	94,53	95,93	1,60
17	95,32	95,12	94,12	94,32	95,72	1,60
18	95,12	94,91	93,92	94,12	95,52	1,60
19	94,91	94,71	93,71	93,91	95,31	1,60
20	94,71	94,50	93,51	93,71	95,11	1,60

Un accorgimento alla realizzazione del passaggio per pesci è la predisposizione dello stesso ad intasamenti dovuti alla presenza di trasporto solido.

Questa problematica viene affrontata utilizzando la tipologia *vertical slot* che, in questo contesto, è la tipologia che meno soffre dei fenomeni di trasporto solido e che viene considerata autopulente per via del flusso idraulico che si forma all'interno del bacino. Una ulteriore miglioria viene eseguita realizzando una parte del setto amovibile, per essere rimossa in caso di inghiamento ed agevolare gli interventi di pulizia del passaggio per pesci.

#### 4.2.4 Rilascio del DMV

Il presente paragrafo illustra le modifiche della gestione del rilascio del DMV a seguito della realizzazione del passaggio per pesci, in particolare sarà illustrato: il calcolo dei parametri idrologici della sezione del corso d'acqua, lo stato di fatto del sistema di rilascio del DMV, la scala delle portate del nuovo passaggio per pesci in progetto e il nuovo sistema di rilascio del DMV.

Per una valutazione della disponibilità idrica nel corso d'acqua, a seguito di una richiesta di integrazione da parte di ARPA, è necessario conoscere la distribuzione delle portate durante l'anno. Data l'impossibilità di aver misure idrometriche è necessario utilizzare un metodo di regionalizzazione, Arpa ha suggerito di utilizzare il metodo SIMPO.

##### 4.2.4.1 Metodo di regionalizzazione - Metodo SIMPO

Per valutare l'efficacia del sistema del rilascio del DMV è necessario conoscere i parametri idrologici, in particolari in condizioni di magra, del tratto di Fiume in oggetto.

A tale scopo, data l'impossibilità di avere misure idrometriche in corrispondenza della sezione ove è collocata l'opera di presa per un periodo di osservazione sufficiente, è necessario ricorrere a metodi di regionalizzazione.

Il metodo di regionalizzazione suggerito da Arpa Piemonte è il Metodo SIMPO che permette di determinare i parametri idrologici fondamentali per una data sezione su un corso d'acqua sulla base di quelli principali relativi al bacino sotteso, quali l'afflusso meteorico annuo " $A_{med}$ " [mm], l'area del bacino " $S$ " [km<sup>2</sup>] e l'altitudine media " $H_{med}$ " [m s.l.m.]. Per il bacino del Po la formula SIMPO per ottenere la portata media annua specifica  $Q_{med-s}$  [L/s/km<sup>2</sup>] è la seguente:

$$Q_{med-s} = -24,5694 + 0,0086 \cdot H_{med} + 0,03416 \cdot A_{med}$$

Le portate specifiche medie mensili e di durate caratteristiche si ottengono da formule diverse in funzione di tre diverse aree geoidrologiche. L'area oggetto del presente calcolo è collocata nell'area geoidrologica così definita "*Per il bacino del Po a monte della confluenza con il Pellice, per tutti i bacini tributari di sinistra del Po, di quelli a destra, ma a monte della confluenza con il Tanaro e per lo stesso bacino del Tanaro (ma esclusi i suoi tributari di destra a valle della confluenza con lo Stura di Demonte)*", le cui portate specifiche [L/s/km<sup>2</sup>] medie mensili e di durate caratteristiche si ottengono con le seguenti relazioni:

gennaio	$Q_{m-s} = 14,16232 - 0,00683 \cdot H_{med} + 0,36918 \cdot Q_{med-s}$
febbraio	$Q_{m-s} = 16,49263 - 0,00824 \cdot H_{med} + 0,37478 \cdot Q_{med-s}$
marzo	$Q_{m-s} = 22,74646 - 0,01111 \cdot H_{med} + 0,46902 \cdot Q_{med-s}$
aprile	$Q_{m-s} = 13,85406 - 0,01101 \cdot H_{med} + 1,15662 \cdot Q_{med-s}$
maggio	$Q_{m-s} = -9,83665 + 0,00797 \cdot H_{med} + 1,63288 \cdot Q_{med-s}$
giugno	$Q_{m-s} = -34,9228 + 0,02826 \cdot H_{med} + 1,62190 \cdot Q_{med-s}$
luglio	$Q_{m-s} = -24,4942 + 0,02066 \cdot H_{med} + 1,04446 \cdot Q_{med-s}$
agosto	$Q_{m-s} = -16,0687 + 0,00955 \cdot H_{med} + 0,95881 \cdot Q_{med-s}$
settembre	$Q_{m-s} = -13,0179 + 0,00232 \cdot H_{med} + 1,21272 \cdot Q_{med-s}$
ottobre	$Q_{m-s} = -4,54832 + 0,00479 \cdot H_{med} + 1,33784 \cdot Q_{med-s}$
novembre	$Q_{m-s} = 16,50714 - 0,01604 \cdot H_{med} + 1,25843 \cdot Q_{med-s}$
dicembre	$Q_{m-s} = 18,06197 - 0,01030 \cdot H_{med} + 0,56036 \cdot Q_{med-s}$

$$Q_{10-s} = 5,06749 \cdot S^{-0,057871} \cdot Q_{med-s}^{0,965037}$$

$$Q_{91-s} = 1,29772 \cdot S^{0,009539} \cdot Q_{med-s}^{0,976926}$$

$$Q_{182-s} = 0,54425 \cdot S^{0,049132} \cdot Q_{med-s}^{0,980135}$$

$$Q_{274-s} = 0,18670 \cdot S^{0,069105} \cdot Q_{med-s}^{1,108675}$$

$$Q_{355-s} = 0,07560 \cdot S^{0,068232} \cdot Q_{med-s}^{1,234733}$$

Per valutare le portate è quindi necessario calcolare l'area del bacino imbrifero sotteso "S" [km<sup>2</sup>], l'altitudine media "H<sub>med</sub>" [m s.l.m.] e l'afflusso meteorico annuo "A<sub>med</sub>" [mm].

Dal DTM passo 10 m messo a disposizione da Regione Piemonte è stato possibile calcolare il bacino imbrifero e la relativa altitudine media (Figura 21). Dalla Tavola A2.12. del Piano di Tutela delle Acque (PTA 2007) è stato ricavato l'afflusso meteorico annuo a seguito della digitalizzazione delle isoiete per l'area corrispondente (Figura 22) e il conseguente calcolo delle superfici e della media pesata delle stesse. Risulta quindi:

Tabella 7: Valori ricavati per l'applicazione del Metodo SIMPO

Parametro		Valore
Afflusso meteorico annuo	A <sub>med</sub>	1543 mm
Area del bacino	S	617,43 Km <sup>2</sup>
Altitudine media	H <sub>med</sub>	1594 m

Da questi valori si ricavano conseguentemente i valori delle portate medie mensili illustrati in Tabella 8 e i valori di distribuzione nel corso di un anno (Tabella 9).



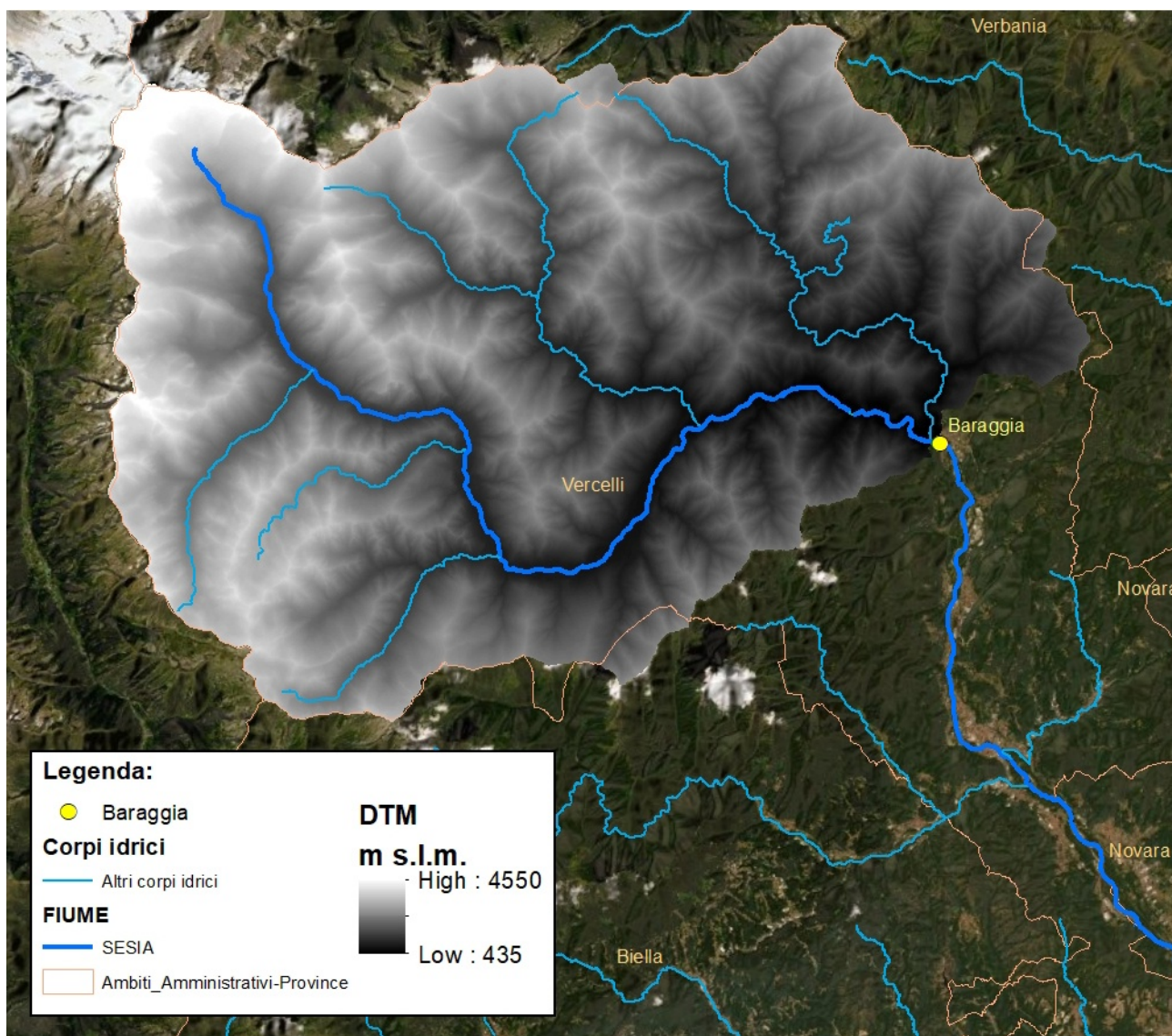


Figura 21: DTM rappresentativo del solo bacino imbrifero del Fiume Sesia alla sezione di chiusura

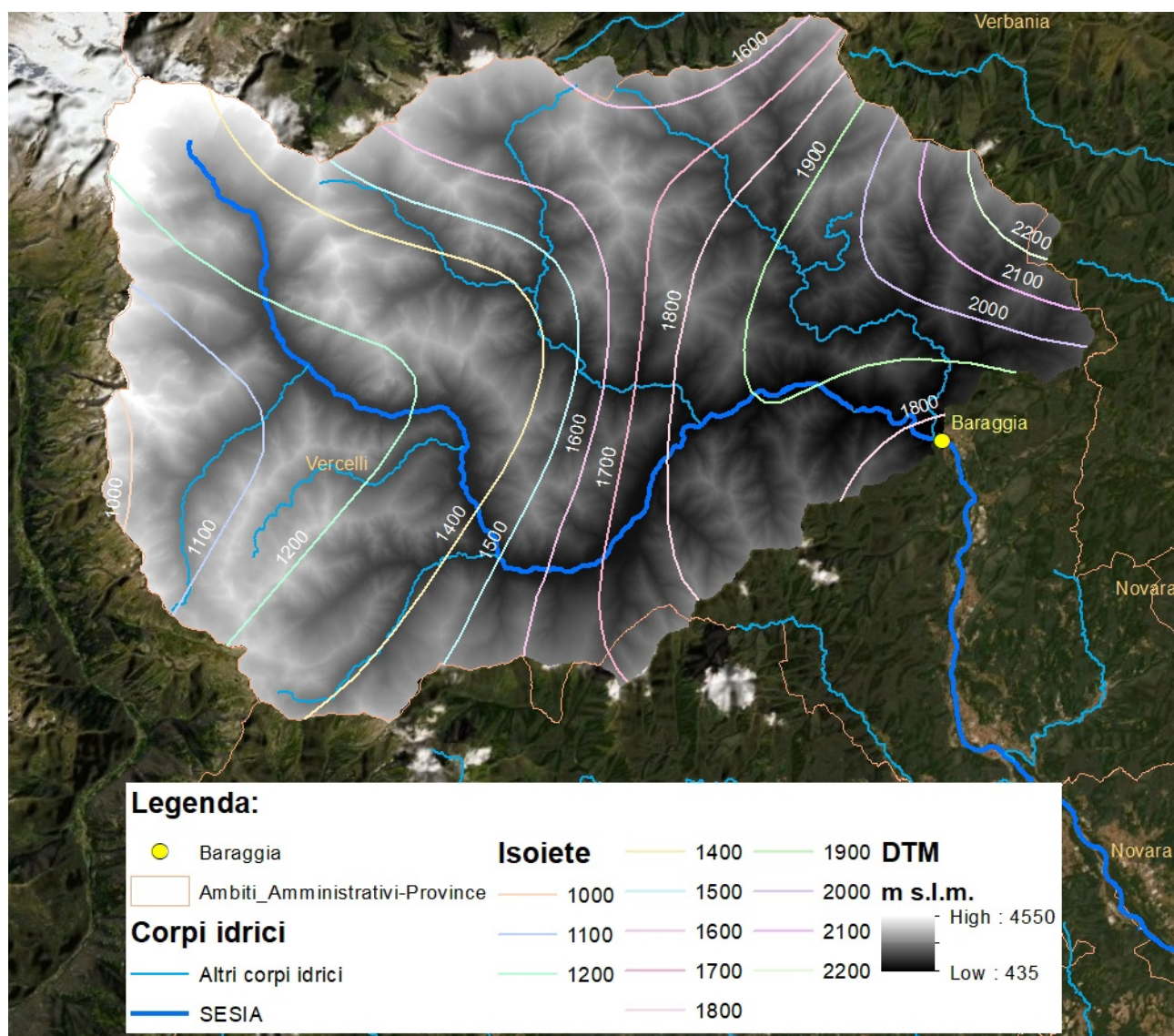


Figura 22: Isoiete del bacino imbrifero del Fiume Sesia alla sezione di chiusura

Tabella 8: Portata media mensile ricavate con il metodo SIMPO

Mese	Portate specifiche [L/s/km <sup>2</sup> ] medie mensili	Portata media mensile [l/s]	Portata media mensile [m <sup>3</sup> /s]
Gennaio	18,74	11 567	11,57
Febbraio	19,05	11 763	11,76
Marzo	24,68	15 237	15,24
Aprile	44,73	27 620	27,62
Maggio	71,23	43 980	43,98
Giugno	78,02	48 171	48,17
Luglio	52,16	32 204	32,20
Agosto	39,29	24 261	24,26
Settembre	41,45	25 595	25,60
Ottobre	59,10	36 489	36,49
Novembre	43,63	26 941	26,94
Dicembre	25,11	15 503	15,50

