Committente:

VALBELLA SRL
Via Duca D'Aosta 53 - 13011 BORGOSESIA (VC)

VALBELLA S.R.L.
Via Duca D'Aosta, 53
13011 BORGOSESIA (VC)
P. IVA 02603350022

PROGETTO DEFINITIVO

Impianto mini-idroelettrico con potenza pari a 490 kW sul Torrente Valbella in Comune di Cravagliana (VC)

AII.3

PROGETTO DI PASSAGGIO PER PESCI
(scala di risalita)

COMMESSA:
PRIV003_2015

DATA :
FEBBRAIO 2018

REVISIONE:

PROGETTAZIONE:

Ing. Marco FAUDA PICHET

Via Duca D'Aosta, 53 - BORGOSESIA (VC)
Tel. +39 0163 21773 - Fax +39 0163 27345
e-mail: studio.fauda@studiofauda.com

ORDINE DEGLI INGEGNERI PROVINCIA DI BIELLA
DOTT. ING. FAUDA PICHET MARCO
Sez. A settore: a) civile e ambientale
n. A439

Ing. Vincenzo NECCHI

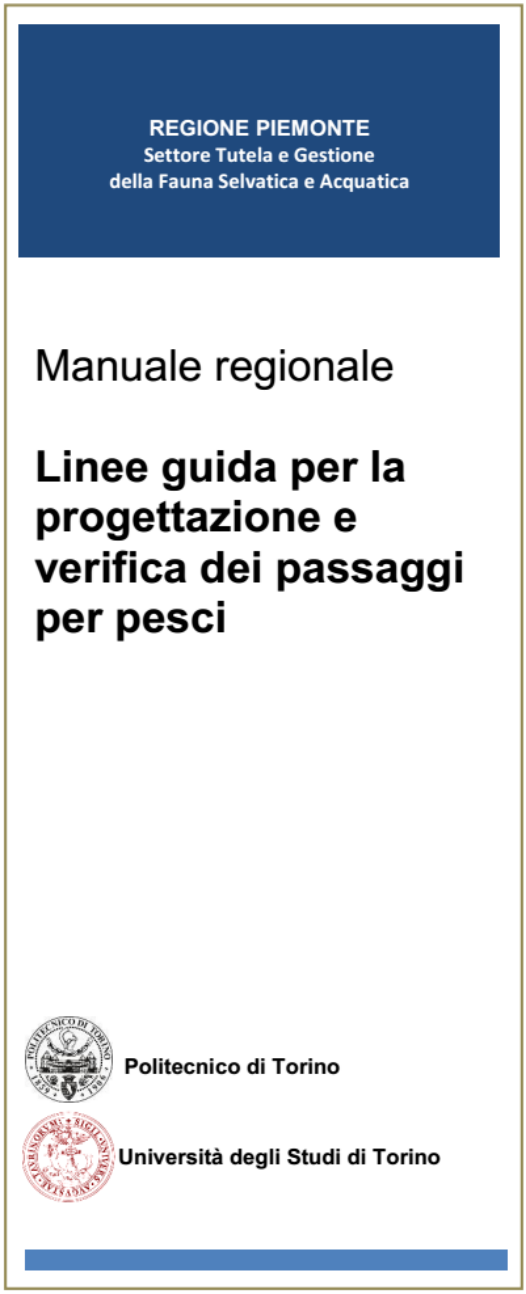
Piazza Italia snc - Mandello del Lario (LC)
Tel. +39 0341 700508 - Cell. +39 335 5445424
e-mail: vincenzo@triqeco.it

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI LECCO
DOTT. ING. VINCENZO NECCHI
LAUREA SPECIALISTICA - SEZIONE A
SETTORI A - B - C
ANNO DI ISCRIZIONE 2001
N° 623

ID. FILE:
H:\Autocad2000\Idroelettrico\Valbella_Cravagliana\Progetto\Definitivo\INTEGRAZIONI 2018

Sommario

1. Premessa 2
2. Individuazione della tipologia di pesce target e relative caratteristiche di "confort idraulico" 2
3. Portate disponibili per il passaggio per pesci 3
4. Scelta della tipologia di passaggio per pesci, in funzione del salto da realizzare. 4
5. Calcolo delle portate e dei livelli nel manufatto 4
6. Calcolo della gaveta del DMV 7
7. Funzionamento del passaggio per pesci nelle differenti situazioni di portata defluente. 8
8. Programma di manutenzione ordinaria e straordinaria del manufatto 9



1. Premessa

Questa relazione progettuale fa riferimento al manuale regionale "Linee guida per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci" (nel seguito "LINEE GUIDA") redatto dalla Regione Piemonte-Settore Tutela e Gestione della Fauna Selvatica e Acquatica, in collaborazione con il Politecnico di Torino e l'Università degli studi di Torino, di cui si riporta il frontespizio per maggior chiarezza.

