REGIONE LIGURIA
PROVINCIA DI IMPERIA
Comune di Pornassio



IMPIANTO IDROELETTRICO CON DERIVAZIONE DAL RIO SANTA LUCIA LOCALIZZATO NEL COMUNE DI PORNASSIO (IM)

PROGETTO DEFINITIVO

Oggetto

Relazione sulla scala di rimonta per l'ittiofauna

Gruppo di progettazione

E.T.A. Research
energiaterritorioambiente
Via XI settembre, n.73
12011 - Borgo San Dalmazzo (CN)
Tel/Fax: 0171.60.30.59
e-mail: info@eta-research.com
web: www.eta-research.com

Dott. Ing. Andrea Demaria
Iscrizione all'albo A1945
tel 392 9216521
andrea.demaria@eta-research.com

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1945 Dott. Ing. Andrea Demaria

Dott. Ing. Paolo Gossa
Iscrizione all'albo A1964
tel 348 8962431
paolo.gossa@eta-research.com

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1964 Dott. Ing. Paolo Gossa

Committente

Cavalleri Alma - Richermo Mattia

Dati progetto

CODICE LAVORO	FASE PROGETTO	TIPOLOG.DOCUMENTO	N.ELABORATO
C16_46	DF	RT	02

ELABORATO
Ri.01

REVISIONE	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE
01	Settembre_2016	Screening	Demaria	Gossa	Gossa
02					

INDICE

PREMESSA *1*

1 DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA D'INTERVENTO *1*

2 DIMENSIONAMENTO DELLA "FISH RAMP" *4*

2.1 Verifica idraulica del sistema scala di rimonta – stramazzo superficiale **5**

2.2 Verifica idraulica del sistema scala di rimonta – velocità nelle singole vasche **6**

2.3 Verifica idraulica del sistema scala di rimonta – verifica dissipazione di energia **7**

2.1 Funzionamento della scala e della derivazione **10**

3 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE STRUTTURE DI RIMONTA *12*

PREMESSA

Il progetto è relativo ad un piccolo impianto idroelettrico in località Ponti di Pornassio nel Comune di Pornassio. Attualmente è presente un vecchio edificio già adibito nel passato a mulino del grano.

I proponenti intendono riattivare l'opera idraulica per la produzione di energia elettrica, recuperando un salto idraulico su Rio S. Lucia da cui proveniva l'acqua nel passato.

Nella presente si riportano i progetti dei dispositivi idraulici atti al rilascio delle portate nella zona di presa ed il progetto della scala di rimonta per l'ittiofauna.

A seguito si riportano le richieste integrative pervenute dalla Regione Liguria relative alla scala di rimonta per l'ittiofauna.

1 DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA D'INTERVENTO

A seguito delle richieste integrative e dopo un'attenta analisi, si è variata la geometria dei dispositivi di rilascio sulla scala di rimonta per l'ittiofauna.

Vista la configurazione planimetrica ed altimetrica della zona di presa si è optato per una rampa di rimonta per l'ittiofauna di tipo "fish ramp", le quali prevedono un impatto ambientale decisamente inferiore rispetto alle classiche scale di rimonta a bacini successivi in calcestruzzo.

Le fish ramp sono rampe in pietrame che interessano solo parzialmente la larghezza dello sbarramento da adeguare; a differenza delle bottom ramp, che usualmente vengono impiegate per sistemare ostacoli senza derivazione, nelle fish ramp solo una quota parte della portata in arrivo alla traversa viene impiegata per alimentare il passaggio (ad es. DMV o sua frazione).

Anche in questo caso l'obiettivo è quello di simulare le condizioni idrauliche che possono ritrovarsi in un corso d'acqua (rapida o tratto a pendenza più elevata di quella dell'alveo principale).

La fish ramp va integrata direttamente nell'ostacolo, procedendo usualmente con un intervento di parziale demolizione del coronamento del manufatto esistente per realizzare una sezione dedicata al deflusso delle portate assegnate al passaggio.