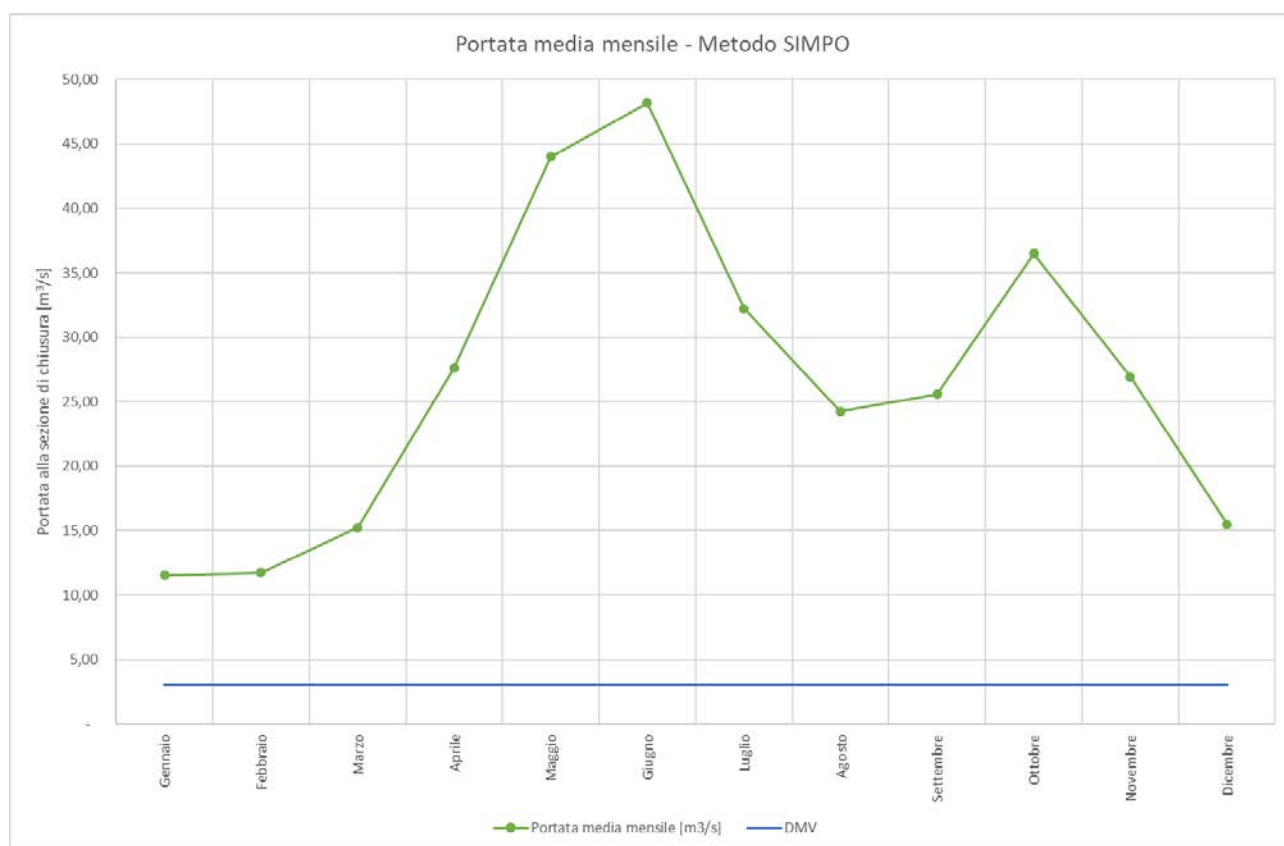


Figura 23: Andamento delle portate medie mensili ricavate alla sezione di chiusura con il metodo SIMPO

Tabella 9: Distribuzione delle portate ricavate con il metodo SIMPO

	<b>Portate specifiche [L/s/km²] di durata</b>	<b>Portata [l/s]</b>	<b>Portata [m³/s]</b>
Q <sub>10-s</sub>	128,38	79 263	79,26
Q <sub>91-s</sub>	53,00	32 723	32,72
Q <sub>182-s</sub>	29,01	17 912	17,91
Q <sub>274-s</sub>	18,29	11 290	11,29
Q <sub>355-s</sub>	11,79	7 279	7,28

Dalla distribuzione delle portate si può notare come il valore della Q<sub>355</sub>, sia superiore alla portata di DMV. Questo consente di stabilire che si avrà probabilmente sempre la portata nel fiume sufficiente per alimentare il passaggio per pesci e nel complesso per rilasciare la portata di DMV (3 080 l/s).



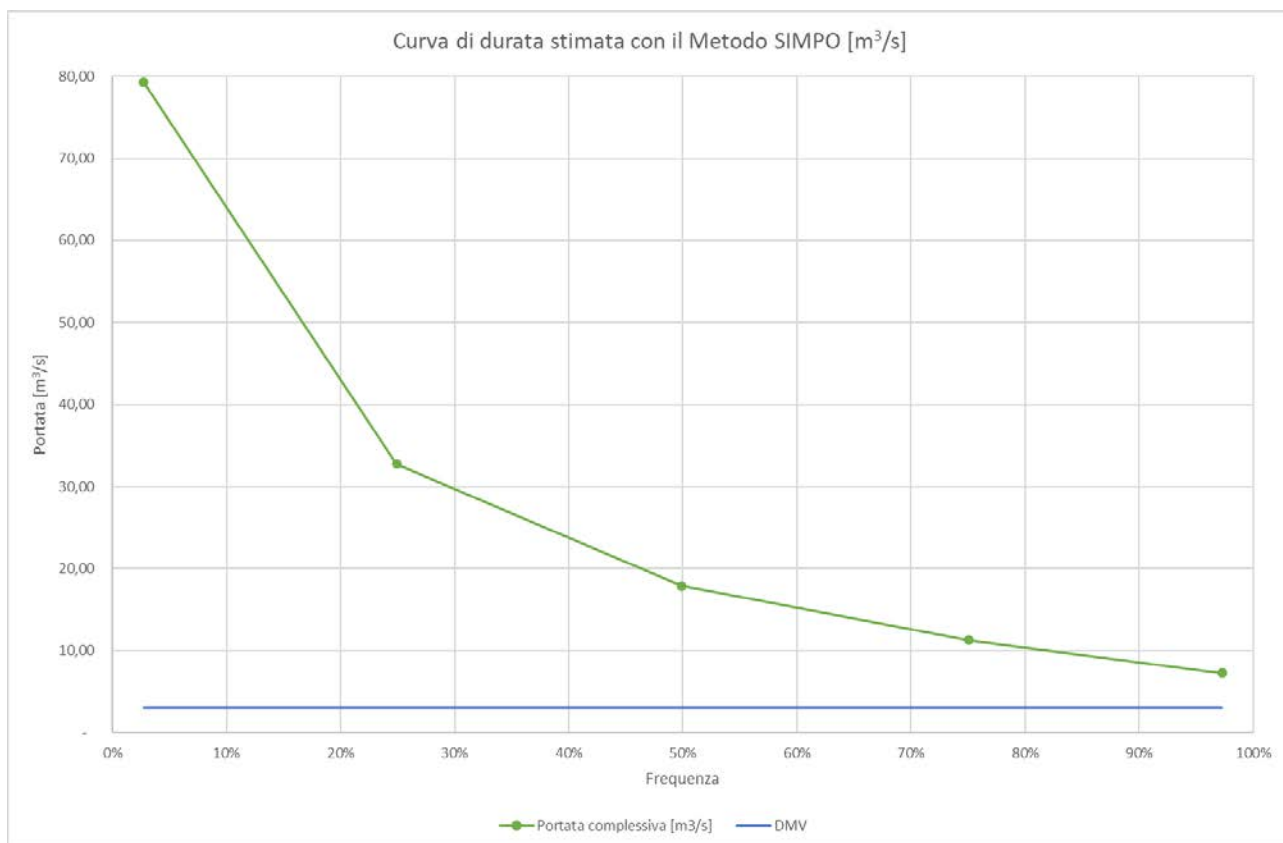


Figura 24: Curva di durata per la sezione di chiusura stimata con il metodo SIMPO

#### 4.2.4.2 L'attuale sistema di rilascio del DMV

Allo stato attuale, analizzando i documenti messi a disposizione della Provincia di Vercelli, il DMV viene rilasciato da due paratoie a libro attigue alla paratoia sghiaiatrice.

Il Progetto di adeguamento della traversa per il rilascio del DMV a cui si farà riferimento è intitolato: "Adeguamento del sistema di regolazione del Deflusso Minimo Vitale a partire da 01/01/2005 sulla traversa in concessione alla ditta Zegna Baruffa Lane Borgosesia S.p.A. sul Fiume Sesia in Comune di Varallo" datato 04 maggio 2004 a firma dell'ing. A. De Maglie in cui si incrementa il DMV rilasciato da 1.675 l/s a 3.255 l/s. Questa portata differisce da quella indicata nella concessione e pari a 3.080 l/s.

Nel progetto viene previsto di rilasciare la portata di DMV da due paratoie, una esistente ed una in progetto, a libro, di larghezza identica pari a 2 m. Entrambe le paratoie hanno una soglia ad una quota di 432,10 m, mentre la soglia dell'opera di presa è posta ad una quota di 432,60 m.

Nel progetto precedentemente citato il dimensionamento della portata rilasciata avviene come una bocca a stramazzo a parete grossa, secondo la seguente "relazione":

$$Q = \mu \cdot L \cdot H \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

Dove:

$Q$  = portata di deflusso dello stramazzo (1.627,5 l/s = 3.255/2)

$\mu$  = coefficiente d'efflusso delle luci a soglia larga (considerato pari a 0,385)

$L$  = larghezza dello stramazzo (2 m)

$H$  = carico totale sulla soglia

*Da cui si ricava che per garantire una portata di deflusso pari a 1.627,5 litri al secondo deve essere  $H=0,615$  m.”*

Le paratoie, secondo questo progetto, dovranno muoversi per garantire un battente di 0,615 m al di sopra della loro soglia.

Per quando riguarda la gestione del rilascio del DMV durante i periodi di magra, nel progetto è indicato come: *“Nel caso in cui la quantità d’acqua defluente nel fiume Sesia, a monte della paratoia di regolazione, fosse minore o pari a quella del DMV, sarà necessario chiudere le paratoie sull’opera di presa (canale) per evitare che parte della portata del DMV sia convogliata dentro al canale di carico della centrale, infatti, in queste condizioni la quota di imbocco del canale di carico è pari a 432,60 m mentre quella della soglia dello stramazzo è pari a 432,10 m risultando un dislivello di 0,5 m e pertanto inferiore al valore del carico idraulico sullo stramazzo per far defluire la portata richiesta. Dalle considerazioni sopra esposte si evince che è necessario chiudere le paratoie sul canale d’adduzione acqua della centrale quando il carico idraulico, sulla soglia dello stramazzo, è pari o minore a 0,615 m.”*

Per quando riguarda la gestione del rilascio del DMV durante i periodi di morbida, nel progetto è indicato come: *“Le paratoia per il rilascio del DMV hanno un’altezza di 1,55 m rispetto alla quota di fondo (432,10 m.s.l.m.) dello stramazzo e pertanto hanno un’altezza assoluta in testa di 435,65 metri s.l.m. risultando una luce libera di 55 cm rispetto alla quota di sommità del massimo carico idraulico dato dalla quota delle tavole di sfioro poste a 434,20 m. in sostanza verrebbero a mancare 6,5 cm (61,5-55) di luce di deflusso per avere garantita la portata di rilascio mantenendo in posizione verticale le paratoia oleodinamiche. Al fine di garantire la portata relativa al DMV si limiterà la rotazione delle paratoie in modo che rispetto alla verticale rimangano inclinate di  $16.128^\circ$  come evidenziato nell’allegato grafico, in tal modo il franco netto rispetto al massimo carico idraulico è pari a quello richiesto per il rilascio del DMV e cioè pari a 0,615 m.”*

L’allegato grafico citato nella precedente citazione è illustrato nella seguente figura (Figura 25)

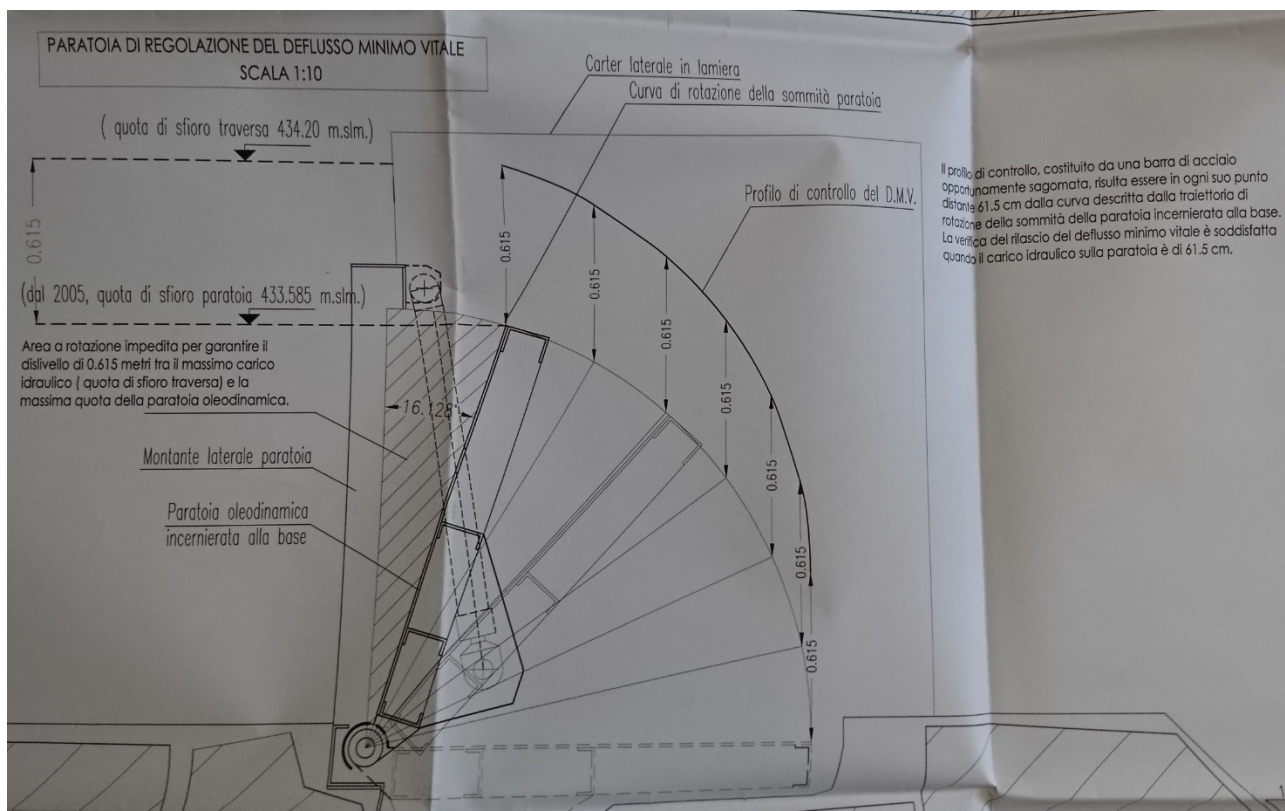


Figura 25: Estratto della tav. 1 del progetto di "Adeguamento del sistema di regolazione del Deflusso Minimo Vitale a partire da 01/01/2005 sulla traversa in concessione alla ditta Zegna Baruffa Lane Borgosesia S.p.A. sul Fiume Sesia in Comune di Varallo" del 04 maggio 2004 a firma dell'ing. A. De Maglie.

Schematicamente si può riassumere che l'attuale gestione delle paratoie per il rilascio del DMV prevede i seguenti criteri:

1. Livello idrico uguale o inferiore a 432,75 m: chiusura delle paratoie di derivazione;
2. Livello idrico compreso tra 432,75 m e 434,20 m: regolazione delle paratoie del DMV per mantenere un battente minimo di 0,615 m sulla soglia dello stramazzo;
3. Livello idrico superiore a 434,20 m, la paratoia rimane completamente sollevata con soglia di sfioro massima a 433,585 m.

Questo schema è illustrato nella sezione V-V della tavola 1 allegata al progetto precedentemente citato e rappresentata nella figura seguente (Figura 26).

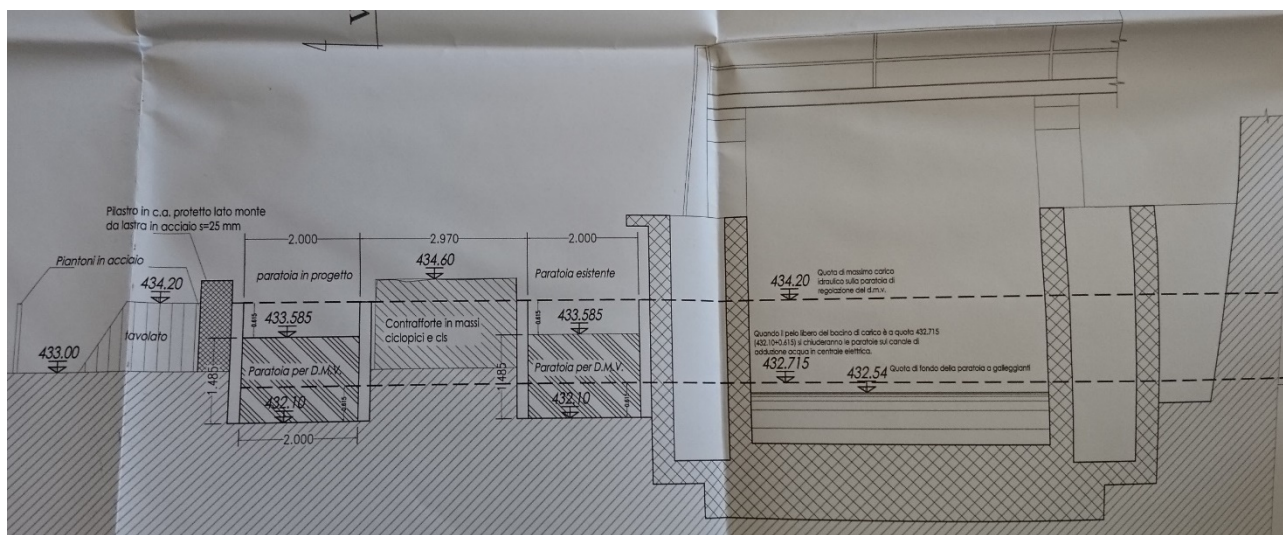


Figura 26: Sezione V-V estratta dalla tav. 1 del progetto di "Adeguamento del sistema di regolazione del Deflusso Minimo Vitale a partire da 01/01/2005 sulla traversa in concessione alla ditta Zegna Baruffa Lane Borgosesia S.p.A. sul Fiume Sesia in Comune di Varallo" del 04 maggio 2004 a firma dell'ing. A. De Maglie.