Si è fatto anche riferimento alla pubblicazione della Provincia di Cuneo "LA REALIZZAZIONE DI PASSAGGI ARTIFICIALI PER PESCI: Suggerimenti per la progettazione" del 2014, che da suggerimenti molto utili per la progettazione e consente la verifica della stessa.

2. Individuazione della tipologia di pesce target e relative caratteristiche di "confort idraulico"

Con riferimento alle LINEE GUIDA, si individua l'aerea di pertinenza dell'intervento in progetto come facente parte della zona Z1, e sub-area al confine tra la zona Z1.1 e Z1.2.

L'intervento è altresì al confine tra la zona alpina, caratterizzata da temperature massime estive dell'acqua inferiori a 10°C e la zona salmonicola, caratterizzata da temperature massime estive tra 10°C e 15 °C.

Pur essendo trota fario l'unico esemplare presente nel tratto di interesse del progetto, in quanto immesso a scopo alieutico, in conformità alle suddette LINEE GUIDA faremo riferimento alla Trota Marmorata come specie target, come esplicitamente richiesto al capitolo 4.

Dalle LINEE GUIDA si deduce che essa può essere utilizzata per la scelta dei valori dei parametri della struttura ai fini progettuali ed esecutivi.

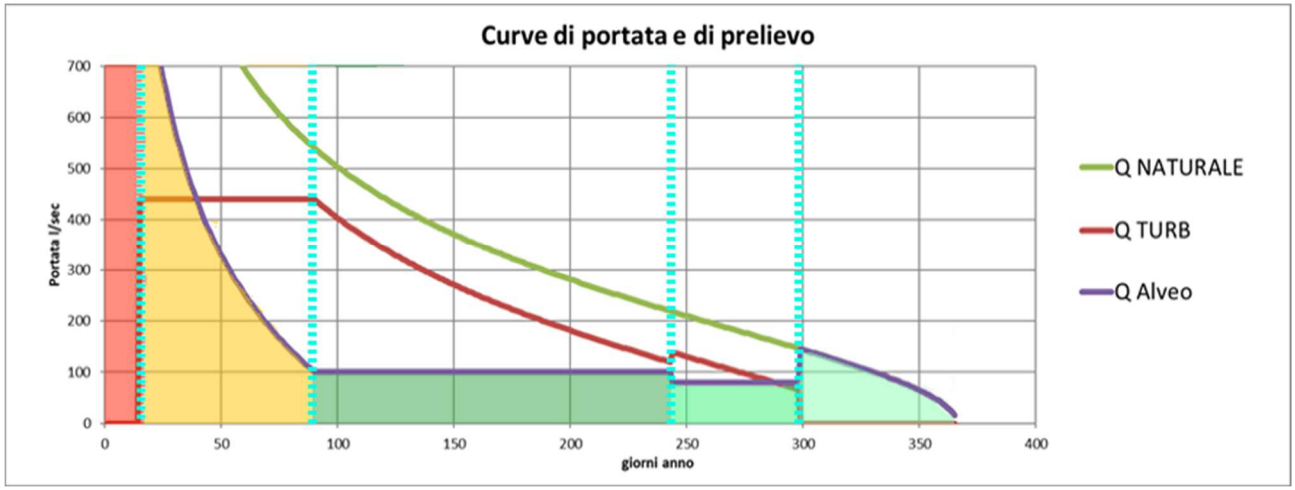
Salmo (trutta) marmoratus è l'unico salmonide sicuramente autoctono a livello regionale ed è la specie, insieme al temolo, che meglio rappresenta le zone montane inferiori e pedemontane dei corsi d'acqua alpini. Le sue capacità natatorie sono assimilabili a quelle della trota fario, salmonide

introdotto, in coabitazione con Salmo (trutta) marmoratus od unica specie nei tratti superiori di gran parte dei corsi d'acqua alpini.

Per questa tipologia di pesce, le LINEE GUIDA impongono salti massimi inferiori o uguali a 25 cm. Si è scelto quindi di attestarsi su questo valore di salto tra una vasca e la successiva, dovendo per motivi di integrazione estetica ridurre il più possibile le dimensioni complessive del manufatto.

3. Portate disponibili per il passaggio per pesci

Nel grafico che segue, si riassume la curva di portata statistica calcolata per il punto di chiusura del bacino imbrifero attraverso la metodologia suggerita da Arpa Piemonte (metodo Renerfor).



La quantità staticamente disponibile in alveo è quella denominata "Q Alveo", derivata dalle portate disponibile cui vengono sottratte le portate derivate, al netto del DMV modulato.