Indicativamente tale sezione andrà dimensionata, nel caso di traverse con opera di presa, per i valori di portata che mediamente viene rilasciata a valle per più giorni consecutivi nell'anno (ad es. DMV o sua frazione), facendo sfiorare sulla rimanente porzione del coronamento le portate residue (ad es. in occasione di morbide).In generale si utilizzano sezioni di larghezza pari almeno a 2 m, con pendenza media del 2-4%, arrivando a valori più elevati nel caso di realizzazione a bacini successivi con soglie in

massi (boulder bars); i tiranti idrici anche in questo caso dovranno orientativamente essere almeno pari a 30-40 cm.

Per la localizzazione della fish ramp valgono le considerazioni specificate nel capitolo dedicato alla corretta ubicazione del passaggio, considerando che in questo caso lo sviluppo del dispositivo è previsto in alveo, usualmente in adiacenza ad una sponda, con il lato verso il centro alveo separato da quest'ultimo mediante un setto/muro in cls. Si evidenzia che per questa tipologia di passaggio, a differenza della bottom ramp che coinvolge l'intera larghezza dell'alveo, va comunque posta particolare attenzione alla corretta ubicazione dell'imbocco di valle; infatti le limitate pendenze della fish ramp (analoghe a quelle delle bottom ramp) richiedono uno sviluppo a valle dello sbarramento che può essere anche di diverse decine di metri; mentre per le bottom ramp ciò non rappresenta un problema perché la rampa "ingloba" l'ostacolo integralmente, per le fish ramp sussiste il rischio di localizzare troppo a valle dell'ostacolo l'imbocco del passaggio rispetto al piede dello sbarramento, inficiandone così la fruibilità.

Qualora l'altezza dello sbarramento da superare possa determinare tale problematica, va innanzitutto considerata la possibilità di ridurre la lunghezza della rampa utilizzando la tipologia costruttiva a boulder bars, ossia realizzando una serie di bacini successivi del tipo pool and weir che consente di operare con pendenze di fondo del 5-6%. Inoltre, se l'alveo è di limitata larghezza, potrà essere valutata l'opportunità di realizzare a valle dello sbarramento una soglia in massi non valicabile dall'ittiofauna (H = 40-50 cm) disposta in modo da indirizzare l'ittiofauna verso l'imbocco del passaggio, impedendo l'ulteriore risalita in alveo verso il piede dello sbarramento esistente. Qualora quanto sopra non sia applicabile, un'ulteriore tecnica può consistere nell'evitare uno sviluppo rettilineo del passaggio, facendolo ripiegare su sé stesso con un percorso tale da consentire di posizionare l'imbocco di valle al piede dello sbarramento.

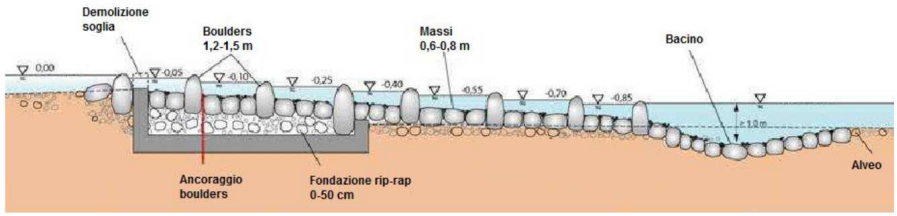


Figura 1. Esempio di "fish ramp".