#### 4.2.4.3 La scala delle portate del passaggio per pesci in progetto

Al fine di adeguare il sistema di rilascio del DMV a seguito della realizzazione del passaggio per pesci è necessario conoscere la scala delle portate del passaggio per pesci.

Inoltre, per effettuare un confronto tra lo studio precedentemente illustrato e le tavole allegate alla domanda di variante non sostanziale, vengono illustrati i parametri geometrici della traversa (Tabella 10) ricavati dal progetto di adeguamento del DMV precedentemente citato confrontando i due diversi valori di quota utilizzati; si può facilmente verificare che la differenza di quota tra i due sistemi di riferimento sia pari a 335,80 m.

Tabella 10: Parametri geometrici rappresentativi della traversa ricavati dal progetto "Adeguamento del sistema di regolazione del Deflusso Minimo Vitale" del 04/05/2004

	<b>Quote assolute (m s.l.m.)</b> <i>Ricavate dal progetto: "Adeguamento del sistema di regolazione del Deflusso Minimo Vitale" del 04/05/2004</i>	<b>Quote relative (m)</b> <i>riferite al Progetto Definitivo del Passaggio per pesci</i>
Pedana di manovra	435,80	100,00
Fondo imbocco di canale	432,60	96,80
Fondo paratoia di DMV	432,10	96,30
Soglia imbocco passaggio pesci	433,50	97,70
Quota di sfioro traversa	434,20	98,40
Soglia di sfioro in cls	433,00	97,30
Soglia paratoia sghiaiatrice	432,54	96,74
Sommità paratoia sghiaiatrice	434,44	98,64
Quota sommità primo setto	434,80	99,00

Nella seguente tabella (Tabella 11) viene illustrata la relazione tra il livello idrico a monte della traversa e le principali variabili che influenzano l'efficienza del passaggio per pesci; in blu è evidenziato il livello idrico di progetto, in arancione il livello di sfioro della traversa e in grigio il livello minimo per il quale viene garantito il funzionamento ottimale del passaggio per pesci.



Tabella 11: scala delle portate del passaggio per pesci: in arancione la quota di sfioro della traversa (secondo il progetto di "Adeguamento del sistema di regolazione del Deflusso Minimo Vitale a partire da 01/01/2005 sulla traversa in concessione alla ditta Zegna Baruffa Lane Borgosesia S.p.A. sul Fiume Sesia in Comune di Varallo)

<i>Quote assolute (m s.l.m.)</i>	<i>Quote relative (m)</i>	<i>Battente idrico sul primo setto (m)</i>	<i>Portata nel passaggio per pesci (l/s)</i>	<i>Profondità media bacino (m)</i>	<i>Portata complementare (paratoie a libro) DMV (l/s)</i>
99,00	434,80	1,40	506	1,50	2.575
98,99	434,79	1,39	502	1,49	2.578
98,98	434,78	1,38	499	1,48	2.582
98,97	434,77	1,37	495	1,47	2.585
98,96	434,76	1,36	492	1,46	2.589
98,95	434,75	1,35	488	1,45	2.593
98,94	434,74	1,34	484	1,44	2.596
98,93	434,73	1,33	481	1,43	2.600
98,92	434,72	1,32	477	1,42	2.603
98,91	434,71	1,31	474	1,41	2.607
98,90	434,70	1,30	470	1,40	2.611
98,89	434,69	1,29	466	1,39	2.614
98,88	434,68	1,28	463	1,38	2.618
98,87	434,67	1,27	459	1,37	2.622
98,86	434,66	1,26	455	1,36	2.625
98,85	434,65	1,25	452	1,35	2.629
98,84	434,64	1,24	448	1,34	2.632
98,83	434,63	1,23	445	1,33	2.636
98,82	434,62	1,22	441	1,32	2.640
98,81	434,61	1,21	437	1,31	2.643
98,80	434,60	1,20	434	1,30	2.647
98,79	434,59	1,19	430	1,29	2.650
98,78	434,58	1,18	427	1,28	2.654
98,77	434,57	1,17	423	1,27	2.658
98,76	434,56	1,16	419	1,26	2.661
98,75	434,55	1,15	416	1,25	2.665
98,74	434,54	1,14	412	1,24	2.668
98,73	434,53	1,13	408	1,23	2.672
98,72	434,52	1,12	405	1,22	2.676
98,71	434,51	1,11	401	1,21	2.679
98,70	434,50	1,10	398	1,20	2.683
98,69	434,49	1,09	394	1,19	2.687
98,68	434,48	1,08	390	1,18	2.690
98,67	434,47	1,07	387	1,17	2.694
98,66	434,46	1,06	383	1,16	2.697
98,65	434,45	1,05	380	1,15	2.701
98,64	434,44	1,04	376	1,14	2.705
98,63	434,43	1,03	372	1,13	2.708
98,62	434,42	1,02	369	1,12	2.712
98,61	434,41	1,01	365	1,11	2.715
<b>98,60</b>	<b>434,40</b>	<b>1,00</b>	<b>361</b>	<b>1,10</b>	<b>2.719</b>
98,59	434,39	0,99	358	1,09	2.723
98,58	434,38	0,98	354	1,08	2.726
98,57	434,37	0,97	351	1,07	2.730
98,56	434,36	0,96	347	1,06	2.733
98,55	434,35	0,95	343	1,05	2.737

<i>Quote assolute (m s.l.m.)</i>	<i>Quote relative (m)</i>	<i>Battente idrico sul primo setto (m)</i>	<i>Portata nel passaggio per pesci (l/s)</i>	<i>Profondità media bacino (m)</i>	<i>Portata complementare (paratoie a libro) DMV (l/s)</i>
98,54	434,34	0,94	340	1,04	2.741
98,53	434,33	0,93	336	1,03	2.744
98,52	434,32	0,92	333	1,02	2.748
98,51	434,31	0,91	329	1,01	2.751
98,50	434,30	0,90	325	1,00	2.755
98,49	434,29	0,89	322	0,99	2.759
98,48	434,28	0,88	318	0,98	2.762
98,47	434,27	0,87	314	0,97	2.766
98,46	434,26	0,86	311	0,96	2.770
98,45	434,25	0,85	307	0,95	2.773
98,44	434,24	0,84	304	0,94	2.777
98,43	434,23	0,83	300	0,93	2.780
98,42	434,22	0,82	296	0,92	2.784
98,41	434,21	0,81	293	0,91	2.788
<b>98,40</b>	<b>434,20</b>	<b>0,80</b>	<b>289</b>	<b>0,90</b>	<b>2.791</b>
98,39	434,19	0,79	286	0,89	2.795
98,38	434,18	0,78	282	0,88	2.798
98,37	434,17	0,77	278	0,87	2.802
98,36	434,16	0,76	275	0,86	2.806
98,35	434,15	0,75	271	0,85	2.809
98,34	434,14	0,74	267	0,84	2.813
98,33	434,13	0,73	264	0,83	2.816
98,32	434,12	0,72	260	0,82	2.820
98,31	434,11	0,71	257	0,81	2.824
98,30	434,10	0,70	253	0,80	2.827
98,29	434,09	0,69	249	0,79	2.831
98,28	434,08	0,68	246	0,78	2.835
98,27	434,07	0,67	242	0,77	2.838
98,26	434,06	0,66	239	0,76	2.842
98,25	434,05	0,65	235	0,75	2.845
98,24	434,04	0,64	231	0,74	2.849
98,23	434,03	0,63	228	0,73	2.853
98,22	434,02	0,62	224	0,72	2.856
98,21	434,01	0,61	221	0,71	2.860
98,20	434,00	0,60	217	0,70	2.863
98,19	433,99	0,59	213	0,69	2.867
98,18	433,98	0,58	210	0,68	2.871
98,17	433,97	0,57	206	0,67	2.874
98,16	433,96	0,56	202	0,66	2.878
98,15	433,95	0,55	199	0,65	2.881
98,14	433,94	0,54	195	0,64	2.885
98,13	433,93	0,53	192	0,63	2.889
98,12	433,92	0,52	188	0,62	2.892
98,11	433,91	0,51	184	0,61	2.896
<b>98,10</b>	<b>433,90</b>	<b>0,50</b>	<b>181</b>	<b>0,60</b>	<b>2.900</b>
98,09	433,89	0,49	177	0,59	2.903
98,08	433,88	0,48	174	0,58	2.907
98,07	433,87	0,47	170	0,57	2.910
98,06	433,86	0,46	166	0,56	2.914

<i>Quote assolute (m s.l.m.)</i>	<i>Quote relative (m)</i>	<i>Battente idrico sul primo setto (m)</i>	<i>Portata nel passaggio per pesci (l/s)</i>	<i>Profondità media bacino (m)</i>	<i>Portata complementare (paratoie a libro) DMV (l/s)</i>
98,05	433,85	0,45	163	0,55	2.918
98,04	433,84	0,44	159	0,54	2.921
98,03	433,83	0,43	155	0,53	2.925
98,02	433,82	0,42	152	0,52	2.928
98,01	433,81	0,41	148	0,51	2.932
98,00	433,80	0,40	145	0,50	2.936
97,99	433,79	0,39	141	0,49	2.939
97,98	433,78	0,38	137	0,48	2.943
97,97	433,77	0,37	134	0,47	2.946
97,96	433,76	0,36	130	0,46	2.950
97,95	433,75	0,35	127	0,45	2.954
97,94	433,74	0,34	123	0,44	2.957
97,93	433,73	0,33	119	0,43	2.961
97,92	433,72	0,32	116	0,42	2.964
97,91	433,71	0,31	112	0,41	2.968
97,90	433,70	0,30	108	0,40	2.972
97,89	433,69	0,29	105	0,39	2.975
97,88	433,68	0,28	101	0,38	2.979
97,87	433,67	0,27	98	0,37	2.983
97,86	433,66	0,26	94	0,36	2.986
97,85	433,65	0,25	90	0,35	2.990
97,84	433,64	0,24	87	0,34	2.993
97,83	433,63	0,23	83	0,33	2.997
97,82	433,62	0,22	80	0,32	3.001
97,81	433,61	0,21	76	0,31	3.004
97,80	433,60	0,20	72	0,30	3.008
97,79	433,59	0,19	69	0,29	3.011
97,78	433,58	0,18	65	0,28	3.015
97,77	433,57	0,17	61	0,27	3.019
97,76	433,56	0,16	58	0,26	3.022
97,75	433,55	0,15	54	0,25	3.026
97,74	433,54	0,14	51	0,24	3.029
97,73	433,53	0,13	47	0,23	3.033
97,72	433,52	0,12	43	0,22	3.037
97,71	433,51	0,11	40	0,21	3.040
97,70	433,50	0	0	0	3.080

In sede di dimensionamento del passaggio per pesci, nell'ambito delle verifiche del funzionamento del passaggio per condizioni al contorno diverse da quelle di progetto, si è visto che il corretto funzionamento del sistema è garantito per un livello minimo di monte di 98,10 cm; al decrescere del livello idrico di monte, il passaggio funziona dapprima in condizioni subottimali, quindi in condizioni critiche, fino ad essere del tutto inutilizzabile per livelli inferiori a 97,80 cm.

#### **4.2.4.4 Schema di funzionamento delle paratoie per il rilascio del DMV in progetto**

In virtù delle considerazioni sopra esposte e dei dati riportati in Tabella 11, è necessario variare lo schema di gestione delle paratoie di gestione del DMV, in funzione dei seguenti vincoli (Tabella 12):

Tabella 12: Livelli di vincolo per il rilascio del DMV

Valore di riferimento	<b>Quote assolute (m s.l.m.)</b> <i>Ricavate dal progetto: "Adeguamento del sistema di regolazione del Deflusso Minimo Vitale" del 04/05/2004</i>	<b>Quote relative (m)</b> <i>referite al Progetto Definitivo del Passaggio per pesci</i>
Quota di minimo funzionamento ottimale del passaggio per pesci	433,90	98,10
Soglia di sfioro massima delle paratoie a libro di rilascio del DMV	434,14	98,34
Livello di progetto del passaggio per pesci	434,40	98,60
Quota di massimo funzionamento del passaggio per pesci	434,80	99,00

Il nuovo schema di funzionamento prevede quindi la gestione del livello idrico di monte della traversa ad una quota idrometrica di 433,90 m s.l.m. (98,10 m in riferimento al progetto del passaggio per pesci) o superiore per garantire il funzionamento del passaggio per pesci.

Si possono verificare quindi tre condizioni di esercizio, in funzione dei livelli idrici e delle portate transitanti nel fiume:

1. In regime di morbida, con quote idrometriche superiori a 434,14 m s.l.m., le paratoie di rilascio del DMV sono chiuse (soglia di sfioro sollevata) e la derivazione è attiva (area verde nella Tabella 13); in queste condizioni, a valle della traversa, vengono rilasciate portate superiori o uguali a quella del DMV.
2. In regime di normale esercizio dello sbarramento, con quote idrometriche comprese tra 433,90 m s.l.m. e 434,14 m s.l.m. (area gialla nella Tabella 13), le opere di regolazione saranno così gestite: le paratoie sul canale di derivazione saranno regolate in modo da mantenere la portata derivata inferiore alla massima portata derivabile e la quota idrometrica a monte della traversa superiore a 433,90 m s.l.m.; le paratoie di regolazione del DMV saranno invece regolate in modo da compensare la portata rilasciata attraverso il passaggio per pesci per rilasciare complessivamente a valle della traversa il DMV richiesto.
3. In regime di magra, con quote idrometriche inferiori o uguali a 433,90 m s.l.m., quindi con portate nel fiume inferiori alla portata DMV (area arancione nella Tabella 13), si provvederà a chiudere completamente le paratoie di derivazione e ad innalzare progressivamente la quota di sfioro delle paratoie del DMV per raggiungere la quota di 433,90 m s.l.m..

Nella seguente tabella (Tabella 13) sono quindi illustrate: la scala delle portate dello sbarramento (colonna *portata effettivamente rilasciata*), le quota di sfioro delle paratoie del DMV (*Quota sfioro luce paratoie DMV*) e i criteri di gestione e regolazione delle opere idrauliche che saranno seguiti nelle tre condizioni di esercizio descritte.



