



**REGIONE DEL VENETO**

**GIUNTA REGIONALE  
SEGRETERIA REGIONALE PER L'AMBIENTE  
DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO**



**INTERVENTI PER LA SICUREZZA IDRAULICA  
DELL'AREA METROPOLITANA DI VICENZA  
BACINO DI LAMINAZIONE LUNGO IL TORRENTE TIMONCHIO  
IN COMUNE DI CALDOGNO (VI)**

**DIREZIONE LAVORI**

**CUP H44C08000030001 - CIG 47612389E2**

ELABORATO N.

**1**

CODICE DOCUMENTO

0539DL-collaudo

FILE

0539DL\_PROPOSTA COLLAUDO\_02

TITOLO

**Proposta di Protocollo per il collaudo funzionale  
del bacino di laminazione lungo il Torrente Timonchio  
in Comune di Caldogno (VI)**

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

**Ing. Tiziano Pinato  
Dirigente Regionale della Direzione Difesa del Suolo**

DIREZIONE LAVORI: RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE:



WATER AND NATURAL  
RESOURCES  
CONSULTANTS

(Capogruppo mandataria)



CSP  
CENTRO  
STUDI  
PROGETTI

(Mandanti)

IL DIRETTORE LAVORI

BETA STUDIO SRL  
ING. MASSIMO COCCATO



ELABORAZIONE

BETA Studio srl  
ING. MASSIMO COCCATO  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PADOVA  
N.2405

REVISIONE

REV	DATA	MOTIVO	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
2	Ottobre 2017	AGGIORNAMENTO	ing. R.BERTAGGIA	ing. R.BERTAGGIA	ing. M.COCCATO
1	Settembre 2017	AGGIORNAMENTO	ing. R.BERTAGGIA	ing. R.BERTAGGIA	ing. M.COCCATO
0	Novembre 2016	PRIMA EMISSIONE	ing. R.BERTAGGIA	ing. R.BERTAGGIA	ing. M.COCCATO

## INDICE

<b>PREMESSA</b>	<b>1</b>
<b>1. CONDIZIONI AL CONTORNO</b>	<b>3</b>
1.1 Il Torrente Timonchio	3
1.2 Il bacino di invaso	4
1.3 I rilevati arginali	6
1.4 L'opera di presa	8
<b>2. PROCEDURA PER IL COLLAUDO FUNZIONALE</b>	<b>11</b>
Ciclo di riempimento n.1	11
Ciclo di riempimento n.2	12
Ciclo di riempimento n.3	12
Ciclo di riempimento n.4	12

Errore. Il segnalibro non è definito.

BETA Studio srl – TECHNITAL spa – Centro Studi Progetti spa

## PREMESSA

Con contratto n. 300 del 24.11.2010 la Regione del Veneto ha affidato al Raggruppamento Temporaneo di Imprese costituito da BETA Studio srl (capogruppo mandataria), TECHNITAL spa (mandante) e Centro Studi Progetti spa (mandante) l'incarico di progettazione definitiva ed esecutiva, della direzione dei lavori e della loro contabilizzazione, delle azioni per il coordinamento della sicurezza nelle fasi di progettazione e di esecuzione, nonché per ogni altra attività tecnico-professionale di supporto alle predette fasi prestazionali, compresi i rilievi plano-altimetrici, l'esecuzione delle indagini geologiche, geotecniche e la caratterizzazione dei terreni, relativamente alla realizzazione degli *"Interventi per la sicurezza idraulica dell'area metropolitana di Vicenza – Area di laminazione lungo il torrente Timonchio – 1° stralcio "* in Comune di Caldogno (VI) con opzione di affidamento anche degli interventi di 2° stralcio.

In data 13.02.2014, è stato stipulato il contratto per la progettazione esecutiva e l'esecuzione dei lavori Rep. n.7139, Racc. n.6423, registrato a Venezia il 18.02.2014 al n.182 serie Atti Pubblici, tra la Regione del Veneto e il Raggruppamento Temporaneo di Imprese costituito da CONSORZIO STABILE IDRA BUILDING S.C.A.R.L. (Capogruppo Mandataria), CONSORZIO STABILE MEDOACUS S.C.A.R.L., (Mandante) e COVECO COOP. S.P.A. (ora KOSTRUTTIVA S.C.P.A.) (Mandante).