In generale la tipologia di fish ramp maggiormente utilizzata è quella a soglie in massi (boulder bars) che suddivide l'ostacolo da superare in più bacini successivi. Tale soluzione permette di operare con pendenze più elevate, e quindi con costi più contenuti. Spesso viene proposta in sostituzione dei

passaggi tecnici pool and weir, utilizzando larghezze inferiori ai 2 m, e divenendo di fatto un passaggio tecnico in cui i setti, anziché in cls o altro materiale, sono realizzati in massi (boulders). In tal caso, dal momento che il deflusso da un bacino al successivo non può essere esattamente regolato come invece nel caso di setti con fenditure e stramazzi in cls, le condizioni di deflusso nel passaggio dovranno essere adeguatamente testate nella fase di realizzazione, potendo richiedere anche una serie di aggiustamenti successivi. In generale le fish ramp sono strutture sensibili alle variazioni dei livelli idrici di monte e va sempre assicurato che un aumento dei tiranti non determini velocità eccessive nel passaggio; ciò viene usualmente garantito dimensionando opportunamente la sezione di monte in modo che all'aumento della portata in arrivo allo sbarramento la portata in eccesso rispetto a quella assegnata al passaggio possa defluire lungo l'intero coronamento dello sbarramento.

In ogni caso è preferibile prevedere che il deflusso da un bacino al successivo avvenga mediante fenditure verticali libere realizzate tra i boulders, meno sensibili alle variazioni di livello rispetto agli stramazzi.

I valori di Dh e velocità della corrente nel passaggio tra ciascun bacino, nonché le dimensioni del singolo bacino andranno progettate basandosi sui criteri definiti per i passaggi tecnici del tipo a bacini successivi



Figura 2. Zona di posizionamento della scala di rimonta per l'ittiofauna.

2 DIMENSIONAMENTO DELLA "FISH RAMP"

Lateralmente alla presa a trappola, in sponda destra idrografica, è prevista la realizzazione del passaggio per l'ittiofauna. Il progetto della presente struttura di risalita per l'ittiofauna risulta necessaria al fine di permettere all'ittiofauna e alle specie acquatiche abitanti il Rio S. Lucia di superare l'ostacolo creato dalla briglia esistente. Dato il particolare contesto ambientale in cui si colloca l'intervento, si è scelta una soluzione progettuale che ben si inserisca in tale paesaggio, pertanto piuttosto che un passaggio per pesci "tecnico" si è preferito pensare un passaggio di concezione "naturalistica".

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

Il corpo dell'opera sarà costituito da 12 vasche posizionate in sponda destra e messe in comunicazione tra loro attraverso un sistema di aperture a stramazzo lungo la faccia in comune (stramazzo superficiale). Gli stramazzi verranno sfalsati geometricamente lungo la discesa della scala per generare zone di calma dove l'ittiofauna potrà riposarsi lungo la sua risalita.

In ogni singolo tratto il dislivello tra il pelo libero dell'acqua a monte ed il successivo a valle, rispetto alla soglia, si stabilizzerà sui 18 cm. Le vasche avranno una profondità di 40 cm, la larghezza interna delle vasche in pietrame, a rivestimento terminato, risulterà essere di circa 130 cm. Il fondo è costituito da piccolo ciottolame tale da ricreare un ambiente naturale e il più possibile vicino alle preferenze delle specie presenti. Si prevede di realizzare l'intera opera in materiale lapideo tale che possa rendere al minimo l'impatto sull'ambiente.