Tabella 13: Scala delle portate dello sbarramento e gestione delle paratoie dello sbarramento

<i>Quote assolute (m s.l.m.)</i>	<i>Quote relative (m)</i>	<i>Portata Passaggio per pesci l/s</i>	<i>Portata complementare DMV l/s</i>	<i>Battente su paratoia DMV teorico (m)</i>	<i>Quota sfioro luce paratoie DMV m s.l.m.</i>	<i>Portata Effettivamente Rilasciata l/s</i>	<i>GESTIONE dello SBARRAMENTO</i>
99,00	434,80	505	2.575	0,52	433,585	9.639	<b>PARATOIE DI DERIVAZIONE IN REGOLAZIONE PARATOIE DEL DMV CHIUSE (completamente alzate)</b>
98,99	434,79	502	2.578	0,52	433,585	9.523	
98,98	434,78	498	2.582	0,52	433,585	9.407	
98,97	434,77	495	2.585	0,52	433,585	9.292	
98,96	434,76	491	2.589	0,52	433,585	9.177	
98,95	434,75	487	2.593	0,52	433,585	9.063	
98,94	434,74	484	2.596	0,53	433,585	8.949	
98,93	434,73	480	2.600	0,53	433,585	8.836	
98,92	434,72	477	2.603	0,53	433,585	8.723	
98,91	434,71	473	2.607	0,53	433,585	8.611	
98,90	434,70	469	2.611	0,53	433,585	8.499	
98,89	434,69	466	2.614	0,53	433,585	8.388	
98,88	434,68	462	2.618	0,53	433,585	8.277	
98,87	434,67	458	2.622	0,53	433,585	8.166	
98,86	434,66	455	2.625	0,53	433,585	8.056	
98,85	434,65	451	2.629	0,53	433,585	7.947	
98,84	434,64	448	2.632	0,53	433,585	7.838	
98,83	434,63	444	2.636	0,53	433,585	7.730	
98,82	434,62	440	2.640	0,53	433,585	7.622	
98,81	434,61	437	2.643	0,53	433,585	7.514	
98,80	434,60	433	2.647	0,53	433,585	7.407	
98,79	434,59	430	2.650	0,53	433,585	7.301	
98,78	434,58	426	2.654	0,53	433,585	7.195	
98,77	434,57	422	2.658	0,53	433,585	7.089	
98,76	434,56	419	2.661	0,53	433,585	6.985	
98,75	434,55	415	2.665	0,53	433,585	6.880	
98,74	434,54	412	2.668	0,53	433,585	6.776	
98,73	434,53	408	2.672	0,54	433,585	6.673	
98,72	434,52	404	2.676	0,54	433,585	6.570	
98,71	434,51	401	2.679	0,54	433,585	6.468	
98,70	434,50	397	2.683	0,54	433,585	6.366	
98,69	434,49	393	2.687	0,54	433,585	6.265	
98,68	434,48	390	2.690	0,54	433,585	6.164	
98,67	434,47	386	2.694	0,54	433,585	6.064	
98,66	434,46	383	2.697	0,54	433,585	5.965	
98,65	434,45	379	2.701	0,54	433,585	5.866	
98,64	434,44	375	2.705	0,54	433,585	5.767	
98,63	434,43	372	2.708	0,54	433,585	5.669	
98,62	434,42	368	2.712	0,54	433,585	5.572	
98,61	434,41	365	2.715	0,54	433,585	5.475	
<b>98,60</b>	<b>434,40</b>	<b>361</b>	<b>2.719</b>	<b>0,54</b>	<b>433,585</b>	<b>5.379</b>	
98,59	434,39	357	2.723	0,54	433,585	5.283	
98,58	434,38	354	2.726	0,54	433,585	5.188	
98,57	434,37	350	2.730	0,54	433,585	5.094	
98,56	434,36	347	2.733	0,54	433,585	5.000	
98,55	434,35	343	2.737	0,54	433,585	4.906	
98,54	434,34	339	2.741	0,54	433,585	4.813	
98,53	434,33	336	2.744	0,55	433,585	4.721	
98,52	434,32	332	2.748	0,55	433,585	4.630	
98,51	434,31	329	2.751	0,55	433,585	4.539	
98,50	434,30	325	2.755	0,55	433,585	4.448	
98,49	434,29	321	2.759	0,55	433,585	4.358	
98,48	434,28	318	2.762	0,55	433,585	4.269	

<i>Quote assolute (m s.l.m.)</i>	<i>Quote relative (m)</i>	<i>Portata Passaggio per pesci l/s</i>	<i>Portata complementare DMV l/s</i>	<i>Battente su paratoia DMV teorico (m)</i>	<i>Quota sfioro luce paratoie DMV m s.l.m.</i>	<i>Portata Effettivamente Rilasciata l/s</i>	<i>GESTIONE dello SBARRAMENTO</i>
98,47	434,27	314	2.766	0,55	433,585	4.181	
98,46	434,26	310	2.770	0,55	433,585	4.093	
98,45	434,25	307	2.773	0,55	433,585	4.005	
98,44	434,24	303	2.777	0,55	433,585	3.919	
98,43	434,23	300	2.780	0,55	433,585	3.832	
98,42	434,22	296	2.784	0,55	433,585	3.747	
98,41	434,21	292	2.788	0,55	433,585	3.662	
<b>98,40</b>	<b>434,20</b>	<b>289</b>	<b>2.791</b>	<b>0,55</b>	<b>433,585</b>	<b>3.578</b>	
98,39	434,19	285	2.795	0,55	433,585	3.495	
98,38	434,18	282	2.798	0,55	433,585	3.412	
98,37	434,17	278	2.802	0,55	433,585	3.330	
98,36	434,16	274	2.806	0,55	433,585	3.248	
98,35	434,15	271	2.809	0,55	433,585	3.167	
<b>98,34</b>	<b>434,14</b>	<b>267</b>	<b>2.813</b>	<b>0,55</b>	<b>433,585</b>	<b>3.087</b>	PARATOIE DI DERIVAZIONE IN REGOLAZIONE PARATOIE DEL DMV IN REGOLAZIONE secondo lo schema a lato (in grassetto)
98,33	434,13	264	2.816	0,55	<b>433,58</b>	3.080	
98,32	434,12	260	2.820	0,56	<b>433,56</b>	3.080	
98,31	434,11	256	2.824	0,56	<b>433,55</b>	3.080	
98,30	434,10	253	2.827	0,56	<b>433,54</b>	3.080	
98,29	434,09	249	2.831	0,56	<b>433,53</b>	3.080	
98,28	434,08	245	2.835	0,56	<b>433,52</b>	3.080	
98,27	434,07	242	2.838	0,56	<b>433,51</b>	3.080	
98,26	434,06	238	2.842	0,56	<b>433,50</b>	3.080	
98,25	434,05	235	2.845	0,56	<b>433,49</b>	3.080	
98,24	434,04	231	2.849	0,56	<b>433,48</b>	3.080	
98,23	434,03	227	2.853	0,56	<b>433,47</b>	3.080	
98,22	434,02	224	2.856	0,56	<b>433,46</b>	3.080	
98,21	434,01	220	2.860	0,56	<b>433,45</b>	3.080	
98,20	434,00	217	2.863	0,56	<b>433,44</b>	3.080	
98,19	433,99	213	2.867	0,56	<b>433,43</b>	3.080	
98,18	433,98	209	2.871	0,56	<b>433,42</b>	3.080	
98,17	433,97	206	2.874	0,56	<b>433,41</b>	3.080	
98,16	433,96	202	2.878	0,56	<b>433,40</b>	3.080	
98,15	433,95	199	2.881	0,56	<b>433,39</b>	3.080	
98,14	433,94	195	2.885	0,56	<b>433,38</b>	3.080	
98,13	433,93	191	2.889	0,56	<b>433,37</b>	3.080	
98,12	433,92	188	2.892	0,56	<b>433,36</b>	3.080	
98,11	433,91	184	2.896	0,56	<b>433,35</b>	3.080	
<b>98,10</b>	<b>433,90</b>	<b>180</b>	<b>2.900</b>	<b>0,57</b>	<b>433,33</b>	<b>3.080</b>	PARATOIE DI DERIVAZIONE CHIUSE PARATOIE DEL DMV IN REGOLAZIONE secondo lo schema a lato (in grassetto)
98,10	433,90	180	2.900	0,57	<b>433,33</b>	3.080	
98,10	433,90	180	2.850	0,56	<b>433,34</b>	3.030	
98,10	433,90	180	2.800	0,55	<b>433,35</b>	2.980	
98,10	433,90	180	2.750	0,55	<b>433,35</b>	2.930	
98,10	433,90	180	2.700	0,54	<b>433,36</b>	2.880	
98,10	433,90	180	2.650	0,53	<b>433,37</b>	2.830	
98,10	433,90	180	2.600	0,53	<b>433,37</b>	2.780	
98,10	433,90	180	2.550	0,52	<b>433,38</b>	2.730	
98,10	433,90	180	2.500	0,51	<b>433,39</b>	2.680	
98,10	433,90	180	2.450	0,51	<b>433,39</b>	2.630	
98,10	433,90	180	2.400	0,50	<b>433,40</b>	2.580	
98,10	433,90	180	2.350	0,49	<b>433,41</b>	2.530	
98,10	433,90	180	2.300	0,48	<b>433,42</b>	2.480	
98,10	433,90	180	2.250	0,48	<b>433,42</b>	2.430	
98,10	433,90	180	2.200	0,47	<b>433,43</b>	2.380	
98,10	433,90	180	2.150	0,46	<b>433,44</b>	2.330	

<i>Quote assolute (m s.l.m.)</i>	<i>Quote relative (m)</i>	<i>Portata Passaggio per pesci l/s</i>	<i>Portata complementare DMV l/s</i>	<i>Battente su paratoia DMV teorico (m)</i>	<i>Quota sfioro luce paratoie DMV m s.l.m.</i>	<i>Portata Effettivamente Rilasciata l/s</i>	<i>GESTIONE dello SBARRAMENTO</i>
98,10	433,90	180	2.100	0,46	<b>433,44</b>	2.280	
98,10	433,90	180	2.050	0,45	<b>433,45</b>	2.230	
98,10	433,90	180	2.000	0,44	<b>433,46</b>	2.180	
98,10	433,90	180	1.950	0,43	<b>433,47</b>	2.130	
98,10	433,90	180	1.900	0,43	<b>433,47</b>	2.080	
98,10	433,90	180	1.850	0,42	<b>433,48</b>	2.030	
98,10	433,90	180	1.800	0,41	<b>433,49</b>	1.980	
98,10	433,90	180	1.750	0,40	<b>433,50</b>	1.930	
98,10	433,90	180	1.700	0,40	<b>433,50</b>	1.880	
98,10	433,90	180	1.650	0,39	<b>433,51</b>	1.830	
98,10	433,90	180	1.600	0,38	<b>433,52</b>	1.780	
98,10	433,90	180	1.550	0,37	<b>433,53</b>	1.730	
98,10	433,90	180	1.500	0,36	<b>433,54</b>	1.680	
98,10	433,90	180	1.450	0,36	<b>433,54</b>	1.630	
98,10	433,90	180	1.400	0,35	<b>433,55</b>	1.580	
98,10	433,90	180	1.350	0,34	<b>433,56</b>	1.530	
98,10	433,90	180	1.300	0,33	<b>433,57</b>	1.480	
98,10	433,90	180	1.250	0,32	<b>433,58</b>	1.430	

Il livello massimo di chiusura della paratoia consente di avere una soglia di sfioro massima a 433,585 m s.l.m., tale conformazione permette di avere un funzionamento ottimale del passaggio per pesci fino ad una portata di 1.430 l/s. Questa portata risulta essere il 46% della portata di DMV e il 20 % del valore della  $Q_{355-s}$ , ricavata con il metodo SIMPO, e quindi con una probabilità che si verifichi molto bassa e con una eventuale frequenza nel corso dell'anno trascurabile.

#### 4.2.4.5 Misura, comunicazione e conservazione delle portate

La misura delle portate sarà garantita dalla presenza di un idrometro a monte e le portate saranno ricavate dalla precedente scala delle portate (Tabella 13). Sarà predisposto un sistema di visualizzazione in tempo reale delle portate rilasciate (DMV) e i dati assieme a quelli delle portate derivate saranno resi disponibili, alla Provincia di Vercelli e Arpa attraverso sistema basato sul web. I dati saranno archiviati e le serie storica sarà sempre disponibile.

#### 4.2.5 Compatibilità idraulica

Come descritto in precedenza, le opere in progetto sono state progettate per non interferire con il deflusso delle piene, in particolare:

- l'opera è realizzata all'esterno del flusso principale di scorrimento delle piene;
- non ci sono opere che incrementano la quota di sfioro della briglia;
- non vi sono opere in progetto che limitino il deflusso delle piene o che restringano l'alveo del fiume come illustrato in Figura 27;
- la portata fluente dalla traversa con il livello idrico alla quota della soglia di sfioro, incrementa della portata defluente dal passaggio per pesci, aumentando la portata complessiva transitante sulla sezione.

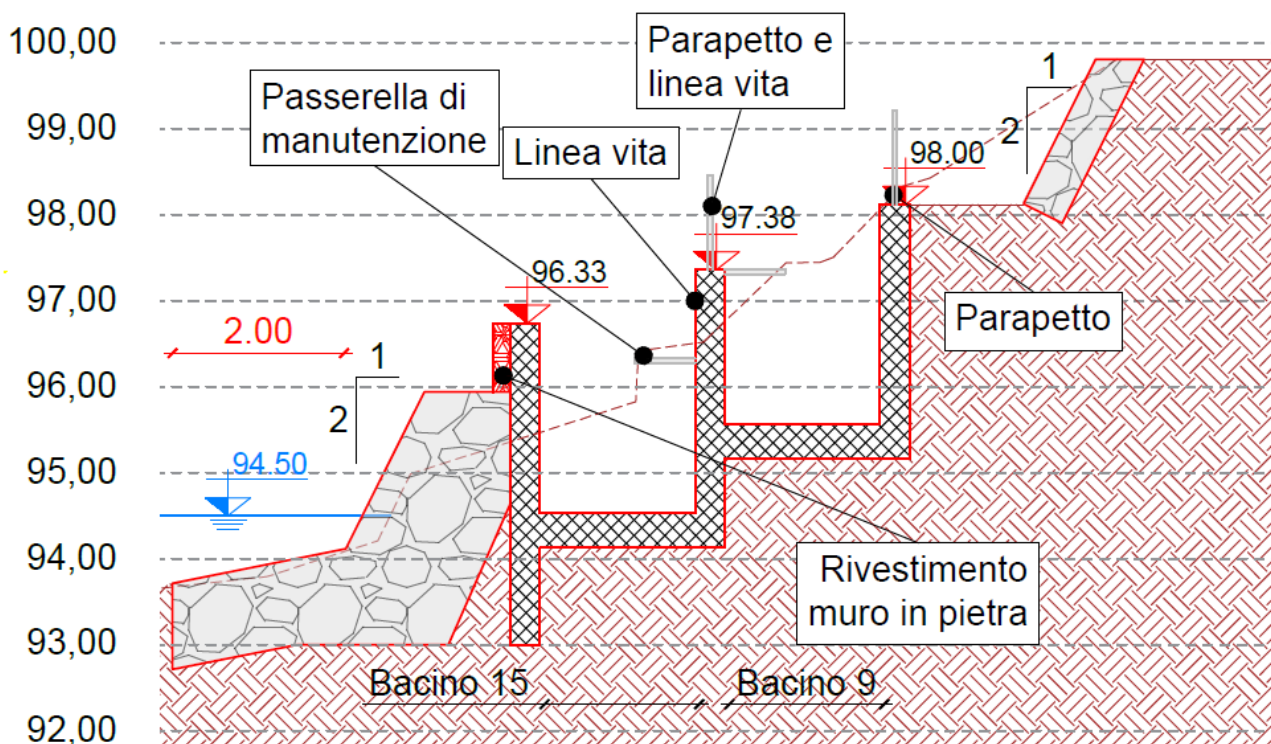


Figura 27: Vista della sezione E-E, estratto della tavola C.1.4.

In virtù delle considerazioni precedentemente illustrate si può ritenere che *l'opera in progetto è idraulicamente compatibile con la piena del corso d'acqua.*

#### 4.2.6 Gestione specie esotiche

A seguito degli eventi di piena del 2 e 3 ottobre 2020 le aree oggetto del cantiere sono state oggetto della rimozione o seppellimento delle specie erbacee, arbustive e persino arboree presenti e quindi non è possibile valutare, allo stato attuale, la presenza o meno *Buddleja davidii*.

Data il suo potenziale ingresso nelle aree di cantiere, sulla base delle citate Linee Guida di Regione Piemonte ("*Linee Guida per la gestione e controllo delle specie esotiche vegetali nell'ambito di cantieri con movimenti terra e interventi di recupero e ripristino ambientale*"), al fine di evitare che durante l'esecuzione dei lavori, soprattutto durante la movimentazione di terra del cantiere, si creino delle condizioni che possano favorire l'insediamento dell'esotica, particolarmente aggressiva in condizioni di superficialità dei suoli in quanto specie pioniera, dovranno essere osservate le seguenti misure di contenimento:

- **Corso d'opera:**
  - decespugliamento da eseguirsi n. 3 volte/anno nel periodo maggio-settembre, qualora durante il cantiere si osservi la presenza della specie;
  - il materiale di risulta dovrà essere preferibilmente incenerito o opportunamente smaltito;
- **Ripristino:**
  - l'inerbimento di tutte le aree di suolo scoperto utilizzando preferibilmente specie erbacee autoctone adatte ai diversi tipi di terreno,
  - dato l'impiego di scogliere, parte della semente/fiorume potrebbe essere impiegato in modo diffuso anche sulla superficie dei sassi considerando il potenziale sviluppo di vegetazione tra gli interstizi; tale eventualità potrà essere valutata in sede di direzione dei lavori.