I lavori sono stati ufficialmente consegnati in data 03.03.2014 e sono terminati in data 13.09.2016.

Al fine di supportare la Commissione di Collaudo appositamente costituita, su esplicita richiesta della stessa, gli Scriventi, alla luce della consapevolezza maturata nella progettazione e direzione lavori delle opere, hanno presentato una prima bozza del protocollo per il collaudo funzionale del bacino di laminazione nel Novembre 2016, successivamente aggiornato con la presente per tener conto delle considerazioni condivise durante il tavolo tecnico per la definizione delle procedure per l'esercizio dell'invaso a cui hanno partecipato il Dipartimento Difesa del Suolo e Foreste, Sezione difesa del Suolo in quanto Stazione Appaltante, il Genio Civile in quanto futuro Ente Gestore e ARPAV – Dipartimento regionale per la Sicurezza del Territorio e la Direzione Protezione Civile e Polizia Locale della Regione del Veneto in quanto soggetti interessati alla gestione delle attività di Protezione Civile nel territorio.

La presente proposta, ai fini del recepimento nella summenzionata "Procedura per l'esercizio del bacino di laminazione di Caldogno (VI) fino al completamento della fase di collaudo funzionale", dovrà essere approvata ed adottata da parte della Commissione di Collaudo a cui è indirizzata.

BETA Studio srl – TECHNITAL spa – Centro Studi Progetti spa

# 1. CONDIZIONI AL CONTORNO

## 1.1 Il Torrente Timonchio

Il Torrente Timonchio, nel tratto in cui è realizzato il bacino di laminazione, è caratterizzato da un regime torrentizio con un deflusso minimo in subalveo.

Un'altra difficoltà nel prevedere la possibilità di derivazione ai fini del riempimento dell'invaso è intrinseca nella natura torrentizia del corso d'acqua, in quanto i picchi di piena risultano improvvisi, di difficile stima e di breve durata.

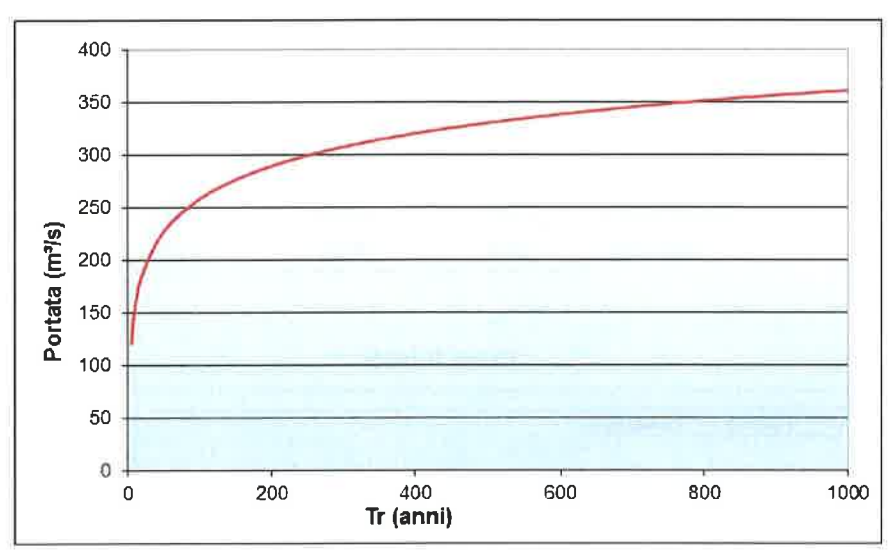


Figura 1.1 – Curva delle portate in funzione del tempo di ritorno dell'evento in corrispondenza dell'opera di presa.

BETA Studio srl – TECHNITAL spa – Centro Studi Progetti spa

## 1.2 Il bacino di invaso

Si riportano di seguito le curve delle superfici e dei volumi del bacino di monte e di valle.