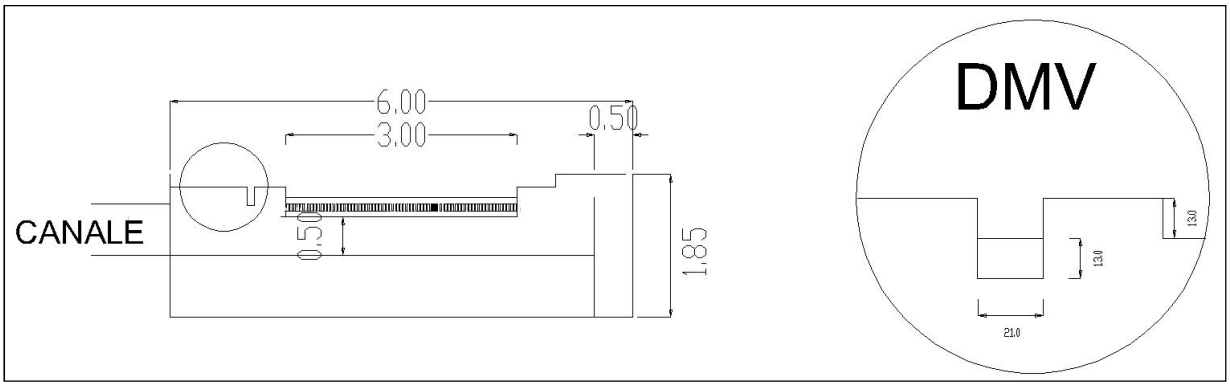


Figura 3. Sezione dello stramazzo per la scala di rimonta, e sezione verticale sulla presa a trappola.

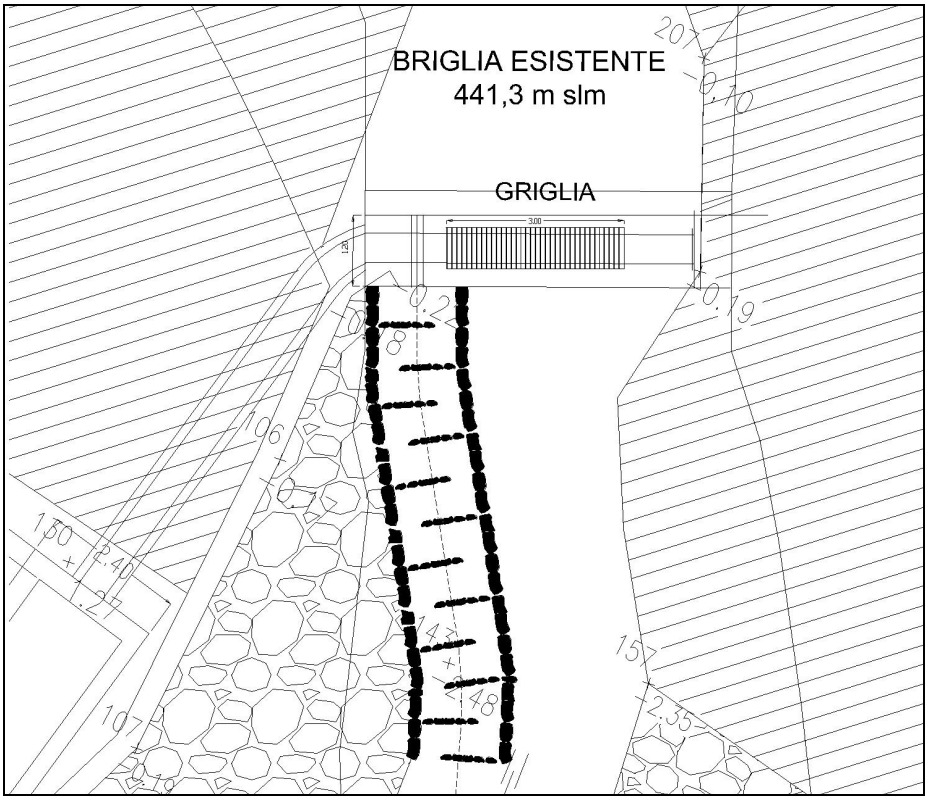


Figura 4. Planimetria della scala di rimonta

2.1 Verifica idraulica del sistema scala di rimonta – stramazzo superficiale

La larghezza dello stramazzo è pari a 0,21cm (circa il 7% della larghezza della presa a trappola). Il rapporto tra le larghezze dello stramazzo alimentante la scala di rimonta entro la quale scorre il DMV e la larghezza della bocca di presa è un parametro che regola la modulazione dei rilasci della presa rispetto al DMV base. Il calcolo della bocca di alimentazione è stato effettuato utilizzando la formula dello stramazzo a larga soglia con sezione rettangolare:

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

dove:

- μ = coefficiente di deflusso relativo allo stramazzo (scelto pari a 0,41);
- L= larghezza dello stramazzo (0,21m);
- h= tirante idrico presente nello stramazzo prima dell'inizio della derivazione (0,13 m).