Per tali portate si individuano 5 periodi (non cronologicamente consecutivi, naturalmente) facilmente distinguibili:

1° periodo: la portata disponibile equivale al DMV pari a 100 l/sec. (Durata stimata 154 giorni/anno)

2° periodo: la portata disponibile equivale al DMV pari a 80 l/sec. (Durata stimata 55 giorni/anno)

3° periodo: la portata equivale alla portata di magra del torrente, e va da un massimo di 145 l/sec ad un minimo di 15 l/sec. (Durata stimata 67 giorni/anno)

4° periodo: La portata è superiore al DMV ma inferiore a 1500 l/sec (Durata stimata 75 giorni/anno)

5° periodo La portata in alveo è superiore a 1500 l/sec e può arrivare a valori di piena. (Durata stimata 14 giorni/anno).

Il passaggio dei pesci lavorerà con una quantità di acqua costante, con portata di 50 l/sec quando è disponibile come portata naturale, cioè statisticamente per più di 350 giorni all'anno. Sarà realizzato un sistema di alimentazione della scala che permetterà ai pesci di accedere alla zona a monte della

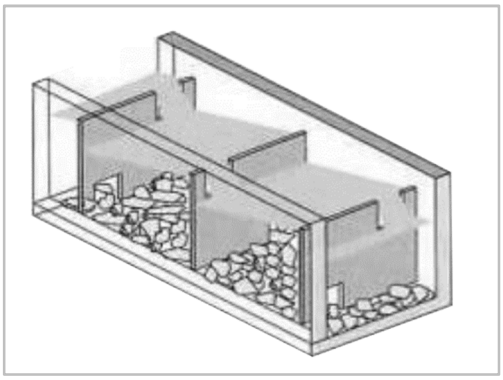
briglia esistente e contemporaneamente garantirà una portata costante attraverso la scala stessa pari a 50 l/sec. Questa portata andrà sommata a quella passante per una gaveta a soglia variabile, per garantire che il DMV complessivo sia quello richiesto (80, 100 o 120 l/sec in funzione del periodo dell'anno).

4. Scelta della tipologia di passaggio per pesci, in funzione del salto da realizzare.

Si sarebbe voluto optare per una scala di tipo naturalistico, tipo "Fish ramp", come da capitolo 6.2 delle linee guida, ma il salto di circa 4 metri e le imposizioni relative al massimo dislivello tra bacini successivi porterebbero alla realizzazione di un manufatto di grande importanza volumetrica, che ci spinge ad optare per una costruzione in calcestruzzo più compatta e quindi meglio inserita dal punto di vista dell'impatto visivo.
Si è dunque deciso di progettare il passaggio per pesci con la tecnica "Pool and Weir", come descritto dalle linee guida:

Passaggi a bacini successivi generalmente in muratura con setti divisori in muratura, legno o metallo con 1 stramazzo (ed eventualmente 1 orifizio sul fondo). Gli stramazzi devono risultare parzialmente rigurgitati evitando fenomeni di "plunging flow". Le pareti presentano le fenditure alternate a destra e sinistra. Bacini con lunghezza minima 1,40 m e larghezza 1,00 m; utilizzabili per basse portate, da 50 l/s. Pendenze medie 5-7%, massime sino al 10%. Usati per piccoli e medi salti d'acqua, risultano adatti per sbarramenti idroelettrici o per manufatti di sistemazione dell'alveo

Con riferimento alle LINEE GUIDA, capitolo 5.1, si è scelto di realizzare il manufatto per il passaggio della fauna ittica sul lato del fiume in destra idrologica. Tale scelta, oltre ad essere in accordo con quanto prevedono le succitate LINEE GUIDA, consente di realizzare l'opera di presa in modo semplice e di accedere al manufatto per la manutenzione dello stesso, con facilità. A tal proposito, si veda il capitolo 8 – "Programma di manutenzione ordinaria e straordinaria del manufatto". Seguendo ancora le indicazioni delle linee guida regionali, si considera di realizzare una sequenza di vasche, di dimensioni 1.8 m x 0.9 m x 0,7 m, con salti tra una vasca e la successiva pari a 0,25 metri.



5. Calcolo delle portate e dei livelli nel manufatto

Di seguito si riportano i calcoli effettuati per il dimensionamento delle vasche costituenti il manufatto. Tali vasche si succedono attraverso stramazzi rigurgitati

opportunamente dimensionati. Essi sono alimentati da una luce sotto battente, dimensionata per rilasciare la giusta quantità di acqua (50 l/sec) con un battente nominale di 25 cm tra il livello di monte e la prima delle vasche. Le successive vasche manterranno i rispettivi livelli attraverso stramazzi parzialmente rigurgitati adatti al passaggio di trote marmorate, come prescritto dalle linee guida.