- **Post-operam per un periodo di 5 anni:**

- nelle aree in cui si osserva un ricaccio della specie, dovrà essere svolto il decespugliamento della vegetazione da eseguirsi n. 3 volte/anno nel periodo maggio-settembre per cinque anni, per un totale complessivo di n. 15 interventi per i 5 anni post intervento;
- il materiale di risulta dovrà essere preferibilmente incenerito o opportunamente smaltito.

#### **4.2.7 Interferenze con le opere in progetto e problematiche del cantiere**

Le interferenze con le opere in progetto sono costituite da:

- la presenza dell'opera di derivazione e delle sue opere idrauliche (paratoia sghiaiatrice);
- la presenza del canale derivatore senza opere di protezione dalle cadute;
- la presenza delle acque del fiume e le relative problematiche connesse alla variazione dei livelli (giornalieri e stagionali) e alle cadute nel corso d'acqua.

Le problematiche che caratterizzano il cantiere sono costituite dagli accessi, in quanto lungo il tracciato di accesso più prossimo e comodo alle aree di cantiere è presente un ponte con altezza massima di 3,40 m.

L'esecuzione delle opere dovrà prevedere la realizzazione di tre ture: una a valle della traversa per la realizzazione del corpo principale del passaggio per pesci, una a monte davanti alle opere di presa per consentire la realizzazione dell'imbocco di monte tramite il taglio del muro arginale ed il posizionamento della paratoia. Oltre alle ture per la realizzazione della pista di cantiere e l'attraversamento del T. Mastallone.



Figura 28: inquadramento dell'area oggetto dell'opera: in verde la pista di accesso transitabile dagli automezzi con altezze superiori a 3,40 m, in giallo la pista per l'accesso agli automezzi con altezze inferiori, in marrone le ture per la realizzazione delle opere

### 4.3 Discontinuità B

La discontinuità B si inserisce in un contesto ambientale particolare (Figura 29). In questo tratto il fiume effettua una lunga curva a 180° al termine della quale, in sponda idraulica sinistra è presente l'opera di presa. Circa 70 m a valle dell'opera di presa è presente la briglia oggetto di realizzazione del passaggio per pesci e da cui deve essere rilasciato il DMV.



Figura 29: vista aerea dell'area in oggetto (fonte: Google Maps)

La particolarità di questa opera è quindi la distanza tra lo sbarramento e l'opera di presa. Normalmente, come per la discontinuità A, l'opera di presa è limitrofa alla traversa.

Anche per questa discontinuità, non sono presenti idrometri a monte e/o valle della traversa per la stima della variazione dei livelli.

L'area identificata per la realizzazione del passaggio per pesci è imposta dalla geometria dell'alveo e dalle indicazioni del gestore dell'impianto che identificano nella sponda destra, nella stessa posizione di quello attuale (Figura 30), l'area meno soggetta ai danneggiamenti dovuti al trasporto solido.





Figura 30: identificazione dell'area in cui sarà realizzato il passaggio per pesci

#### 4.3.1 Scelta progettuale

In virtù delle considerazioni sopra esposte e delle principali tipologie di passaggi per pesci illustrate in precedenza, il tipo di passaggio individuabile come più idoneo in questo contesto è il **passaggio per pesci a bacini successivi** della tipologia “*vertical slot*”, nelle medesime geometrie utilizzate per il precedente passaggio per pesci.

#### 4.3.2 Vincoli alla progettazione

I vincoli al contorno al dimensionamento dell'opera sono rappresentati dalle quote del livello idrico di monte e valle, dall'ingombro planimetrico dell'opera e dall'energia dissipata nei bacini, che deve essere tale da poter permettere la risalita della fauna ittica target.

##### 4.3.2.1 Definizione del livello idrico di progetto

Come precedentemente accennato, la traversa non è dotata di una misurazione dei livelli idrici di monte, e di valle, e delle relative statistiche per la valutazione dell'escursione dei livelli.

Come per la precedente discontinuità si è scelto di utilizzare come livello idrico di progetto di monte il livello di sfioro della traversa (99,00 m). Questo accorgimento permette di sfruttare la larghezza della traversa, e le portate che da essa sfiorano, per limitare l'incremento del livello idrico di monte all'aumentare delle portate del fiume.

Il livello idrico di progetto di valle è stato identificato in 95,30 m, livello cautelativo rispetto al livello idrico rilevato in data 21.08.2019 e pari a 95,39 m, in condizioni di magra.

#### 4.3.2.2 Ingombro planimetrico dell'opera

Come precedentemente illustrato il punto di inserimento del passaggio per pesci nel contesto ambientale presente è stato definito analizzando la geometria dell'alveo e le indicazioni del gestore dell'impianto che impongono la sua realizzazione in sponda destra, nella stessa posizione di quello attuale (rampa in pietrame). In questa posizione il passaggio per pesci è meno soggetto ai fenomeni di trasporto solido, più importanti in sponda sinistra per via della curva che effettua il fiume (Figura 30).

Per quanto riguarda l'ingombro planimetrico non esistono vincoli particolari che limitano il suo sviluppo. Gli unici accorgimenti sull'ingombro dell'opera sono:

- la realizzazione della stessa, più esterna possibile rispetto al deflusso delle piene, ma senza disconnettersi dall'alveo;
- la realizzazione dell'imbocco di valle più vicino possibile alla traversa ma senza che vi siano problemi dovuti alle piene che sfiorano dalla stessa o al rilascio del DMV.

#### 4.3.2.3 Fauna ittica target

Come per la precedente discontinuità le specie target risultano essere composte sia da Ciprinidi che da Salmonidi.

Il principale parametro progettuale di riferimento per stimare la bontà di un passaggio per pesci è la potenza specifica dissipata dei bacini, misurata in  $W/m^3$ . Questo valore dovrà risultare inferiore al valore bibliografico di riferimento per la fauna ittica target di minori capacità natatorie, che in questo caso è costituita dai Ciprinidi, per la quale la bibliografia di settore indica un valore di  $150 W/m^3$ .

### 4.3.3 Dimensionamento del passaggio per pesci

Il dimensionamento del passaggio per pesci è stato eseguito utilizzando le medesime modalità e geometrie della discontinuità A; a cui si fa riferimento per le formule utilizzate. Il contesto sito-specifico vede l'uso dei seguenti parametri di riferimento (Tabella 14).

Tabella 14: parametri di riferimento per il dimensionamento del passaggio per pesci

<i>Condizioni al contorno sito-specifiche</i>			
Livello idrico di monte di progetto	$H_{m-p}$	99,00	m*
Livello idrico di valle di progetto	$H_{v-p}$	95,30	m*
Salto idraulico di progetto	$dH$	3,70	m
<i>Vincoli/consigli da bibliografia (Regione Piemonte)</i>			
Potenza specifica dissipata (Ciprinidi) - target	$E$	$\leq 150$	$W/m^3$
Potenza specifica dissipata (Salmonidi)	$E$	$\leq 200$	$W/m^3$
Dislivello per i ciprinidi (target)	$dH$	$\leq 20$	cm
Dislivello per i salmonidi	$dH$	$\leq 25$	cm
Larghezza minima fenditura	$s$	$> 20$	cm
Lunghezza minima del bacino	$L_{B\ min}$	1,4-1,5	m
Lunghezza dei bacini	$L$	$8-10 \times s$	m
Larghezza	$B$	$6-8 \times s$	m

\* quote relative



Il dimensionamento geometrico e i risultati qualitativi del passaggio per pesci sono riassunti rispettivamente in Tabella 15 e Tabella 16, in Figura 31 viene illustrato il profilo idraulico di progetto.

In Tabella 17 sono illustrate le geometrie dei setti del passaggio per pesci.

Tabella 15: parametri riassuntivi del passaggio pesci nelle condizioni di progetto

<b>Condizioni al contorno</b>			
Livello idrico di monte di progetto	$H_{m-p}$	99,00	m*
Livello idrico di valle di progetto	$H_{v-p}$	95,30	m*
Salto idraulico di progetto	$dH$	3,70	m
<b>Vincoli idraulici</b>			
Salto tra due bacini	$D_h$	0,205	m
Battente sulla soglia del primo setto	$H_1$	1,00	m
Altezza della soglia dal fondo del bacino		0,20	m
<b>Dimensioni dei bacini</b>			
Lunghezza	$L$	2,50	m
Larghezza	$B$	1,80	m
<b>Dimensioni dei setti</b>			
Spessore	$S$	0,25	m
Altezza massima	$h$	1,40	m
Larghezza fessura laterale	$b$	0,24	m
<b>Dimensioni complessive</b>			
Numero di salti		18	#
Lunghezza minima complessiva		47	m
Pendenza media	$i$	7,9	%
Portata	$Q$	0,36	m <sup>3</sup> /s
Potenza volumetrica dissipata	$P_v$	148	W/m <sup>3</sup>

\* quote relative

Tabella 16: confronto tra i parametri di riferimento per il dimensionamento del passaggio per pesci e quelli in progetto

<b>Condizioni al contorno sito-specifiche</b>			
Livello idrico di monte di progetto	$H_{m-p}$	99,00	m*
Livello idrico di valle di progetto	$H_{v-p}$	95,30	m*
Salto idraulico di progetto	$dH$	3,7	m
<b>Vincoli/consigli da bibliografia (Regione Piemonte)</b>			<b>Valori di progetto</b>
Potenza specifica dissipata (Ciprinidi)	$E$	$\leq 150$ W/m <sup>3</sup>	148 W/m <sup>3</sup>
Potenza specifica dissipata (Salmonidi)	$E$	$\leq 200$ W/m <sup>3</sup>	
Dislivello per i ciprinidi (target)	$dH$	$\leq 20$ cm	20,5 cm
Dislivello per i salmonidi	$dH$	$\leq 25$ cm	
Larghezza minima fenditura	$s$	$> 20$ cm	24 cm
Lunghezza minima del bacino	$L_{B \min}$	1,4 - 1,5 m	2,50 m
Lunghezza dei bacini	$L$	$8-10 \times s$ (1,92 m - 2,40 m)	
Larghezza	$B$	$6-8 \times s$ (1,44 m - 1,92 m)	1,80 m
Profondità minima dei bacini	-	$> 60$ cm	1,10 m

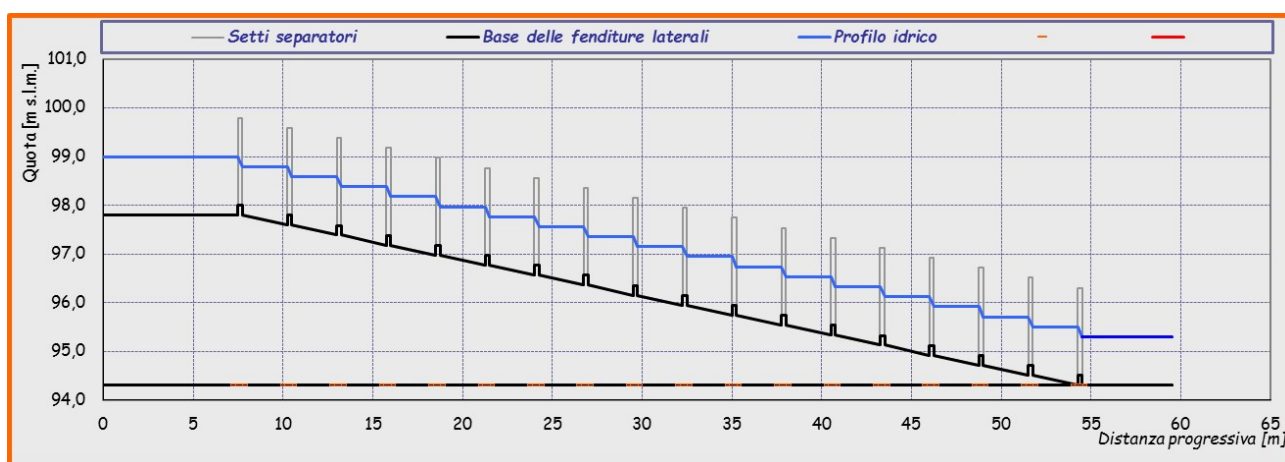


Figura 31: illustrazione del profilo idraulico del passaggio per pesci

Un accorgimento alla realizzazione del passaggio per pesci è la predisposizione dello stesso ad intasamenti dovuti alla presenza di trasporto solido.

Come per il precedente passaggio per pesci questa problematica viene affrontata utilizzando la tipologia “vertical slot” che, in questo contesto, è la tipologia che meno soffre dei fenomeni di trasporto solido e che viene considerata autopulente per via del flusso idraulico che si forma all’interno del bacino. Una ulteriore miglioria viene eseguita realizzando una parte del setto amovibile, per essere rimossa in caso di inghiamento ed agevolare gli interventi di pulizia del passaggio per pesci.

Tabella 17: geometrie dei setti del passaggio per pesci

Setto n°	Livelli idrici		Platea	Setto		
	Livello di monte	Livello di valle		Soglia di sfioro	Quota setto	H setto
1	99,00	98,79	97,80	98,00	99,40	1,40
2	98,79	98,59	97,59	97,79	99,19	1,40
3	98,59	98,38	97,39	97,59	98,99	1,40
4	98,38	98,18	97,18	97,38	98,78	1,40
5	98,18	97,97	96,98	97,18	98,58	1,40
6	97,97	97,77	96,77	96,97	98,37	1,40
7	97,77	97,56	96,57	96,77	98,17	1,40
8	97,56	97,36	96,36	96,56	97,96	1,40
9	97,36	97,15	96,16	96,36	97,76	1,40
10	97,15	96,94	95,95	96,15	97,55	1,40
11	96,94	96,74	95,74	95,94	97,34	1,40
12	96,74	96,53	95,54	95,74	97,14	1,40
13	96,53	96,33	95,33	95,53	96,93	1,40
14	96,33	96,12	95,13	95,33	96,73	1,40
15	96,12	95,92	94,92	95,12	96,52	1,40
16	95,92	95,71	94,72	94,92	96,32	1,40
17	95,71	95,50	94,51	94,71	96,11	1,40
18	95,50	95,30	94,30	94,50	95,90	1,40

#### 4.3.4 Rilascio del DMV

Al contrario della discontinuità A, non sono presenti strutture di rilascio del DMV o strutture adeguabili a questo scopo, ma solo l'apertura della traversa in cui è presente il passaggio per pesci esistente.

Questo paragrafo illustra: il calcolo dei parametri idrologici della sezione del corso d'acqua, il dimensionamento della gaveta di rilascio del DMV e la scala delle portate del nuovo passaggio per pesci in progetto.

#### 4.3.5 Metodo SIMPO

Come per la precedente discontinuità è stato applicato il metodo SIMPO, ricavando il bacino imbrifero e la relativa altitudine media (Figura 21) e l'afflusso meteorico annuo (Figura 22) e il conseguente calcolo delle superfici e della media pesata delle stesse. Risulta quindi:

Tabella 18: Valori ricavati per l'applicazione del Metodo SIMPO

Parametro		Valore
Afflusso meteorico annuo	$A_{med}$	1.431,66 mm
Area del bacino	$S$	464,71 Km <sup>2</sup>
Altitudine media	$H_{med}$	1.690,30 m

Da questi valori si ricavano conseguentemente i valori delle portate medie mensili illustrati in Tabella 19 e i valori di distribuzione nel corso di un anno (Tabella 20).