Pertanto, applicando i suddetti valori alla formula precedentemente riportata, si ottiene che sarà complessivamente rilasciata prima che sia consentita la possibilità di derivare acqua dall'impianto:

$$Q = 0{,}41 \cdot 0{,}13 \cdot 0{,}21 \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}13} = 0{,}018\ m^3/s = 18l/s$$

Dalla relazione sopra citata si può affermare che la velocità all'interno dello stramazzo risulta:

$$u = \mu \cdot \sqrt{2gh} = 0{,}47 \text{m/s}$$

nella sezione di larghezza L e altezza h.

2.2 Verifica idraulica del sistema scala di rimonta – velocità nelle singole vasche

All'interno delle singole vasche, nel momento in cui lo sfioratore superiore sul coronamento della traversa risulta attivo, transiterà la portata compresa tra 18l/s e 42l/s.

La velocità che si genererà all'interno di ogni singola vasca sarà definita come:

$$V = Q / \Omega$$

Dove:

- Q = portata transitante all'interno della vasca;
- Ω = area della vasca perpendicolare alla corrente

Nel caso in esame si ha:

$$\Omega = (0{,}40 * 1{,}30) = 0{,}52\ m^2$$

Viste le caratteristiche di ogni singola vasca si verifica che la velocità che si verrà a generare all'interno risulterà compresa nel seguente range 0,035m/s-0,080m/s. Alla luce delle considerazioni riportate si può affermare che l'opera in progetto risulta atta a garantire la risalita delle specie ittiche con particolare attenzione alla specie target, in quanto, dato che le velocità in all'interno delle singole vasche sono compatibili con le capacità natatorie degli esemplari anche di piccole dimensioni.

2.3 Verifica idraulica del sistema scala di rimonta – verifica dissipazione di energia

La struttura di risalita risulta necessaria per permettere all'ittiofauna e alle specie acquatiche abitanti il Rio S. Lucia di superare l'ostacolo creato dalla traversa.

Alla luce di quanto sopraesposto la tipologia di passaggio di rimonta artificiale adottato è una rampa "fish ramp" nella quale il dimensionamento viene eseguito come nelle scale tecniche ti tipo "a bacini successivi". Il dimensionamento del passaggio artificiale per l'ittiofauna è fatto secondo la D.G.P. n. 746-151363 del 18.07.2000 – CRITERI TECNICI PER LA PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DEI PASSAGGI ARTIFICILI PER L'ITTIOFAUNA, utilizzata in Piemonte, ma valevole anche per le popolazioni ittiche di altre regioni. In particolare si sono utilizzate le metodologie descritte in "Fish Passes design, dimensions and monitoring" DVWK, FAO,2002 a cui si rimanda per un maggiore approfondimento sui passaggi per l'ittiofauna. Uno schema di funzionamento del passaggio è riportato in figura dove l'opportuna sistemazione di massi all'interno del passaggio permette di avere correnti lente senza la presenza di discontinuità del fondo.

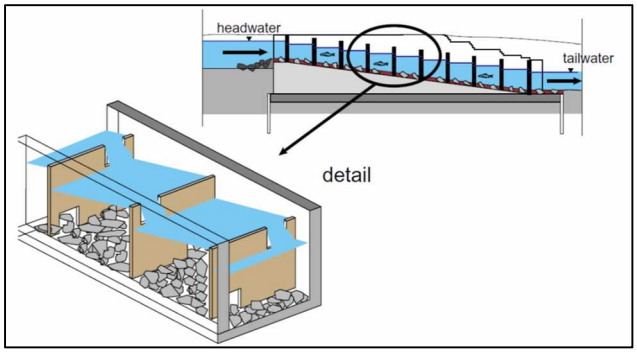


Figura 5. Schema tipo della scala di rimonta

Considerando che la portata transitante all'interno del passaggio è variabile da circa 18 l/s a 42l/s si è verificata la dissipazione energetica all'interno delle vasche nelle due condizioni.