Tale opera farà a tutti gli effetti parte integrante del sistema di rilascio del DMV ed è per questo che il suo calcolo viene associato al calcolo della gaveta del DMV stesso. La sua portata, infatti, dovrà essere sottratta dal DMV totale per il dimensionamento della gaveta del DMV vera e propria, realizzata tramite stramazzo a soglia variabile per consentire la modulazione.

Si prende come livello zero, nei calcoli che seguono, il livello della soglia della briglia esistente (835 m s.l.m.), livello al di sopra del quale l'acqua potrà iniziare ad essere prelevata per alimentare la turbina idroelettrica.

Il primo calcolo riguarda la portata della luce sotto battente che consentirà il passaggio dell'acqua da monte della briglia alla prima vasca del passaggio per pesci, consentendo il passaggio della fauna ittica a monte della briglia esistente.

La platea a monte della briglia sarà ripristinata ad un livello pari a -1,1 m.

La platea della prima vasca sarà a -1,2 metri.

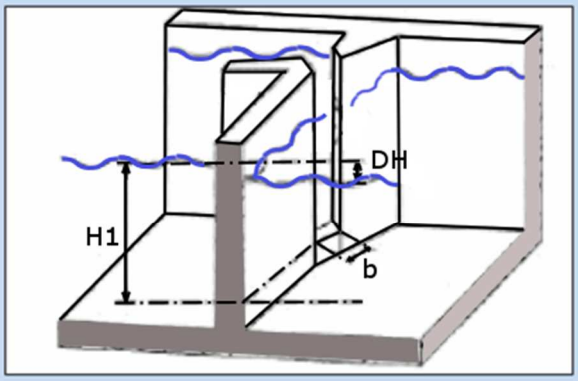
La luce sotto battente avrà dimensioni 0,185 x 0,185 m con soglia inferiore posta a – 0,9 m e soglia superiore posta a -0,715 m.

La gaveta del DMV sarà posta molto più in alto, come si deduce nel paragrafo 6 (Calcolo della gaveta del DMV).

Il calcolo dei livelli delle vasche che costituiscono il passaggio per i pesci ed il relativo dimensionamento, è stato fatto utilizzando le formule seguenti.

Portata attraverso una <u>fessura verticale</u> (stramazzo rigurgitato):

$$Q = C_d b H_1 (2g\Delta H)^{0,5}$$



La tabella che segue riassume i calcoli effettuati ed i livelli delle vasche che costituiscono il manufatto.

PORTATA 50 l/sec															
				Dati Geometrici							**Dati idraulici**			**Livelli**	**Potenza**
	Livello platea monte	Livello platea valle	Larghezza passaggio fondo	Superficie passaggio	Coeff efflusso		Coronamento prima vasca	H muri prima vasca	Liv. Pelo Libero monte	Liv. Pelo Libero valle	Delta H		Q	Livello nelle vasche di monte	Potenza Volumetrica Dissipata (W/m3)
MONTE->vasca 1 (sottobattente)	-1,1	-1,2	0,174	0,030	0,75		0	-	0	-0,25	0,25		0,050		
	Livello platea monte	Livello platea valle	Altezza gaveta dal fondo	Livello soglia gaveta	Coeff efflusso	Larghezza gaveta (b)	Coronamento prima vasca	H muri prima vasca	Liv. PL monte	Liv. PL valle	Delta H	H1 Prof. Ut. gaveta	Q		
Gaveta vasca 1->2	-1,20	-1,2	0,574	-0,626	0,4	0,15	0	1,20	-0,25	-0,5	0,25	0,3763	0,050	0,95	72
Gaveta vasca 2->3	-1,20	-1,2	0,324	-0,876	0,4	0,15	-0,25	0,95	-0,5	-0,75	0,25	0,3763	0,050	0,70	98
Gaveta vasca 3->4	-1,20	-1,45	0,074	-1,126	0,4	0,15	-0,5	0,70	-0,75	-1	0,25	0,3763	0,050	0,45	152
Gaveta vasca 4->5	-1,45	-1,70	0,074	-1,376	0,4	0,15	-0,75	0,70	-1	-1,25	0,25	0,3763	0,050	0,45	152
Gaveta vasca 5->6	-1,70	-1,95	0,074	-1,626	0,4	0,15	-1	0,70	-1,25	-1,5	0,25	0,3763	0,050	0,45	152
Gaveta vasca 6->7	-1,95	-2,20	0,074	-1,876	0,4	0,15	-1,25	0,70	-1,5	-1,75	0,25	0,3763	0,050	0,45	152
Gaveta vasca 7->8	-2,20	-2,45	0,074	-2,126	0,4	0,15	-1,5	0,70	-1,75	-2	0,25	0,3763	0,050	0,45	152
Gaveta vasca 8->9	-2,45	-2,70	0,074	-2,376	0,4	0,15	-1,75	0,70	-2	-2,25	0,25	0,3763	0,050	0,45	152
Gaveta vasca 9->10	-2,70	-2,95	0,074	-2,626	0,4	0,15	-2	0,70	-2,25	-2,5	0,25	0,3763	0,050	0,45	152
Gaveta vasca 10->11	-2,95	-3,20	0,074	-2,876	0,4	0,15	-2,25	0,70	-2,5	-2,75	0,25	0,3763	0,050	0,45	152
Gaveta vasca 11->12	-3,20	-3,45	0,074	-3,126	0,4	0,15	-2,5	0,70	-2,75	-3	0,25	0,3763	0,050	0,45	152
Gaveta vasca 12->13	-3,45	-3,70	0,074	-3,376	0,4	0,15	-2,75	0,70	-3	-3,25	0,25	0,3763	0,050	0,45	152
Gaveta vasca 13->14	-3,70	-3,95	0,074	-3,626	0,4	0,15	-3	0,70	-3,25	-3,5	0,25	0,3763	0,050	0,45	152
Gaveta vasca 14->15	-3,95	-4,20	0,074	-3,876	0,4	0,15	-3,25	0,70	-3,5	-3,75	0,25	0,3763	0,050	0,45	152
Gaveta vasca 15->16	-4,20	-4,60	0,074	-4,126	0,4	0,15	-3,5	0,70	-3,75	-4	0,25	0,3763	0,050	0,45	152