Tabella 1.1 – Curve delle superfici e dei volumi di invaso nel bacino di monte

	Quota	Superficie [ha]	Volume [m <sup>3</sup> ]
	58.5	0.01	2
	59.0	0.54	1 315
	59.5	3.38	8 807
	60.0	13.39	46 441
	60.5	38.60	181 297
	61.0	58.90	426 091
	61.5	61.26	730 435
	62.0	61.62	1 037 625
	62.5	61.99	1 346 629
	63.0	63.57	1 663 527
	63.5	63.96	1 982 360
max regolazione	64.0	64.34	2 303 123
max invaso	64.8	64.91	2 820 129

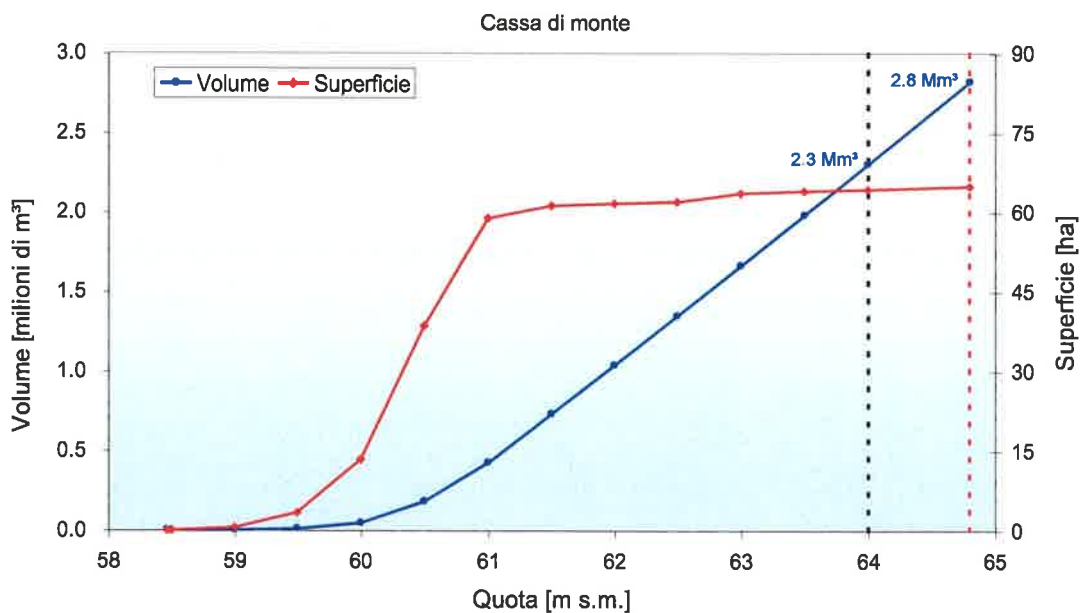


Figura 1.2 - Curve delle superfici e dei volumi di invaso nel bacino di monte

BETA Studio srl – TECHNITAL spa – Centro Studi Progetti spa

Tabella 1.II – Curve delle superfici e dei volumi di invaso nel bacino di valle

	Quota	Superficie [ha]	Volume [m <sup>3</sup> ]
	55	-	0
	55,5	0,22	839,02
	56	0,41	2 227,57
	56,5	3,34	16 443,27
	57	13,08	52 692,91
	57,5	34,77	175 569,98
	58	37,82	361 508,68
	58,5	38,22	551 661,87
	59	38,60	743 728,21
	59,5	39,58	938 280,50
	60	39,90	1 136 989,94
	60,5	40,20	1 337 262,16
max regolazione	60,9	40,44	1 498 552,11
max invaso	61,7	40,89	1 823 869,66