	Tipologia a bacini successivi		
Larghezza scala	b	1,30	m
Interasse vasca	lb	0,70	m
Dislivello tra bacini	Δh	0,18	m
Numero vasche necessarie	n	12	-
Altezza med dentro vasca	hmin	0,40	m
Spessore parete bacino	d	0,1	m

Tabella 1. Caratteristiche tecniche della scala di rimonta

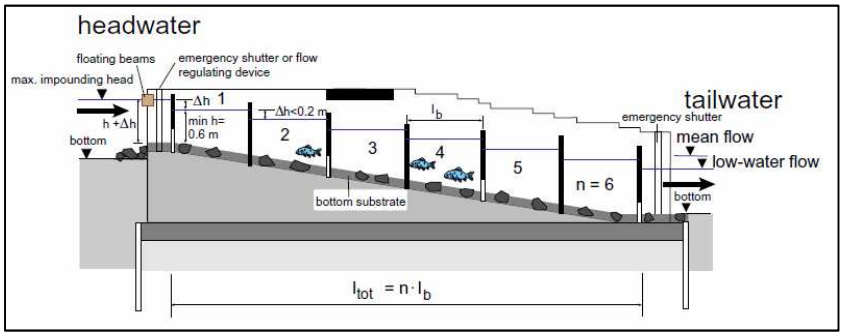


Figura 6. Sezione longitudinale tipo della scala di rimonta

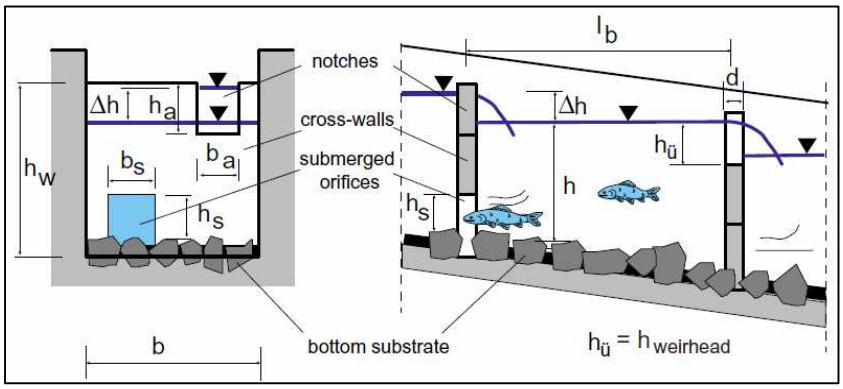


Figura 7. Particolari idraulici di funzionamento della scala

In generale viene considerata una soglia di 150 W/m³, che nel caso di zone prettamente salmonicole può essere portata a 200 W/m³ (Larinier 1992). Tali condizioni assicurano all'interno del bacino una corrente priva di turbolenze. Per facilitare la rimonta della scala sono stati effettuati dei passaggi di fondo in ogni singolo bacino. Per quanto riguarda le portate transitanti all'interno dei bacini, risulta che generalmente l'energia dissipata all'interno del bacino premette il transito di tutte le specie. Nel dettaglio si riportano le equazioni adottate per il dimensionamento dei singoli bacini. La difficoltà di passaggio dei migratori aumenta con la turbolenza e l'aerazione esistente nel bacino di calma.