La prima riga riguarda il calcolo della luce sottobattente che permette il passaggio dei pesci dall'ultima vasca a monte verso il lato a monte della briglia.

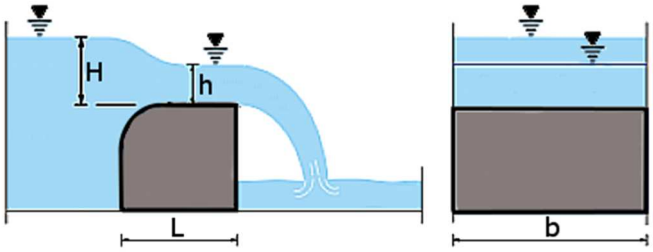
Le righe successive riguardano il calcolo delle gavete tra le vasche ed i relativi livelli, riferiti al livello "ZERO" come descritto in precedenza.

Dai dati elencati in tabella si deduce che la scala è dimensionata correttamente per quanto riguarda il fattore di potenza dissipata, che deve attestarsi sotto il valore di 200-180 w/m3.

La larghezza dei passaggi è stata tenuta pari a 15 cm, adatta al pesce target e che consente un buon rigurgito tra una vasca e la successiva.

6. Calcolo della gaveta del DMV

La gaveta del DMV sarà costituita da una bocca a stramazzo a parete grossa, schematizzata nella figura riportata qui a fianco.



La dimensione "b" sarà pari a 15 cm mentre l'altezza H, che determina la portata, sarà variabile in modo da poter modulare il DMV stesso.

Poiché 50 l/sec passano dalla luce sotto battente che alimenta la scala dei pesci (si veda paragrafo dedicato per il dimensionamento), dalla gaveda del DMV dovranno passare le seguenti quantità di acqua:

I periodo: 30 l/sec.

II periodo: 50 l/sec.

II periodo: 70 l/sec.

Utilizzando la formula

$$Q = 0{,}385 \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{3/2} = 1{,}705 \cdot b \cdot H^{3/2}$$

otteniamo, ponendo b = 0,15 m (larghezza della gaveta):

H1=	0,24 m	Q1 =	0,030	m3/sec
H2=	0,33 m	Q2 =	0,050	m3/sec
H3=	0,42 m	Q3 =	0,070	m3/sec

Verifichiamo che le condizioni di validità della formula siano rispettate con i valori trovati:

- bordo d'attacco della soglia arrotondato: la gaveta sarà disegnata opportunamemte.
- velocità del fluido a monte (in corrispondenza di H) trascurabile: verificata.
- 2 x H ≤ L ≤ 12 x H: nel nosro caso, essendo L = 1.3 m si ha

0.48 ≤ 1.3 ≤ 2.88 VERIFICATA

0.66 ≤ 1.3 ≤ 3.96 VERIFICATA

0.84 ≤ 1.3 ≤ 5.04 VERIFICATA

La soglia della gaveta del DMV verrà quindi realizzata a quota -0,42m e verranno realizzate due piastre in carpenteria metallica, con spessore esterno di 9 cm per portarla a quota -0,33 m e -0,24 m garantendo la modulazione del DMV stesso.