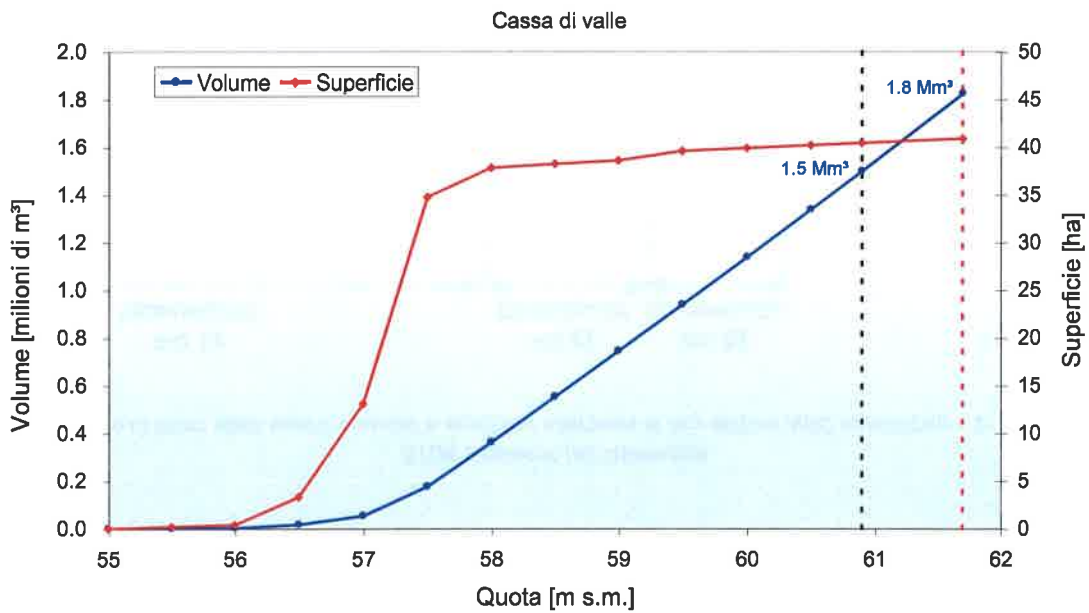


Figura 1.3 - Curve delle superfici e dei volumi di invaso nel bacino di valle



BETA Studio srl – TECHNITAL spa – Centro Studi Progetti spa

In Figura 1.4 è riportato il diagramma delle portate che si sarebbero registrate a monte e a valle della cassa in occasione dell'evento del novembre 2010. Il tempo di permanenza in cassa dell'acqua è stimato, in circa una giornata, mentre altri 3-4 giorni servono a vuotare completamente l'invaso.