Un indicatore semplice del livello di agitazione nei bacini è la potenza dissipata volumica che si esprime con la:

$$Pv = \frac{\rho * g * Q * \Delta H}{V}$$

Dove:

- Pv potenza dissipata volumica (W/m³);
- ρ massa volumica dell'acqua (1000 kg/m³);

- g accelerazione della gravità (alle nostre latitudini g = 9,81 m/s^2);
- Q portata nei passaggi (m^3/s);
- ΔH salto fra i due bacini (m);
- V volume di acqua contenuto nel bacino (m^3);

Questo criterio permette di determinare il volume di acqua minima da contenere dentro un bacino se si fissa il salto e la portata. La potenza volumica riveste un'importanza fondamentale in quanto da un lato determina l'energia della vena dell'acqua che transita nelle vasche e che deve essere smorzata, in letteratura questa energia è stata valutata intorno al valore di 150 W*m^3/s. Questi valori si riferiscono anche a pesci di taglia piccola anche se l'obiettivo principale è quello di non ostacolare la risalita dei riproduttori, i quali in genere sono di taglia maggiore. Occorre anche considerare che i pesci in genere sono in grado di percepire delle variazioni di velocità molto ridotte e cercano in genere le zone più favorevoli alla loro risalita come vicinanza di pareti, zone di scollamento dell'acqua dalle pareti o soglie, ecc. per cui la soluzione prescelta risulta la più adatta. I salti fra bacini sono scelti innanzitutto in funzione della capacità di nuoto e di salto delle specie ittiche. Il passaggio dei migratori sarà tanto più agevolato quanto più è ridotta la differenza di livello fra i due bacini. In questo specifico caso si è adottato un salto di 18 cm tra i singoli bacini. Conviene inoltre evitare fenomeni di cortocircuito dell'acqua, ossia passaggi diretti di un getto a forte velocità da un bacino a quello seguente il che non consentirebbe una sufficiente dissipazione dell'energia del getto di acqua. Perciò è bene che i salti di acqua siano posti ad estremi opposti dei setti di separazione fra le vasche di dissipazione. All'opposto i getti di acqua non devono urtare troppo violentemente le pareti delle vasche in quanto ciò può disturbare il comportamento dei migratori e compromettere così l'efficacia dell'opera. Assumendo il volume dei bacini come descritto in precedenza, le dimensioni di quest'ultimi dipenderanno dalle condizioni idrodinamiche della vena dell'acqua, ossia dalla sua configurazione e dall'orientamento del getto, fattori che sono legati alla forma e dimensioni delle luci oltre che al salto esistente fra un bacino e l'altro.

La energia che può essere smaltita da ogni vasca è data da:

$$P_v = \frac{\rho g \Delta h Q}{b h_m (l_b - d)}$$

Le dimensioni adottate per i bacini permettono dunque di smaltire una portata pari 18 l/s in condizioni di potenza volumetrica pari 76 W/m^3.

La medesima scala permette di smaltire una portata pari 42 l/s in condizioni di potenza volumetrica pari 177 W/m^3.

2.1 Funzionamento della scala e della derivazione

Si riporta a seguito la distribuzione delle portate tra la scala di rimonta per l'ittiofauna e la derivazione idroelettrica.

Battente su stramazzo scala	Battente su bocca di presa	Q rilasciata sulla scala	Q derivata	Q stramazzante a valle della briglia	Q naturale
[cm]	[cm]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0	-	0	-	-	0
1	-	0	-	-	0
2	-	1	-	-	1
3	-	2	-	-	2
4	-	3	-	-	3
5	-	4	-	-	4
6	-	6	-	-	6
7	-	7	-	-	7
8	-	9	-	-	9
9	-	10	-	-	10
10	-	12	-	-	12
11	-	14	-	-	14
12	-	16	-	-	16
13	0	18	0	-	18
14	1	20	5	-	25
15	2	22	15	-	38
16	3	24	28	-	53
17	4	27	44	-	70
18	5	29	61	-	90
19	6	32	80	-	112
20	7	34	101	-	135
21	8	37	123	-	160
22	9	39	147	-	186
23	10	42	172	-	214
24	11	45	199	-	244
25	12	48	226	-	274
26	13	51	250	5	306