Si fa notare che, il DMV effettivamente rilasciato sarà sempre uguale o superiore a quello richiesto, poiché l'unica condizione affinché tale valore sia uguale a quello calcolato è che il livello a monte sia esattamente pari al valore zero (livello della soglia esistente).

Quando l'impianto sarà in funzione, tale livello dovrà essere sempre leggermente superiore, e potrà raggiungere anche valori di una decina di centimetri, quando le portate turbinate sono vicine ai valori massimi. In questo caso, il DMV sarà aumentato di 21-26 l/sec, come riportato nella tabella che segue:

H1=	0,34m	Q1 calc =	0,051	m3/sec	DMV TOT = 101 l/sec
H2=	0,43 m	Q2 calc =	0,073	m3/sec	DMV TOT = 123 l/sec
H3=	0,52 m	Q3 calc =	0,096	m3/sec	DMV TOT = 146 l/sec

7. Funzionamento del passaggio per pesci nelle differenti situazioni di portata defluente.

Nel 1°, 2° e 3° periodo (come definiti nel precedente capitolo 3, gran parte della portata complessiva del torrente a valle della traversa su cui verrà realizzata l'opera di presa, passerà attraverso il passaggio per l'ittiofauna. Non si presenterà quindi, durante tutto questo periodo, il problema di individuazione da parte dei pesci della via preferenziale di salita. Durante il 4° periodo, all'aumentare della portata defluente nel torrente, si potranno avere sfioramenti sia dalla briglia al di sopra della griglia a Coanda, che dagli sfioratori della briglia stessa. Si fa notare che attraverso il passaggio per la fauna ittica scorrerà soltanto la giusta quantità di acqua idonea ad una confortevole risalita del salto da parte delle specie target. Tuttavia, l'acqua che passerà al di fuori del manufatto in progetto, quando non catturata dall'opera di presa perché in eccesso rispetto alla quantità massima turbinabile, potrebbe impedire ai pesci di trovare la giusta strada per la risalita. Questo problema si potrà manifestare solo in presenza di portate naturali superiori a 600-700 l/sec, cioè al di fuori dei periodi critici per la riproduzione della trota fario (Novembre-Dicembre) e comunque per un periodo di tempo limitato all'interno dell'anno, statisticamente per circa 60 giorni, durante i quali, anche in assenza delle opere in oggetto, per i pesci sarebbe impossibile risalire la corrente a causa della portata molto elevata. Dal punto di vista della risalita dei pesci, l'intervento rappresenterà addirittura un miglioramento, aumentando il periodo entro il quale i pesci potranno spostarsi liberamente grazie a portate più idonee.

Ad ogni modo, sempre in linea con quanto prescritto dalle linee guida, l'uscita di valle del manufatto si troverà nel punto più a monte raggiungibile dall'ittiofauna in risalita, a piede di traversa (cap. 5.1).