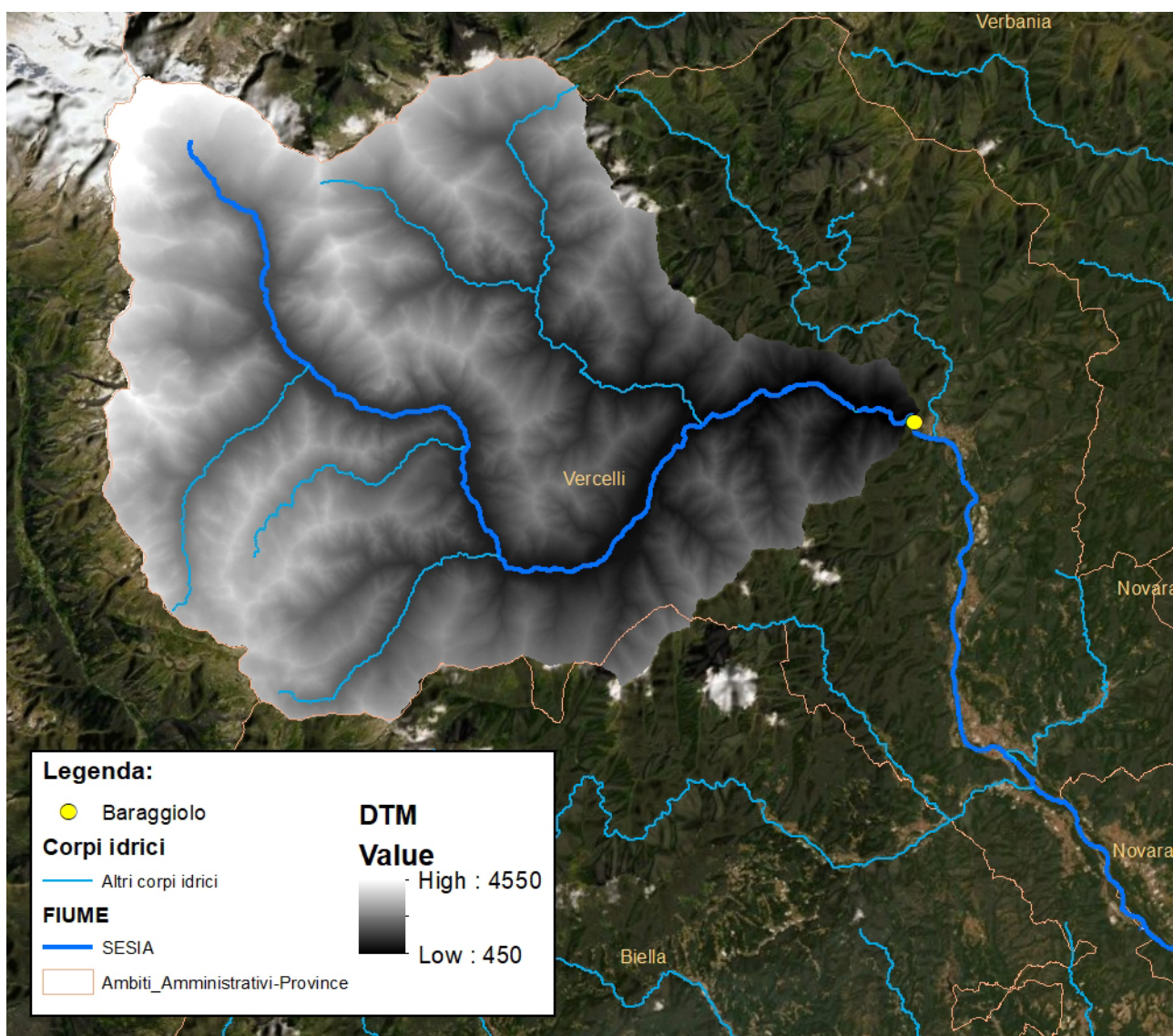


Figura 32: DTM rappresentativo del solo bacino imbrifero del Fiume Sesia alla sezione di chiusura



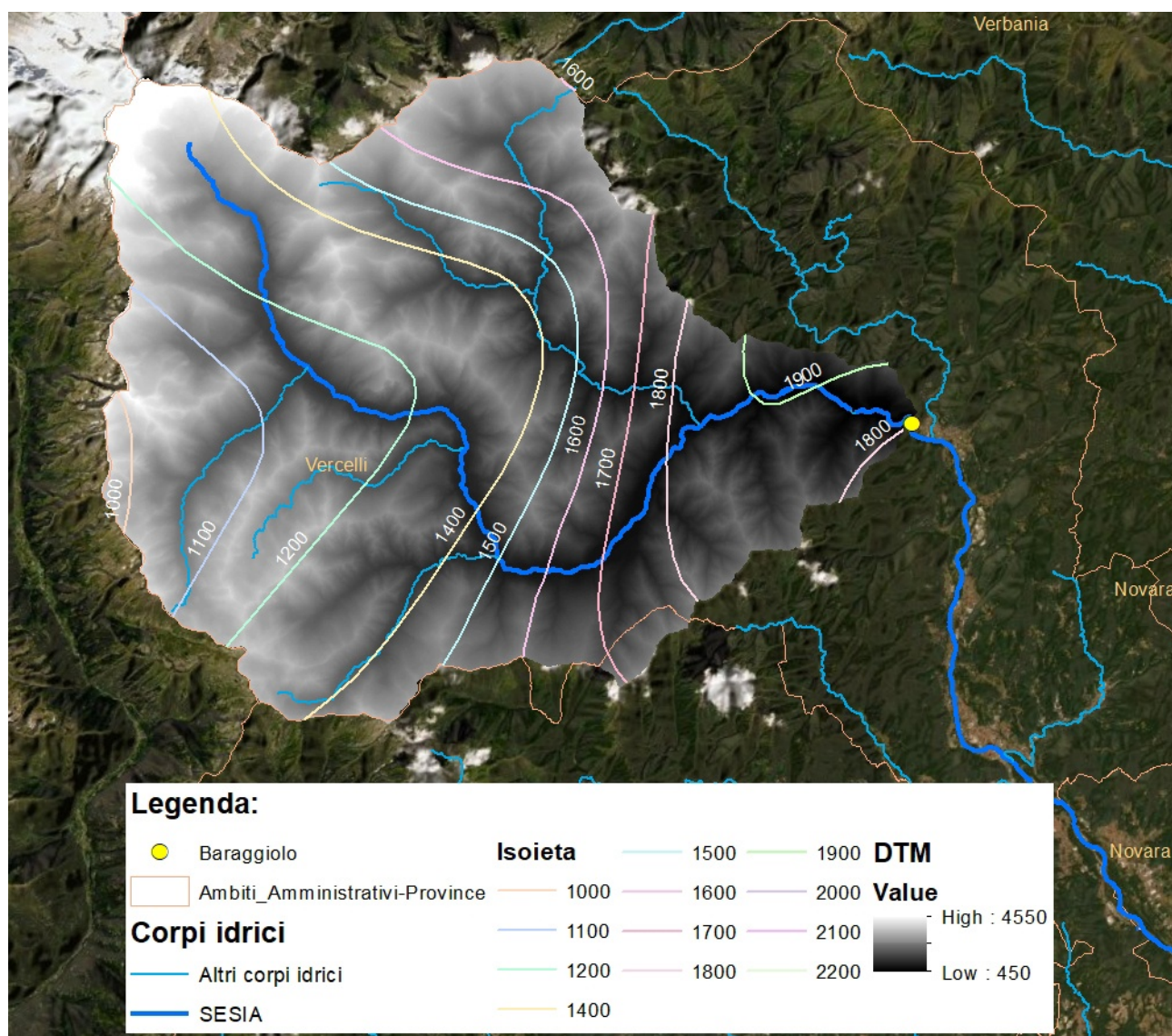


Figura 33: Isoiete del bacino imbrifero del Fiume Sesia alla sezione di chiusura

Tabella 19: Portata media mensile ricavate con il metodo SIMPO

Mese	Portate specifiche [L/s/km <sup>2</sup> ] medie mensili	Portata media mensile [l/s]	Portata media mensile [m <sup>3</sup> /s]
Gennaio	16,97	7.885,53	7,89
Febbraio	17,13	7.962,06	7,96
Marzo	22,20	10.316,31	10,32
Aprile	40,20	18.683,70	18,68
Maggio	67,11	31.186,61	31,19
Giugno	75,89	35.268,24	35,27
Luglio	51,03	23.713,49	23,71
Agosto	37,35	17.354,77	17,35
Settembre	38,05	17.680,13	17,68
Ottobre	55,55	25.816,48	25,82
Novembre	38,31	17.804,70	17,80
Dicembre	22,43	10.425,65	10,43

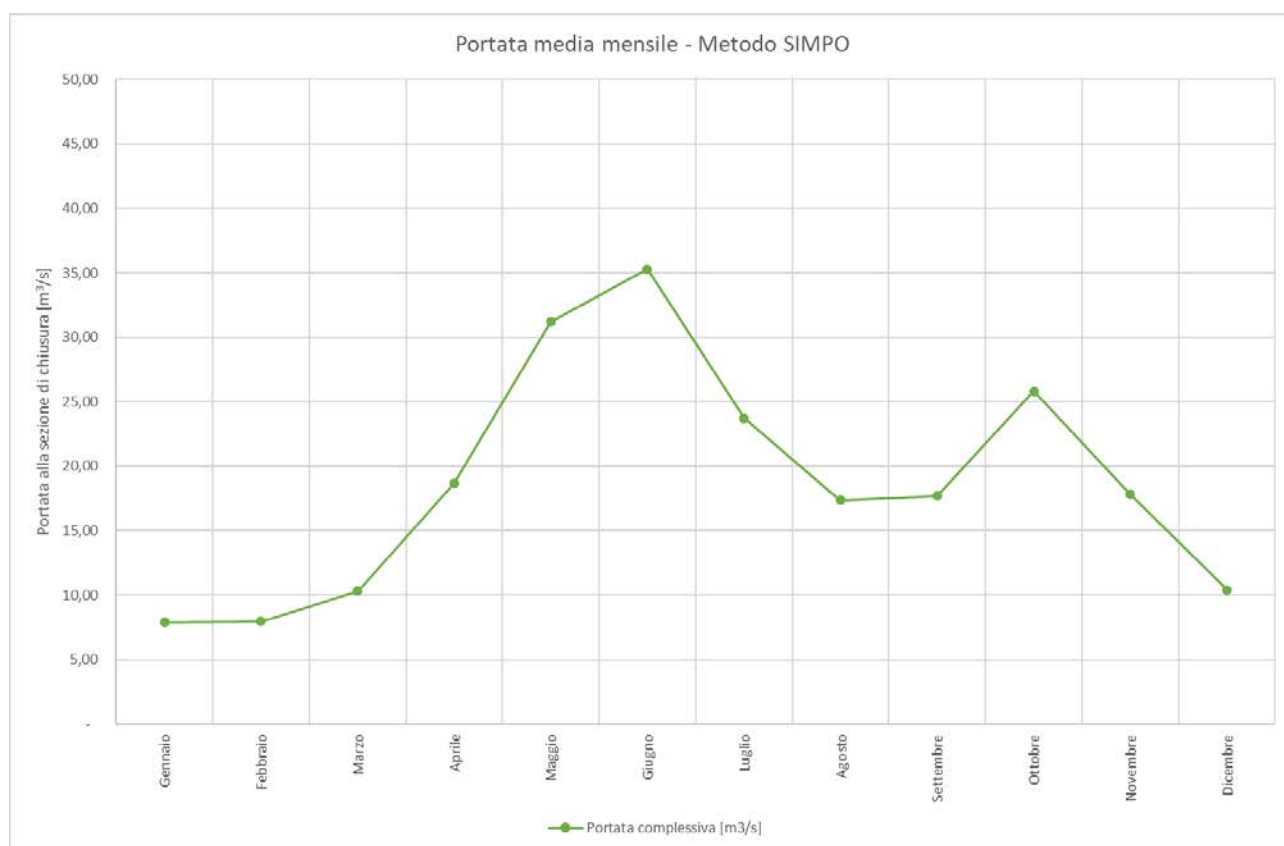


Figura 34: Andamento delle portate medie mensili ricavate alla sezione di chiusura con il metodo SIMPO

Tabella 20: Distribuzione delle portate ricavate con il metodo SIMPO

	<b>Portate specifiche [L/s/km²] di durata</b>	<b>Portata [l/s]</b>	<b>Portata [m³/s]</b>
Q <sub>10-s</sub>	121,48	56.453,47	56,45
Q <sub>91-s</sub>	49,16	22.844,04	22,84
Q <sub>182-s</sub>	26,60	12.362,13	12,36
Q <sub>274-s</sub>	16,51	7.674,39	7,67
Q <sub>355-s</sub>	10,55	4.903,21	4,90

Dalla distribuzione delle portate si può notare come il valore della Q<sub>355</sub>, sia superiore alla portata di DMV. Questo consente di stabilire che si avrà probabilmente sempre la portata nel fiume sufficiente per alimentare il passaggio per pesci e nel complesso per rilasciare la portata di DMV.

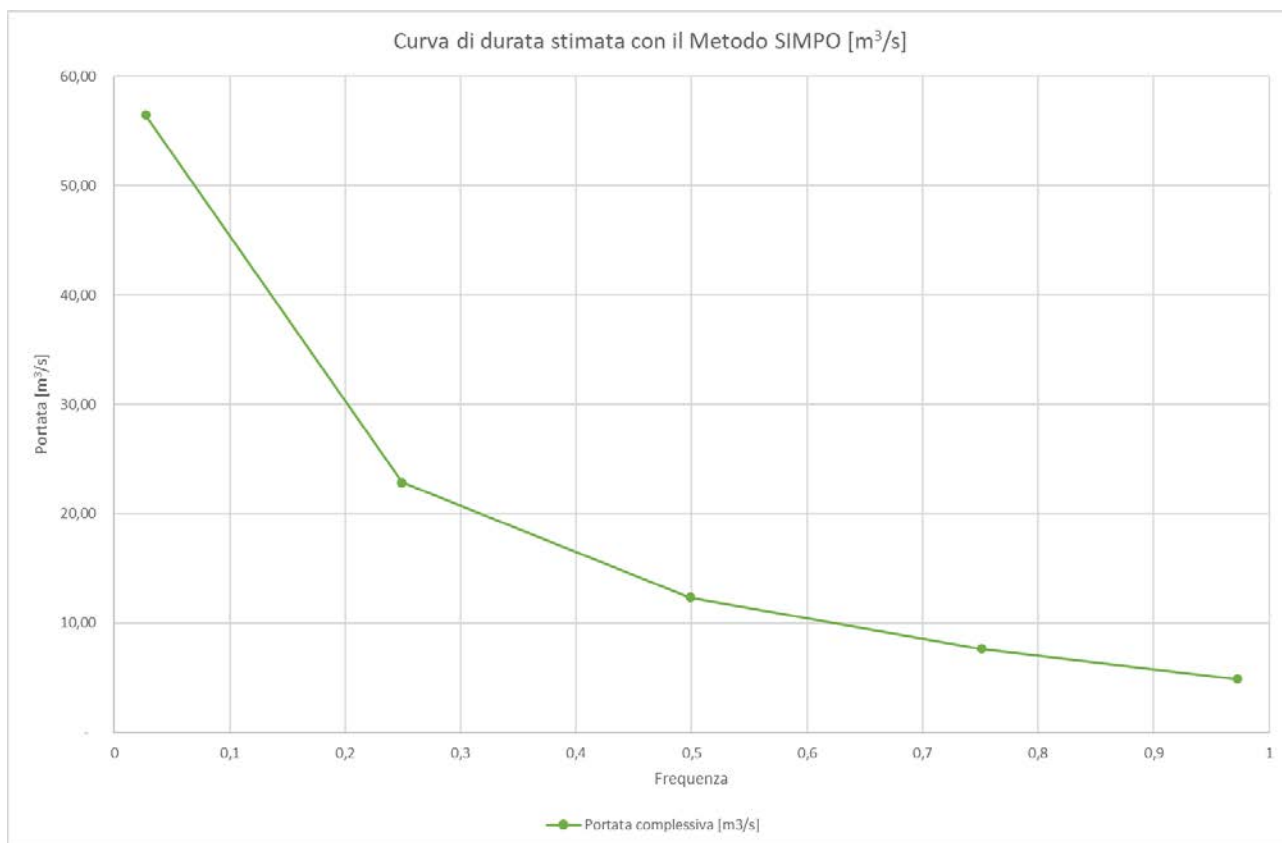


Figura 35: Curva di durata per la sezione di chiusura stimata con il metodo SIMPO

#### 4.3.6 Dimensionamento della luce di rilascio del DMV

Al contrario della discontinuità A, non sono presenti strutture di rilascio del DMV o strutture adeguabili a questo scopo, ma solo l'apertura della traversa in cui è presente il passaggio per pesci esistente.

È stata quindi prevista una luce di rilascio di un'ulteriore portata che integri la portata rilasciata dal passaggio per pesci, in questo modo la somma delle due portate costituisce la portata di DMV, pari a 2.026 l/s.

Questa portata, rilasciata in prossimità dell'imbocco di valle del passaggio per pesci (Figura 36, Figura 37 e Figura 38), consentirà l'incremento di visibilità del passaggio per pesci da parte della fauna ittica in risalita.