Tabella 2. Distribuzione delle portate in arrivo alla presa

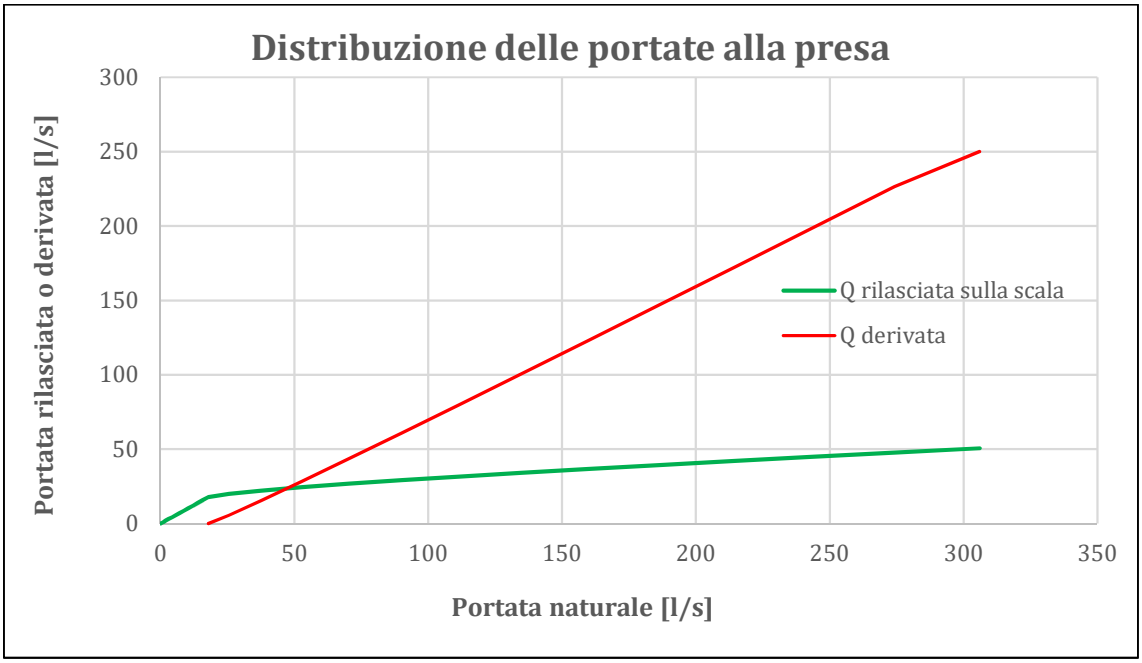


Figura 8. Distribuzione delle portate in arrivo alla presa di derivazione.

3 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE STRUTTURE DI RIMONTA

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

- Costruzione di una scala di risalita per l'ittiofauna realizzata in sponda destra e appoggiata sulla roccia esistente definendone un impatto ambientale limitato.
- Il rilascio fino a 42l/s è previsto transitante completamente dalla scala di rimonta per l'ittiofauna, la parte eccedente verrà sfiorata dalla traversa.
- La scala di risalita sarà permanentemente in funzione, questo permetterà alle specie di compiere le migrazioni necessarie per la riproduzione o anche solo per scopi trofici in qualsiasi periodo dell'anno.
- In corrispondenza dell'immissione nel torrente il fondo permette di indirizzare la corrente, evitare un'eccessiva dispersione laterale e mantenere una velocità del flusso che risulti attrattiva per le specie.
- Le velocità all'interno della scala per l'ittiofauna risulta sempre inferiore a 0,7 m/s all'interno del primo stramazzo posto sul coronamento della traversa, all'interno delle vasche la velocità media che si instaurerà sarà sempre inferiore a 0,08m/s.
- Alla luce delle considerazioni riportate si può affermare che le opere in progetto risultano atte a garantire la risalita delle specie ittiche, in quanto, dato che le velocità in corrispondenza degli stramazzi sono compatibili con le capacità natatorie degli esemplari medi a maggior ragione lo saranno nelle zone di calma che si verranno a creare all'interno dei bacini o lungo la rampa di risalita per le anguille.

Cuneo, 13/09/2016