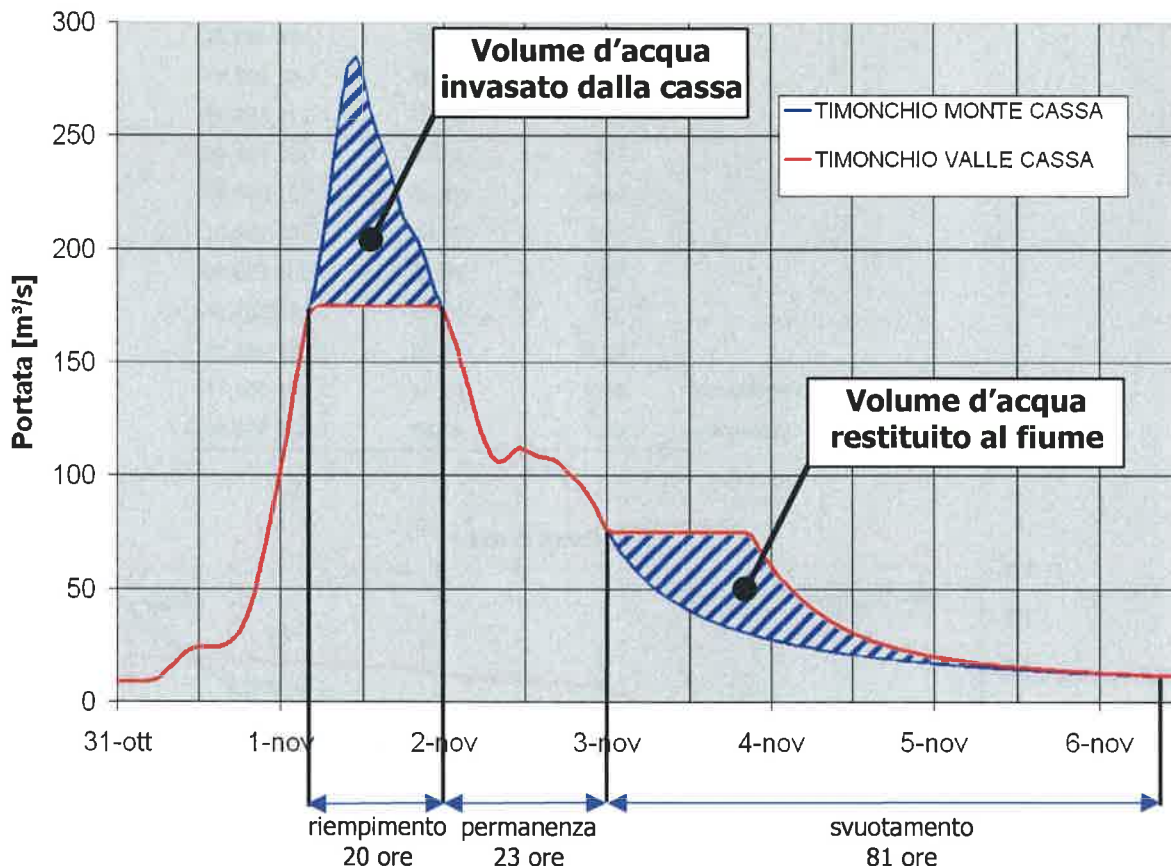


Figura 1.4 – Andamento delle portate che si sarebbero registrate a monte e a valle della cassa in occasione dell'evento del novembre 2010.

### 1.3 I rilevati arginali

Per delimitare le aree da assoggettare ad allagamento controllato durante le piene del torrente Timonchio sono stati realizzati dei rilevati arginali in terra che perimetrano il bacino suddividendolo in due settori. Lo sviluppo complessivo delle arginature è di circa 5250 m di cui 4400 m separano i bacini dal piano campagna esterno e altri 850 m separano il settore di monte da quello di valle.

La quota della sommità arginale è posta a 70 cm sopra la quota di massimo invaso e 1.50 m sopra la quota di massima regolazione per entrambe le casse, quindi a 65.50 m s.l.m. per la cassa di monte e a 62.40 m s.l.m. per la cassa di valle. Le altezze massime degli argini sul piano campagna sono pari a

7.50 m per la cassa di monte e di 6.20 m per la cassa di valle.

La sezione arginale tipo, riportata in Figura 1.5, è caratterizzata da una larghezza della sommità di 4.00 m mentre le scarpate lato cassa hanno una pendenza 2:1, intervallate da banche larghe 4.00 m ogni 3 m di salto verticale. Le scarpate lato campagna hanno pendenza 3:1 per limitare l'impatto visivo mentre il raccordo lato fiume avviene con pendenza minima 2:1. Anche sul lato campagna sono state previste delle banche di larghezza 4 m ogni 5 m di salto verticale.

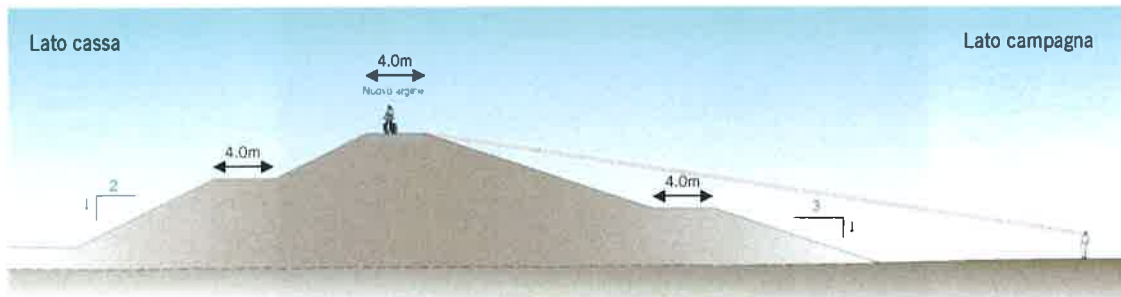


Figura 1.5 – Sezione arginale tipo.

Sulla sommità arginale (larga 4.00 m) corre una pista di servizio larga 3.50 m realizzata con misto stabilizzato dello spessore di 40 cm separato dal terreno costituente il rilevato da una geogriglia con funzione statica.

I rilevati arginali sono schematizzabili con 2 sezioni tipo in base alla tipologia di materiale con cui sono stati realizzati. Gli argini nord, ovest e intermedio sono realizzati in materiale omogeneo mentre gli argini est e sud hanno un nucleo in materiale impermeabile (in argilla da cava con  $k = 10^{-10}$  m/s) in corrispondenza del paramento interno alla cassa e in continuità con la fascia tampone.