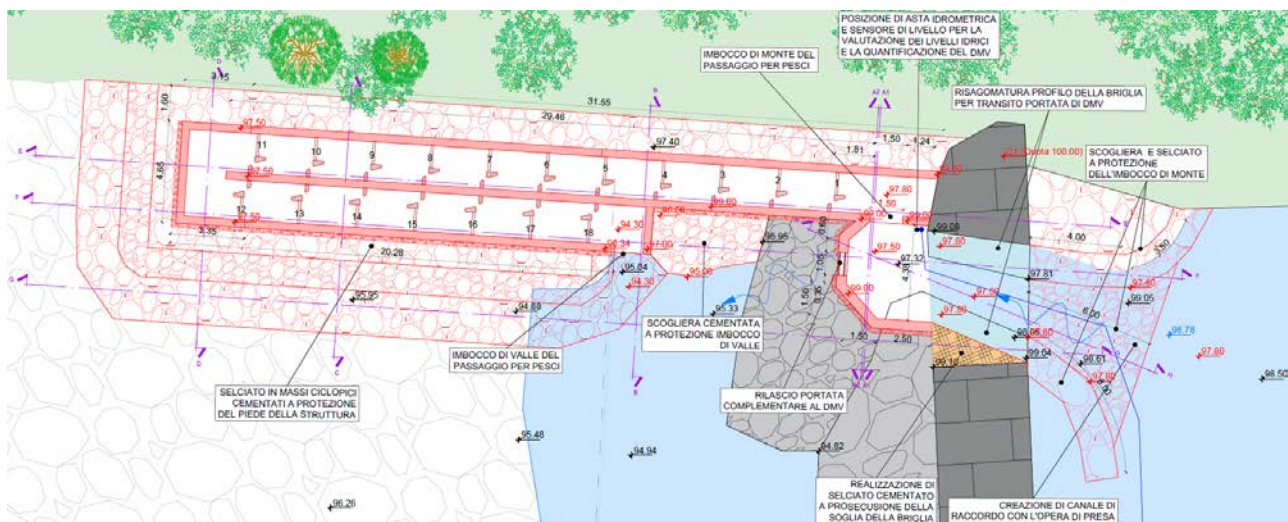


Figura 36: planimetria del passaggio per pesci in progetto estratto tavola C.2.3

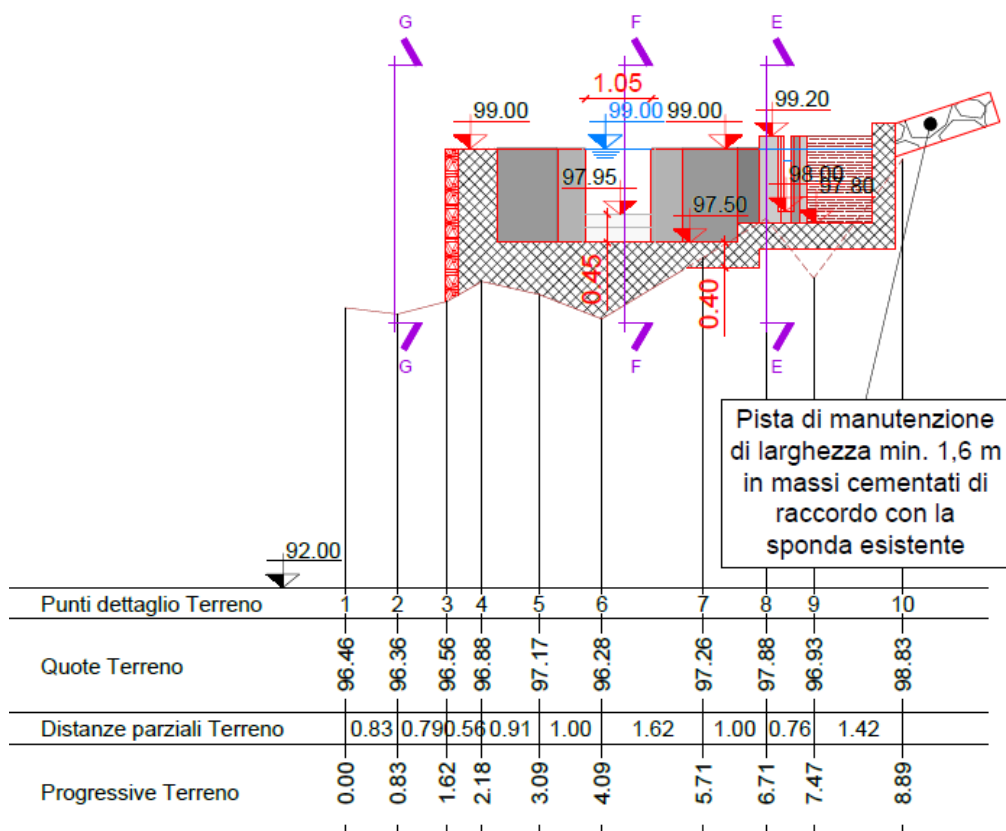


Figura 37: vista della sezione all'imbocco dell'opera, in sinistra il rilascio della portata complementare al DMV, in destra il passaggio per pesci, estratto tavola C.2.4



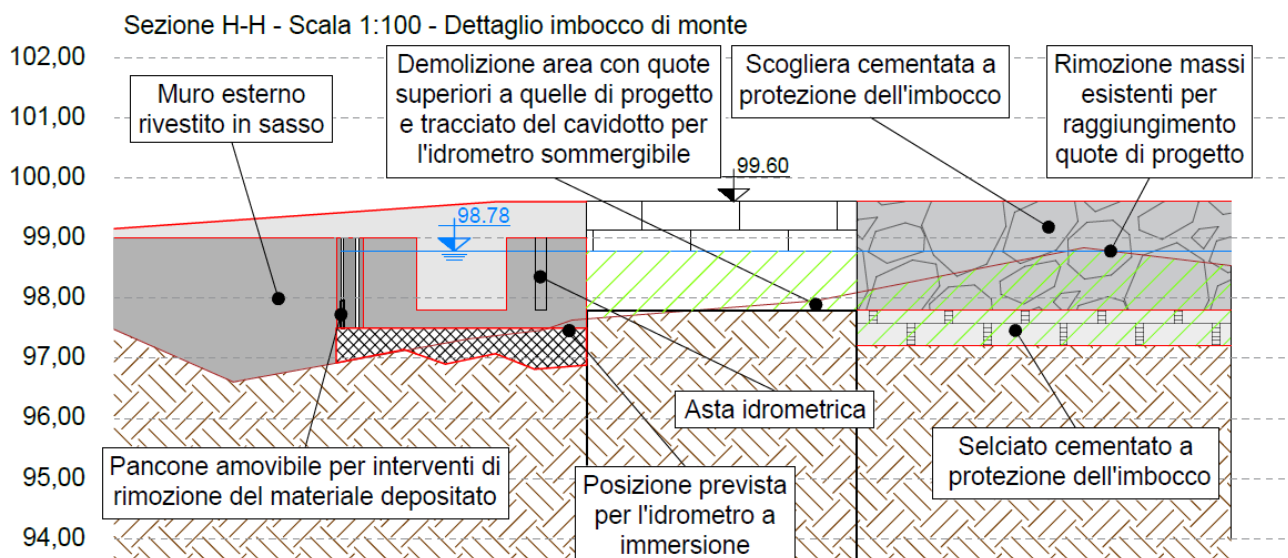


Figura 38: vista del profilo in corrispondenza della luce per il rilascio della portata complementare al DMV, estratto tavola C.2.4

Il livello di riferimento per il calcolo della portata di DMV utilizzato è quello presente all'interno del fiume in occasione del rilievo del 21 agosto 2019, in regime di magra, e pari a 98,78 m.

Per dimensionare la luce del passaggio per pesci è stata quantificata la portata transitante dal passaggio per pesci alla quota di riferimento, pari a 282 l/s. La luce in progetto per il rilascio della portata complementare al DMV dovrà quindi veicolare 1.744 l/s.

Per dimensionare tale opera è stata utilizzata la formula per il calcolo di una Bocca a stramazzo a parete sottile o di Bazin (Figura 39):

$$Q = \mu \cdot b \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{3/2}$$

Dove:

b è la larghezza della luce di passaggio delle acque;

h è il battente sulla soglia di sfioro;

p altezza dal fondo della soglia

H è il battente del a monte dello sfioratore ( $h+p$ );

$$\mu = \left(0,405 + \frac{0,003}{h}\right) \cdot \left(1 + 0,55 \cdot \frac{h^2}{H^2}\right)$$

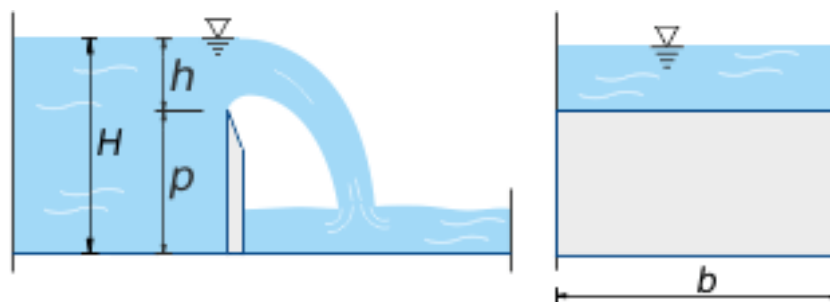


Figura 39: parametri geometrici nel calcolo di una Bocca a stramazzo a parete sottile o di Bazin (fonte: [www.oppo.it](http://www.oppo.it))

Dato: il livello idrico di monte (98,78 m), il livello di scorrimento del canale a monte dello sfioratore (97,50 m) sono stati fatti variare la quota dello sfioro e la larghezza della luce di passaggio delle acque fino al raggiungimento del valore di portata da rilasciare,

Il compromesso ottenuto vede la **quota di sfioro a 97,95 m e la larghezza della luce di 1,05 m**, come illustrato in Figura 37.

Questa soluzione permette il funzionamento del passaggio per pesci e del rilascio del DMV contemporaneamente producendo anche un effetto sinergico per via dell'effetto di attrazione della fauna ittica realizzato dalle acque rilasciate dalla portata complementare del DMV.

Nella seguente tabella (Tabella 21) sono illustrate la scala delle portate rilasciate dal passaggio per pesci e dalla luce per il rilascio complementare del DMV.

Tabella 21: scala delle portate rilasciate dalla traversa: passaggio per pesci e gaveta rilascio portata complementare del DMV

Quota livello idrico	Rilascio del DMV		Passaggio per pesci		Portata complessiva rilasciata l/s
	Battente su soglia (m)	Portata l/s	Battente su soglia (m)	Portata Passaggio per pesci l/s	
97,95	-	-	-	-	-
97,96	0,01	3	-	-	3
97,97	0,02	7	-	-	7
97,98	0,03	12	-	-	12
97,99	0,04	18	-	-	18
98,00	0,05	24	-	-	24
98,01	0,06	31	0,01	4	35
98,02	0,07	39	0,02	7	46
98,03	0,08	47	0,03	11	58
98,04	0,09	56	0,04	18	74
98,05	0,10	65	0,05	18	83
98,06	0,11	75	0,06	22	97
98,07	0,12	85	0,07	25	110
98,08	0,13	96	0,08	29	125
98,09	0,14	107	0,09	33	140
98,10	0,15	119	0,10	36	155
98,11	0,16	131	0,11	40	171
98,12	0,17	143	0,12	44	187
98,13	0,18	156	0,13	47	203
98,14	0,19	170	0,14	51	221
98,15	0,20	184	0,15	54	238
98,16	0,21	198	0,16	58	256
98,17	0,22	213	0,17	62	275
98,18	0,23	228	0,18	65	293
98,19	0,24	243	0,19	69	312
98,20	0,25	259	0,20	73	332
98,21	0,26	276	0,21	76	352
98,22	0,27	293	0,22	80	373
98,23	0,28	310	0,23	84	394
98,24	0,29	327	0,24	87	414
98,25	0,30	345	0,25	91	436
98,26	0,31	363	0,26	94	457
98,27	0,32	382	0,27	98	480
98,28	0,33	401	0,28	102	503
98,29	0,34	420	0,29	105	525
98,30	0,35	440	0,30	109	549
98,31	0,36	460	0,31	113	573
98,32	0,37	481	0,32	116	597
98,33	0,38	502	0,33	120	622
98,34	0,39	523	0,34	123	646
98,35	0,40	544	0,35	127	671
98,36	0,41	566	0,36	131	697

Quota livello idrico	Rilascio del DMV		Passaggio per pesci		Portata complessiva rilasciata l/s
	Battente su soglia (m)	Portata l/s	Battente su soglia (m)	Portata Passaggio per pesci l/s	
98,37	0,42	589	0,37	134	723
98,38	0,43	611	0,38	138	749
98,39	0,44	634	0,39	142	776
98,40	0,45	657	0,40	145	802
98,41	0,46	681	0,41	149	830
98,42	0,47	705	0,42	153	858
98,43	0,48	729	0,43	156	885
98,44	0,49	754	0,44	160	914
98,45	0,50	779	0,45	163	942
98,46	0,51	804	0,46	167	971
98,47	0,52	830	0,47	171	1 001
98,48	0,53	855	0,48	174	1 029
98,49	0,54	882	0,49	178	1 060
98,50	0,55	908	0,50	182	1 090
98,51	0,56	935	0,51	185	1 120
98,52	0,57	962	0,52	189	1 151
98,53	0,58	990	0,53	192	1 182
98,54	0,59	1 017	0,54	196	1 213
98,55	0,60	1 045	0,55	200	1 245
98,56	0,61	1 074	0,56	203	1 277
98,57	0,62	1 102	0,57	207	1 309
98,58	0,63	1 131	0,58	211	1 342
98,59	0,64	1 161	0,59	214	1 375
98,60	0,65	1 190	0,60	218	1 408
98,61	0,66	1 220	0,61	222	1 442
98,62	0,67	1 250	0,62	225	1 475
98,63	0,68	1 280	0,63	229	1 509
98,64	0,69	1 311	0,64	232	1 543
98,65	0,70	1 342	0,65	236	1 578
98,66	0,71	1 373	0,66	240	1 613
98,67	0,72	1 405	0,67	243	1 648
98,68	0,73	1 437	0,68	247	1 684
98,69	0,74	1 469	0,69	251	1 720
98,70	0,75	1 501	0,70	254	1 755
98,71	0,76	1 534	0,71	258	1 792
98,72	0,77	1 566	0,72	261	1 827
98,73	0,78	1 600	0,73	265	1 865
98,74	0,79	1 633	0,74	269	1 902
98,75	0,80	1 667	0,75	272	1 939
98,76	0,81	1 701	0,76	276	1 977
98,77	0,82	1 735	0,77	280	2 015
<b>98,78</b>	<b>0,83</b>	<b>1 769</b>	<b>0,78</b>	<b>283</b>	<b>2 052</b>
98,79	0,84	1 804	0,79	287	2 091
98,80	0,85	1 839	0,80	291	2 130
98,81	0,86	1 874	0,81	294	2 168
98,82	0,87	1 910	0,82	298	2 208
98,83	0,88	1 946	0,83	301	2 247
98,84	0,89	1 982	0,84	305	2 287
98,85	0,90	2 018	0,85	309	2 327
98,86	0,91	2 054	0,86	312	2 366
98,87	0,92	2 091	0,87	316	2 407
98,88	0,93	2 128	0,88	320	2 448
98,89	0,94	2 165	0,89	323	2 488
98,90	0,95	2 203	0,90	327	2 530
98,91	0,96	2 241	0,91	331	2 572
98,92	0,97	2 279	0,92	334	2 613
98,93	0,98	2 317	0,93	338	2 655
98,94	0,99	2 355	0,94	341	2 696

Quota livello idrico	Rilascio del DMV		Passaggio per pesci		Portata complessiva rilasciata l/s
	Battente su soglia (m)	Portata l/s	Battente su soglia (m)	Portata Passaggio per pesci l/s	
98,95	1,00	2 394	0,95	345	2 739
98,96	1,01	2 433	0,96	349	2 782
98,97	1,02	2 472	0,97	352	2 824
98,98	1,03	2 511	0,98	356	2 867
98,99	1,04	2 551	0,99	360	2 911
99,00	1,05	2 591	1,00	363	2 954

A monte del rilascio del DMV è prevista la posa di un idrometro (indicato in tavola D.2.1) per quantificazione del battente sulla soglia e di conseguenza delle portate rilasciate dal passaggio per pesci e dalla luce del DMV durante i periodi di magra.

La struttura sarà inoltre dotata di un **misuratore di livello idrico ad immersione** posizionato nel bacino a monte della luce di rilascio del DMV per quantificare le portate rilasciate come DMV. In sponda sinistra sarà installata la centralina di gestione ed il sistema di visualizzazione delle portate rilasciate.

In fase di progettazione esecutiva sarà valutata l'opportunità di inserire al posto dello sfioratore precedentemente dimensionato una paratoia a libro, integrata al misuratore di livello per la gestione del rilascio del DMV. Questa soluzione risulterebbe ottimale rispetto ad una struttura fissa in quanto permette la regolazione del livello di sfioro da remoto consentendo:

- la regolazione del DMV su tutti i livelli idrici di monte;
- l'abbattimento della paratoia in occasione degli eventi di piena per limitare gli effetti del trasporto solido e ridurre gli interventi di pulizia del canale a monte o del passaggio per pesci.