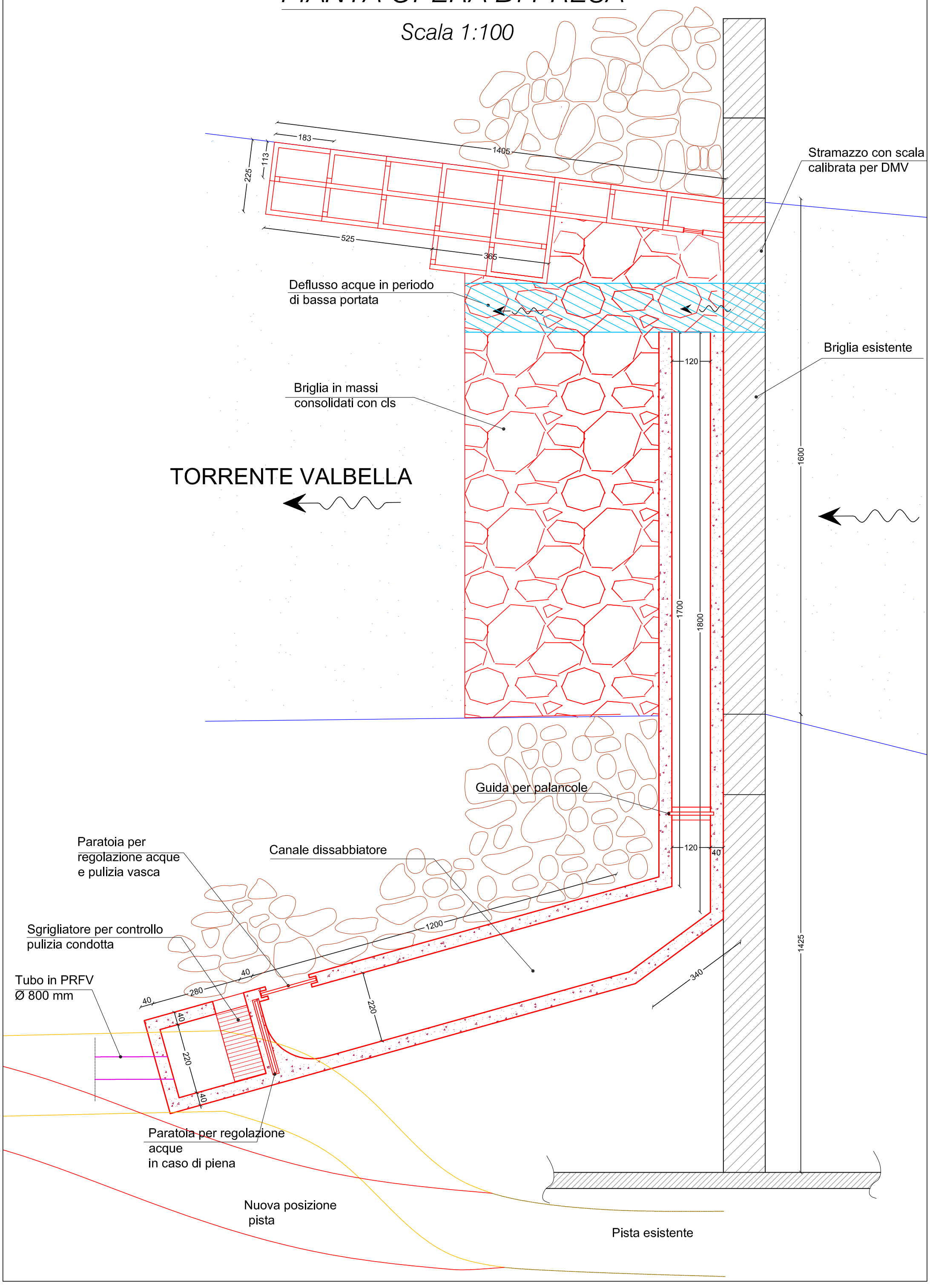
Durante il 5° periodo, quando il torrente sarà in piena, non è previsto che il passaggio per la fauna ittica sia operativo, a causa delle altissime portate del torrente.
NOTA IMPORTANTE: i calcoli riportati, sono basati su coefficienti che si trovano in letteratura. La messa a punto finale del manufatto, compresa l'effettiva portata defluente ed i livelli nelle diverse vasche verrà fatta una volta messa in opera la presa, contemporaneamente alla messa a punto della gaveta calibrata per il rilascio del DMV.

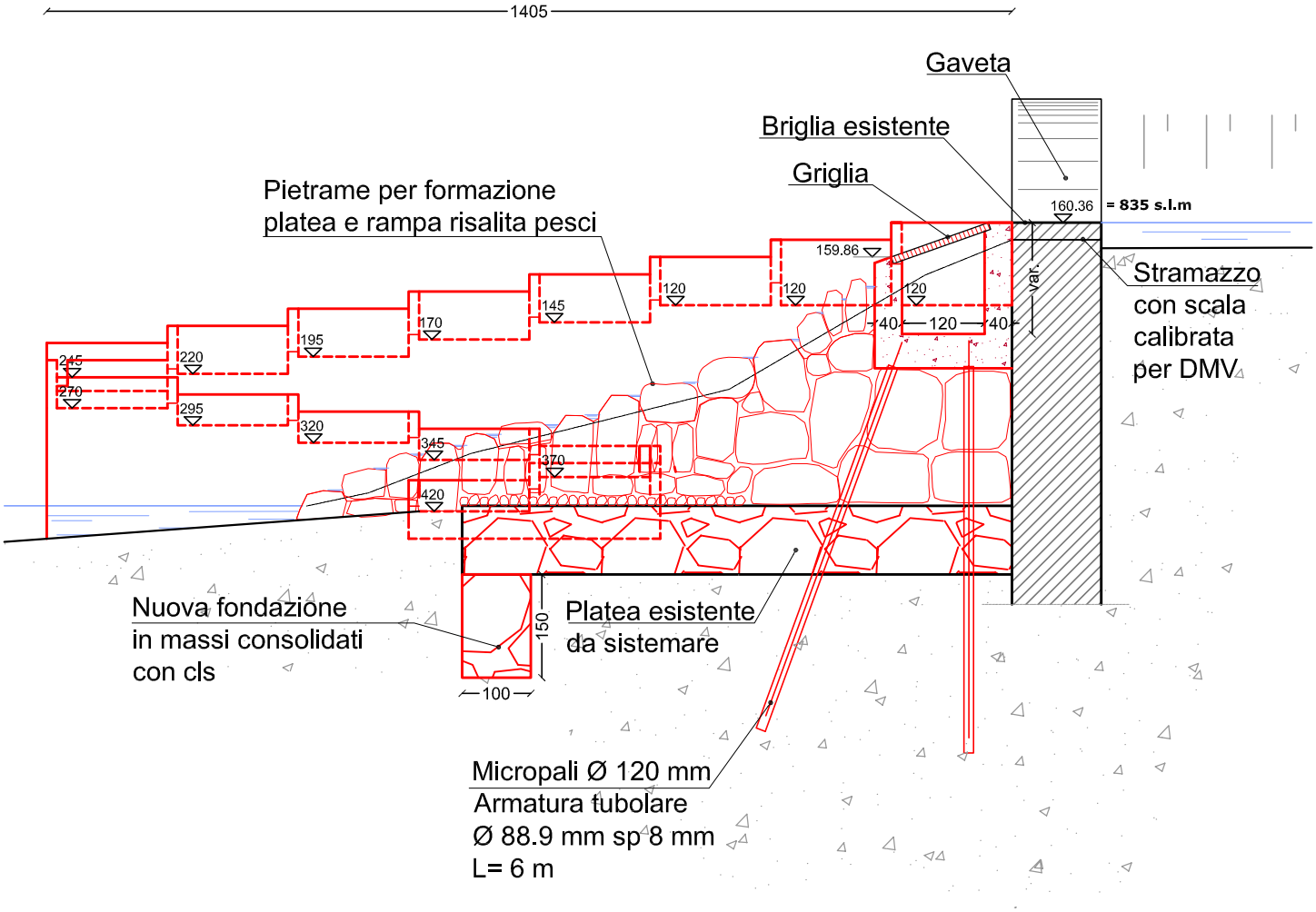
8. Programma di manutenzione ordinaria e straordinaria del manufatto