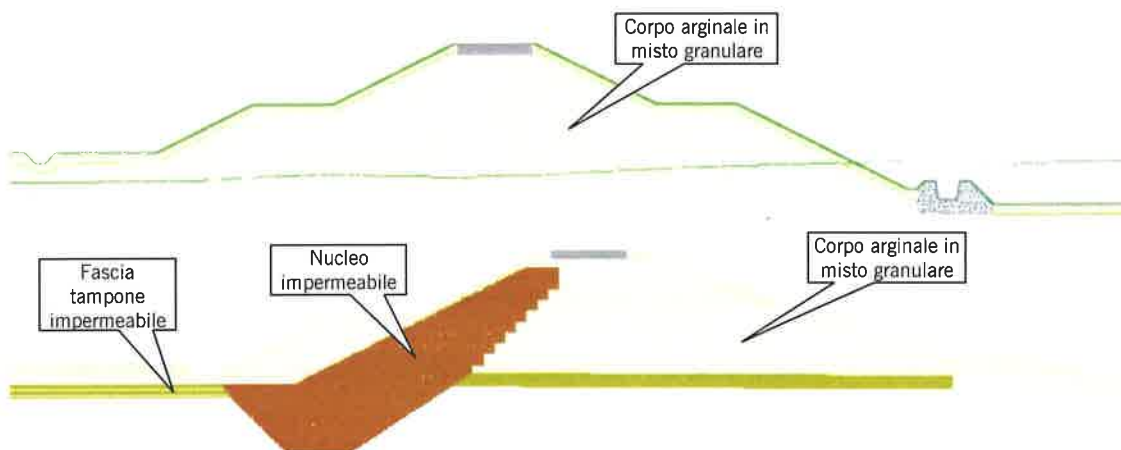


Figura 1.6 – Sezioni arginali tipo.

La sistemazione del fondo cassa prevede, come precedentemente accennato, la realizzazione di una fascia a bassa permeabilità (uguale o inferiore a  $10^{-6}$  m/s) larga 200 m a ridosso delle arginature sud ed

BETA Studio srl – TECHNITAL spa – Centro Studi Progetti spa

est (la cui estensione è riportata in Figura 1.7) per limitare i fenomeni di dispersione in falda dell'acqua invasata.



Figura 1.7 – Estensione della fascia su cui è prevista la posa di uno strato di terreno a permeabilità ridotta.

L'impermeabilizzazione viene realizzata tramite la stesura, per strati successivi ben costipati e raccordati, di 70 cm di terreno argilloso a bassa permeabilità in modo tale da garantire un coefficiente di permeabilità uguale o inferiore a  $k=10^{-6}$  m/s). La quota di posa dello strato impermeabile deve essere tale da garantire che non venga rimosso o danneggiato durante le operazioni di aratura e coltivazione dei fondi agricoli. Per questo motivo il ricoprimento dello strato impermeabilizzante dovrà essere non inferiore a 1.00 m.

Il raccordo dello strato impermeabile all'argine avviene in corrispondenza del nucleo costituito dallo stesso materiale in modo da dare continuità allo strato impermeabile e garantire l'efficacia della barriera.

#### 1.4 L'opera di presa

L'opera di presa è posizionata all'estremo nord-ovest del settore di monte della cassa ed è costituita da uno sfioratore posto lateralmente rispetto al corso d'acqua e rialzato rispetto al fondo dell'alveo, presidiato da paratoie piane per regolare la portata che si vuole derivare in cassa.

Nell'area dell'opera di presa il fondo alveo del Timonchio viene regolarizzato alla quota di 62.00 m.

La platea dell'opera di presa, posta a quota 63.40 m s.l.m., è larga 33 m e spessa 1.50 m. Lato monte un taglione alto 2.00 m protegge l'imbocco da fenomeni erosivi localizzati. **L'altezza del petto della platea (1.40 m sopra al fondo dell'alveo) permette di limitare fortemente il trasporto solido di fondo in cassa;** la presenza di una griglia metallica a tutta altezza permette inoltre di bloccare il trasporto solido flottante (tronchi e ramaglie).

Nelle condizioni di progetto, con la sezione di fronte alla derivazione pulita dagli accumuli di materiale alluvionale, la minima portata in alveo per cui l'opera di presa comincia a derivare è stimata in circa 35 m<sup>3</sup>/s, portata che, stando allo studio idrologico condotto in fase di redazione del Progetto Definitivo, si presenta circa annualmente.