#### **4.3.6.1 Mantenimento in efficienza del rilascio della portata di DMV**

I principali fattori di riduzione dei livelli idrici presso la traversa, e di conseguenza della portata di DMV, che potranno verificarsi, sono da imputarsi alla distanza che si interpone con l'opera di presa e all'incile della stessa posizionato ad una quota di 96,50 m, inferiore alla soglia di rilascio del DMV (sia del passaggio per pesci che della luce di rilascio della portata complementare). In particolare si può verificare:

- la **sedimentazione di materiale nel canale**, realizzato all'interno dell'alveo (Figura 40), che le collega a seguito di eventi di piena e che riduce le portate veicolate alla traversa;
- nei periodi di magra, **uno squilibrio tra le portate derivate e quelle rilasciate dalla traversa**, che vede penalizzate le portate rilasciate.



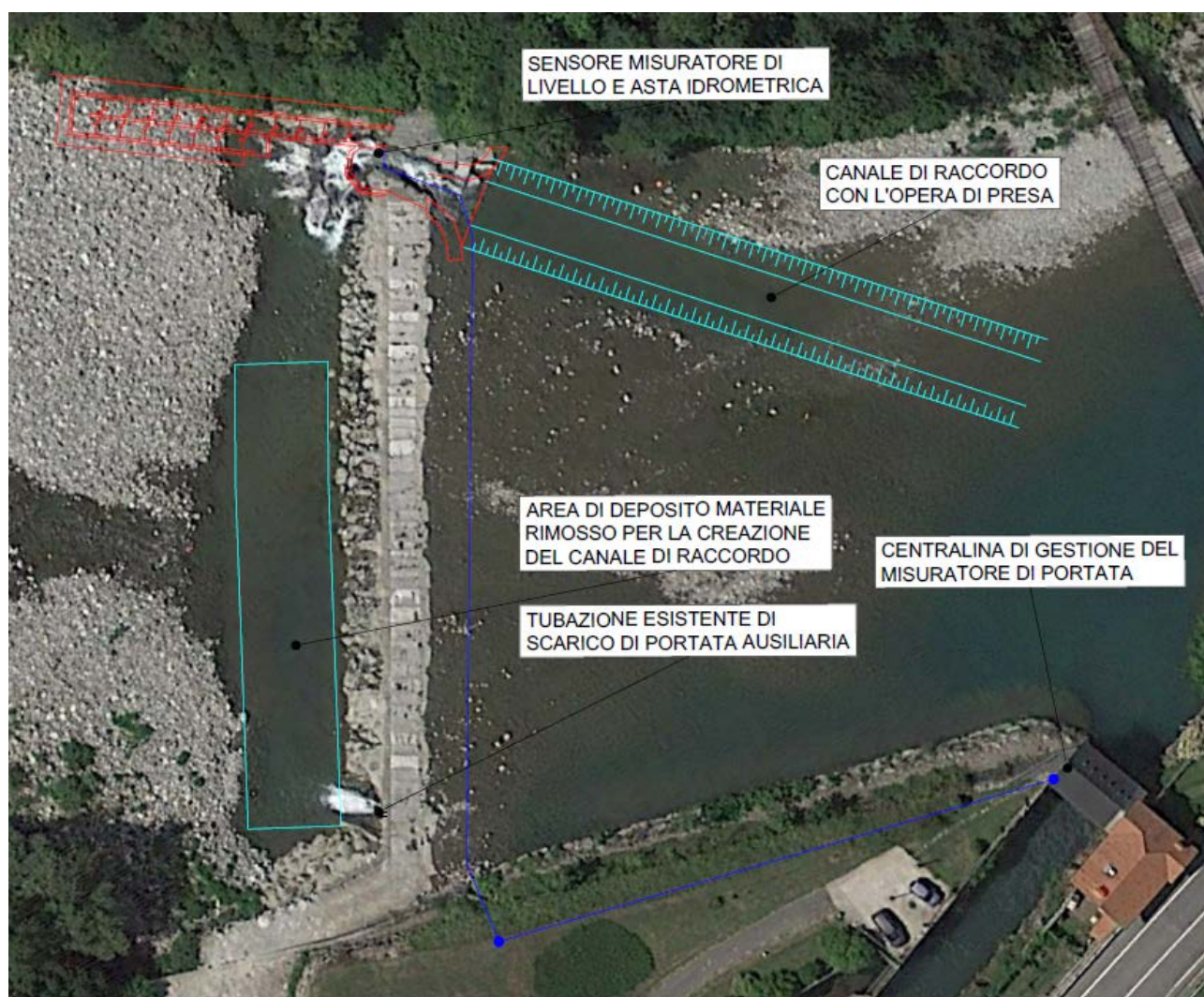


Figura 40: planimetria generale degli interventi in progetto, estratto tavola C.2.4

Per limitare l'incidenza degli eventi di deposito di materiale dovranno essere previsti dal derivatore (ed autorizzati dagli enti competenti) interventi di rimozione del materiale sedimentato nel canale di raccordo con l'opera di presa. Una soluzione temporanea, a seguito dell'intasamento del canale, consiste nella parzializzazione dell'opera di presa per produrre un incremento del livello idrico a monte della traversa e la riattivazione della portata che defluisce dall'opera in progetto.

Per quanto riguarda un eventuale squilibrio tra le portate derivate e quelle rilasciate dalla traversa, sarà necessario ridurre le portate prelevate agendo sulle paratoie all'imbocco del canale di derivazione.

#### 4.3.7 Compatibilità idraulica

Come descritto in precedenza, le opere in progetto sono state progettate per non interferire con il deflusso delle piene, in particolare:

- l'opera è realizzata all'esterno del flusso principale di scorrimento delle piene;
- non ci sono opere che incrementano la quota di sfioro della briglia in quel tratto;
- non vi sono opere in progetto che limitino il deflusso delle piene o che restringano l'alveo del fiume;
- la portata fluente dalla traversa, con il livello idrico alla quota della soglia di sfioro, viene incrementata per via della portata effluente dal passaggio per pesci e dalla luce per il rilascio

della portata complementare, aumentando la portata transitante sulla sezione rispetto allo stato attuale.

In virtù delle considerazioni precedentemente illustrate si può ritenere che *l'opera in progetto è idraulicamente compatibile con la piena del corso d'acqua.*

#### **4.3.8 Gestione specie esotiche**

A seguito degli eventi di piena del 2 e 3 ottobre 2020 le aree oggetto del cantiere sono state oggetto della rimozione o seppellimento delle specie erbacee, arbustive e persino arboree presenti e quindi non è possibile valutare, allo stato attuale, la presenza o meno *Buddleja davidii*.

Data il suo potenziale ingresso nelle aree di cantiere, sulla base delle citate Linee Guida di Regione Piemonte ("*Linee Guida per la gestione e controllo delle specie esotiche vegetali nell'ambito di cantieri con movimenti terra e interventi di recupero e ripristino ambientale*"), al fine di evitare che durante l'esecuzione dei lavori, soprattutto durante la movimentazione di terra del cantiere, si creino delle condizioni che possano favorire l'insediamento dell'esotica, particolarmente aggressiva in condizioni di superficialità dei suoli in quanto specie pioniera, dovranno essere osservate le seguenti misure di contenimento:

- **Corso d'opera:**
  - decespugliamento da eseguirsi n. 3 volte/anno nel periodo maggio-settembre, qualora durante il cantiere si osservi la presenza della specie;
  - il materiale di risulta dovrà essere preferibilmente incenerito o opportunamente smaltito;
- **Ripristino:**
  - l'inerbimento di tutte le aree di suolo scoperto utilizzando preferibilmente specie erbacee autoctone adatte ai diversi tipi di terreno,
  - dato l'impiego di scogliere, parte della semente/fiorume potrebbe essere impiegato in modo diffuso anche sulla superficie dei sassi considerando il potenziale sviluppo di vegetazione tra gli interstizi; tale eventualità potrà essere valutata in sede di direzione dei lavori.
- **Post-operam per un periodo di 5 anni:**
  - nelle aree in cui si osserva un ricaccio della specie, dovrà essere svolto il decespugliamento della vegetazione da eseguirsi n. 3 volte/anno nel periodo maggio-settembre per cinque anni, per un totale complessivo di n. 15 interventi per i 5 anni post intervento;
  - il materiale di risulta dovrà essere preferibilmente incenerito o opportunamente smaltito.

#### **4.3.9 Interferenze con le opere in progetto e problematiche del cantiere**

Le interferenze con le opere in progetto sono costituite da:

- la presenza delle acque del fiume e le relative problematiche connesse alla variazione dei livelli (giornalieri e stagionali) e alle cadute;
- la presenza di un cavidotto a monte della traversa che limita l'utilizzo di mezzi con uno sbraccio molto alto.

Per l'esecuzione dell'opera dovrà essere prevista realizzazione di due ture a protezione del cantiere, una a valle ed una a monte, l'attraversamento dello stesso a valle e la realizzazione di una savanella per l'abbassamento delle acque a valle della traversa.

## 5 TEMPISTICHE PER LA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli interventi in progetto sono collocati all'interno dell'alveo del fiume Sesia e i relativi cantieri saranno quindi soggetto dei livelli del fiume e delle variazioni di portata. Tale condizione impone, come per la maggior parte dei lavori sui corsi d'acqua montani, di **realizzare le opere nel periodo invernale** dove le portate risultano essere inferiori e le escursioni del livello del fiume dovute agli eventi meteorici risultano essere modeste. Questo concetto è illustrato dall'andamento delle portate medi mensili rappresentate nelle seguenti figure (Figura 41 e Figura 42) per la stazione di Campertogno, sul F. Sesia (situata a monte delle aree oggetto degli interventi) e la stazione di Varallo sul Torrente Mastallone situata in prossimità della confluenza dello stesso e collocata tra le due discontinuità.

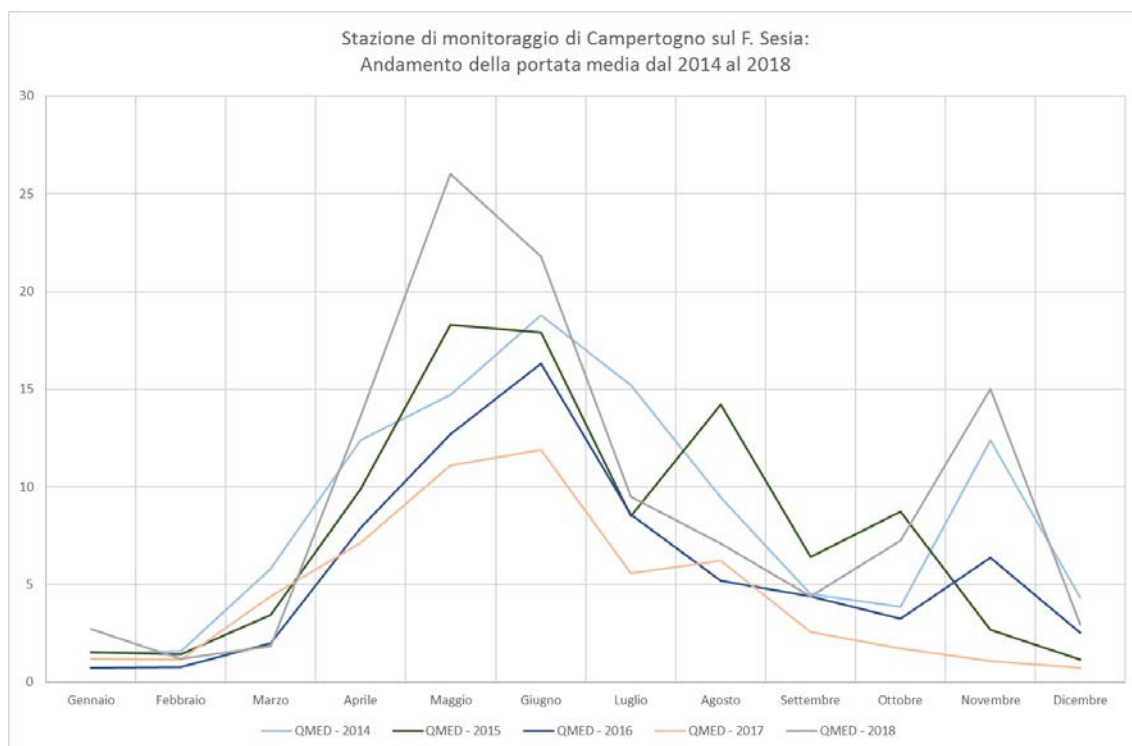


Figura 41: andamento delle portate medie presso la stazione di monitoraggio di Campertogno sul Fiume Sesia



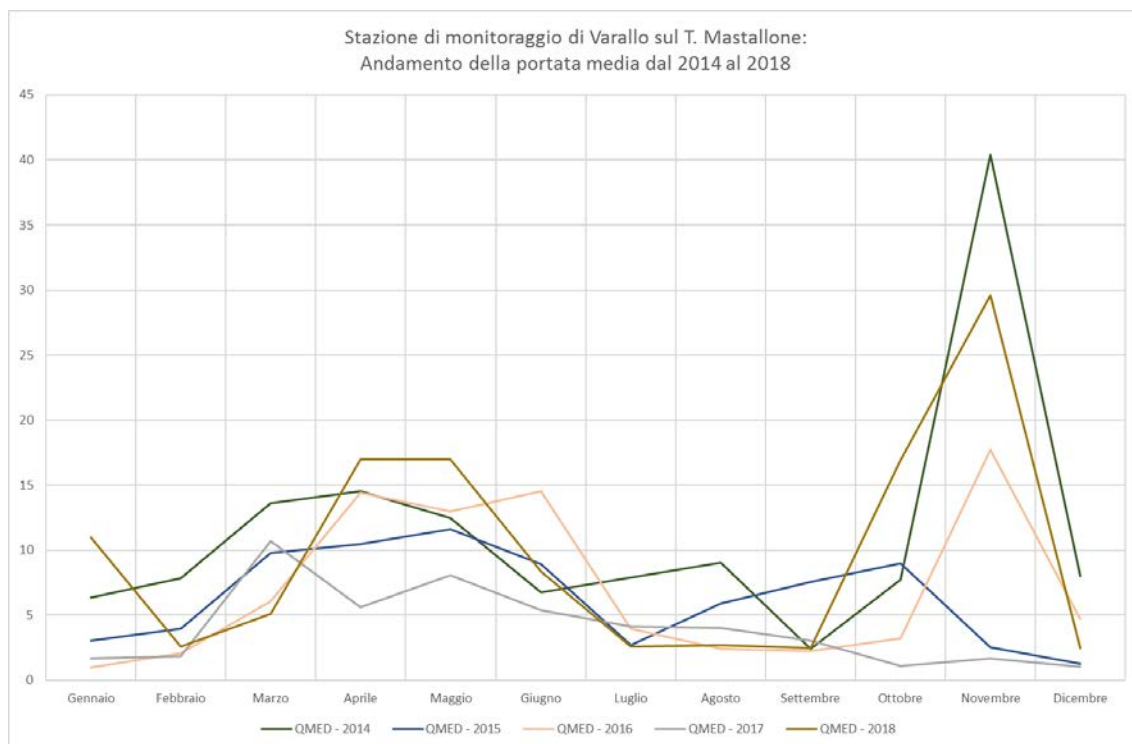


Figura 42: andamento delle portate medie presso la stazione di monitoraggio di Varallo sul Torrente Mastallone

## 6 QUADRO ECONOMICO

Nella seguente tabella (Tabella 22) viene illustrato il quadro economico di spesa delle opere in progetto e le somme a disposizione.

Tabella 22: Quadro economico di progetto

<i>Voce di prezzo</i>	<i>Lavorazione</i>	<i>PROGETTO ESECUTIVO</i>	
A	Discontinuità A	€	209.644,60
B	Discontinuità B	€	200.886,71
C	<i>Totale lavorazioni (A+B)</i>	€	<b>410 531,31</b>
D	Di cui oneri per la sicurezza	€	8 199,09
E	<i>Totale lavorazioni appalto (C-D)</i>	€	<b>402 332,22</b>
<i>Somme a disposizione</i>			
F	IVA sui lavori	€	90 316,89
G	Acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi, lavori in economia e imprevisti	€	5 188,80
H	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	€	11 200,00
I	Spese per verifica preventiva dei progetti, indennità RUP e collaboratori, spese indizione gara d'appalto, pubblicazioni e varie	€	5 563,00
L	Recupero della fauna ittica per le operazioni di cantiere	€	1 500,00
M	<i>Totale somme a disposizione</i>	€	<b>113 768,69</b>
N	<i>TOTALE (C+M)</i>	€	<b>524 300,00</b>

Morazzone, dicembre 2020

Ing. Stefano Molinari