Le LINEE GUIDA richiedono quanto segue: presso l'uscita di monte va usualmente prevista la realizzazione di una sezione in cui sia possibile inserire una paratoia (da mantenere sempre aperta, con deflusso a pelo libero) da impiegare esclusivamente per interventi di manutenzione che richiedano la messa in asciutto del passaggio, ovvero per chiusura in occasione di eventi di piena per evitare che il manufatto possa venire danneggiato. […] Per la messa in secco del passaggio dei pesci, verrà realizzata in corrispondenza della prima vasca, una paratoia amovibile, bloccata con lucchetti atti ad evitare interventi vandalici. Tale paratoia potrà essere rimossa deviando momentaneamente il flusso del normalmente destinato alla risalita dei pesci al di fuori del passaggio dei pesci stesso, in modo da consentirne la verifica e la pulizia. L'addetto dovrà comunque calzare stivali di media altezza, in quanto le vasche pur non venendo più investite dalla corrente, non si asciugheranno completamente impedendo così la morte dei pesci che dovessero essere presenti al momento dell'apertura della paratoia. Per interventi di lunga durata, si provvederà a recuperare i pesci eventualmente rimasti nelle pozze ed a reimmetterli nel torrente a monte del manufatto. Per maggiori dettagli, si veda la tavola di dettaglio. In merito alla manutenzione ordinaria del manufatto, le LINEE GUIDA richiedono quanto segue: Nei corsi d'acqua in cui si è in presenza di fauna ittica ciprinicola e salmonicola, sono attesi due principali momenti di rimonta, e pertanto la manutenzione ordinaria andrà effettuata almeno 2 volte l'anno, ovvero prima dei rispettivi momenti migratori (indicativamente marzo e settembre). In linea di massima si raccomanda l'effettuazione di un sopralluogo con ispezione visiva una volta al mese. La manutenzione ordinaria consisterà nella verifica che tutte le sezioni di deflusso siano libere e non risultino occluse da residui vegetali (rami, tronchi, foglie, etc.), plastica o quant'altro o da materiale sedimentatosi che possa inficiarne il funzionamento idraulico; Tale manutenzione verrà effettuata dall'addetto alla supervisione dell'impianto con cadenza settimanale, in parallelo alle operazioni di verifica della pulizia della griglia di presa. Si presterà particolare attenzione nei periodi di Marzo e Settembre, come richiesto dalle LINEE GUIDA. Per accedere al passaggio della fauna ittica in piena sicurezza, essendo possibili cadute da altezze ragguardevoli (fino a 4 metri), il manufatto sarà attrezzato con una linea vita del tipo di quelle presenti sulle vie ferrate. Sarà cura dell'addetto, assicurarsi con opportuno imbrago munito di moschettoni ed attrezzatura da ferrata.

PIANTA OPERA DI PRESA

Scala 1:100



SEZIONE OPERA DI PRESA
con scala di risalita

Scala 1:100