A valle della griglia 2 pile rettangolari a profilo arrotondato sostengono una passerella larga 4.00 m per la gestione e manutenzione della griglia stessa. La passerella è disposta parallelamente all'asse del fiume e quindi inclinata rispetto all'asse delle pile che sono orientate secondo l'asse dell'opera di presa. La luce tra le pile, larghe 1.00 m, è pari a circa 17.00 m.

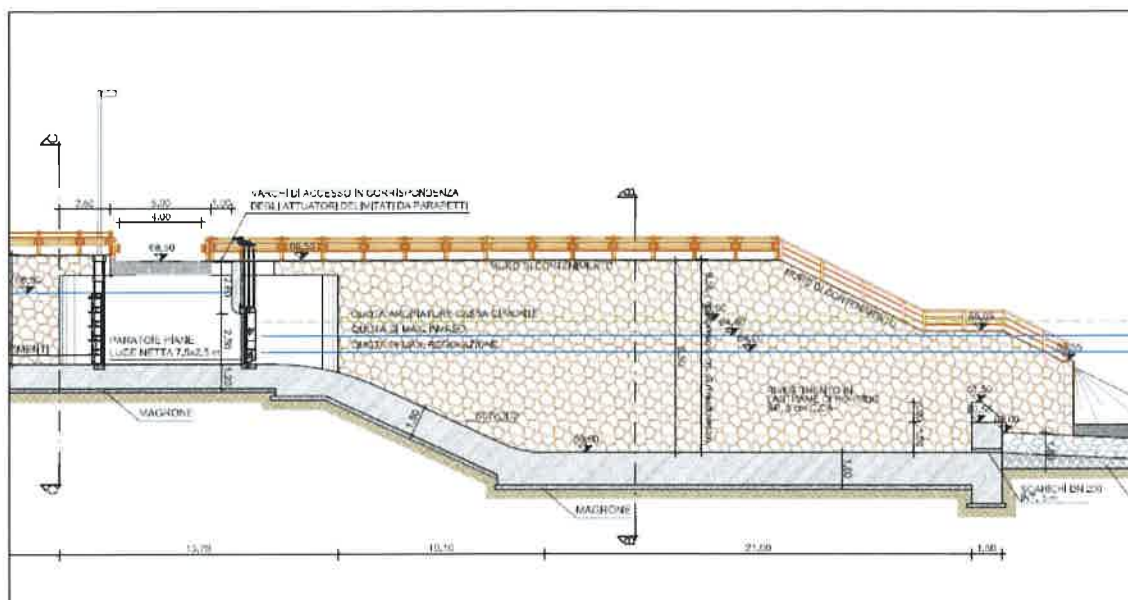


Figura 1.8 – Sezione longitudinale dell'opera di presa.

A valle 3 muri deflettori rettangolari a profilo arrotondato larghi 1.00m individuano 4 luci da 7.50 m che ospitano altrettante paratoie piane per la regolazione del flusso da derivare alla cassa. Per la messa in asciutto delle paratoie durante le fasi di manutenzione è prevista l'installazione, a monte delle stesse, di panconi ad elementi sovrapposti alloggiati in appositi gargami. Poggiato alle pile, tra i gargami per i panconi e le paratoie, corre l'impalcato di una passerella larga 4.00 m netti per la viabilità di servizio.

A valle delle paratoie uno scivolo in calcestruzzo porta alla vasca di dissipazione all'interno della cassa di monte. Il salto tra il piano dello scivolo e il fondo della vasca, posto a quota 59.00 m s.l.m., è di 4.40 m. Il contenimento del risalto all'interno della vasca di dissipazione è garantito dalla presenza, a valle della vasca lunga 21.00 m, di una soglia alta 1.50m sulla cui sommità sono posti 12 denti di dissipazione alti 1m e larghi 1m.

BETA Studio srl – TECHNITAL spa – Centro Studi Progetti spa

## 2. PROCEDURA PER IL COLLAUDO FUNZIONALE

Per la messa in esercizio del bacino di laminazione delle piene del torrente Timonchio, al fine di verificare in sicurezza il comportamento delle opere realizzate, è doveroso procedere ad un uso graduale dell'invaso, limitando il massimo volume invasabile ad una predeterminata quota, senza però precludere il funzionamento dell'opera per la salvaguardia dell'incolumità del territorio da proteggere.

Per i naturali processi di assestamento e maturazione dei rilevati in terra, è possibile ridurre progressivamente nel tempo i limiti imposti alla massima quota di invasabile indipendentemente dall'essere riusciti ad effettuare i previsti invasi, e fissare un tempo massimo per il pre-esercizio dell'invaso, oltre il quale è possibile gestire l'invaso senza limitazioni.

Il protocollo di messa a regime prevede, come in seguito meglio dettagliato, 3 step ad incremento progressivo. Per ogni ciclo è fissata una quota limite da non superare per il riempimento dell'invaso e un tempo entro il quale dover assolutamente rispettare tale limite. Qualora entro tale periodo di tempo non sia stato possibile riempire il bacino a sufficienza in quanto non si sono presentati eventi di piena sufficientemente significativi, si potrà passare allo step successivo. Eseguito l'ultimo ciclo di invasabile superato il limite temporale per il suo svolgimento, il bacino di laminazione potrà essere utilizzato senza limitazioni.

La procedura di riempimento prevede l'invasabile nel solo settore di monte fino al livello previsto e l'invasabile del settore di valle solo al raggiungimento di tale obiettivo.

La procedura di vuotamento prevede:

1. il rapido svaso del settore di valle, con una portata massima tale in ogni caso da non mettere a rischio il territorio a valle dell'opera;
2. il controllo dell'assenza di instabilità nel rilevato arginale intermedio;
3. il rapido svaso del settore di monte, con una portata massima tale in ogni caso da non mettere a rischio il territorio a valle dell'opera.

Con la dicitura "rapido svaso", in analogia con quanto previsto dalla relazione idraulica del Progetto, si intende l'abbassamento del pelo libero in cassa di non più di 50cm/ora.

### Ciclo di riempimento n.1

Da effettuarsi entro il 28/12/2017 (12 mesi dalla fine dei lavori avvenuta il 28/12/2016).

Riempimento fino a quota prima banca:

BETA Studio srl – TECHNITAL spa – Centro Studi Progetti spa

- Cassa monte: fino a quota 62.50. Volume d'acqua stimato in 1 340 000 m<sup>3</sup>.
- Cassa valle: fino a quota 59.40. Volume d'acqua stimato in 900 000 m<sup>3</sup>.

Tempo di permanenza: almeno 96 ore prima di iniziare lo svuotamento.

Controlli in corso: verifica dissipazione opera di presa con portata derivata di almeno 100 m<sup>3</sup>/s, monitoraggio livelli in cassa e in falda

Controlli post: verifica stato sponde, verifica cedimenti argini

### **Ciclo di riempimento n.2**

Da effettuarsi entro il 28/06/2018 (18 mesi dalla fine dei lavori avvenuta il 28/12/2016).

Riempimento fino a quota intermedia tra banca e massima regolazione:

- Cassa monte: fino a quota 63.50. Volume d'acqua stimato in 1 982 000 m<sup>3</sup>
- Cassa valle: fino a quota 60.20. Volume d'acqua stimato in 1 215 000 m<sup>3</sup>

Tempo di permanenza: almeno 72 ore prima di iniziare lo svuotamento.

Controlli in corso: verifica dissipazione opera di presa con portata derivata di almeno 100 m<sup>3</sup>/s, monitoraggio livelli in cassa e in falda

Controlli post: verifica stato sponde, verifica cedimenti argini

### **Ciclo di riempimento n.3**

Da effettuarsi entro il 28/12/2018 (24 mesi dalla fine dei lavori avvenuta il 28/12/2016).

Riempimento fino a quota massima regolazione:

- Cassa monte: fino a quota 64.00. Volume d'acqua stimato in 2 303 000 m<sup>3</sup>.
- Cassa vallee: fino a quota 60.90. Volume d'acqua stimato in 1 500 000 m<sup>3</sup>.

Tempo di permanenza: almeno 48 ore prima di iniziare lo svuotamento.

Controlli in corso: verifica dissipazione opera di presa con portata derivata di almeno 100 m<sup>3</sup>/s, monitoraggio livelli in cassa e in falda

Controlli post: verifica stato sponde, verifica cedimenti argini