

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE  
OBIETTIVO N. 443/01  
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA  
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza  
PROGETTO ESECUTIVO  
INTERFERENZE IDRAULICHE ED OPERE IDRAULICHE  
SIFONE COSTITUITO DA UNA CANNA SCATOLARE 3x2 E UNA CANNA  
CIRCOLARE Ø1500 ALLA PK 4+483,73  
GENERALE  
Relazione tecnica generale e idraulica**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Giovanni MALAVENDA iscritto all'ordine degli ingegneri di Venezia n. 4289 Data: Ottobre 2021		ing. Paolo Carmona Data: Ottobre 2021	

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV. FOGLIO

I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	O	I	N	0	9	0	0	0	0	1	A	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI	Ottobre 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	
A	EMISSIONE	Magni <i>cf</i>	29/10/21	Alfieri <i>LQ</i>	29/10/21	Galvanin <i>fg</i>	29/10/21	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2ROIN0900001A.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>Relazione tecnica generale e idraulica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 2 di 34</p>	

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 34

## INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	4
2.1	Ottemperanza alle prescrizioni cipe.....	4
2.2	Inquadramento normativo e criteri progettuali .....	4
2.3	Documenti di progetto esecutivo .....	5
3	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO.....	7
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO .....	12
5	VERIFICHE IDRAULICHE.....	17
5.1	Portata di progetto .....	17
5.2	Base geometrica .....	17
5.3	Scabrezze .....	17
5.4	Verifiche in moto uniforme .....	17
5.4.1	Stato di fatto.....	17
	Fosso in terra esistente.....	18
	Collettore $\phi$ 800 esistente .....	19
5.4.2	Stato di progetto.....	20
	Perdite di carico opera a sifone .....	20
	Moto uniforme nei canali.....	22
	Risultati verifiche.....	26
6	DEVIAZIONI PROVVISORIE .....	29
7	CONCLUSIONI.....	29
	ALLEGATO A – SCALE DELLE PORTATE .....	30

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 34

## 1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere previste per risolvere l'interferenza di un fosso irriguo consortile, denominato Fossa Zenobria, con la Linea AV-AC Torino – Venezia, Tratta VERONA – PADOVA, Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza, alla pk 4+483,73, all'interno del territorio comunale di San Martino Buon Albergo (Verona).

Di seguito si descrivono le scelte progettuali adottate in reazione alle prescrizioni CIPE, nonché alle istruttorie svolte dall'Alta Sorveglianza sul progetto stesso e le modalità di verifica idraulica delle stesse.

Il progetto per la realizzazione della linea ferroviaria, che nel tratto in questione risulta essere in corrispondenza della WBS TR03 - Trincea ferroviaria dal km 4+530,00 al km 4+941,9, prevede il sottoattraversamento della linea mediante sifone costituito da una canna scatolare 3x2 e una canna circolare Ø1500, corredato da strutture di imbocco e sbocco in cls.

L'opera si trova in stretto affiancamento alla WBS IN10 – Stazione di pompaggio alla pk 4+499,38.

Le verifiche e il dimensionamento idraulico delle opere sono state condotte considerando la portata 200-ennale, in accordo al manuale Tecnico di Progettazione Italferr.

Lo studio ha dimostrato la compatibilità idraulica dell'intervento.

Il progetto esecutivo oggetto della presente relazione risponde a quanto previsto nel precedente livello di progettazione definitiva; in questa ulteriore fase sono stati sviluppati gli elaborati conformemente al livello progettuale esecutivo per fornire i necessari elementi di dettaglio.

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Ottemperanza alle prescrizioni cipe

In accordo alle prescrizioni e raccomandazioni indicate nella delibera CIPE 84/2017 nel progetto esecutivo è stato eseguito un approfondimento sulle opere, come riportato nella relazione di confronto PD-PE e illustrato nei prossimi capitoli.

### 2.2 Inquadramento normativo e criteri progettuali

La normativa idraulica di riferimento per la Pianura Padana è costituita dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), adottato con delibera di Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001 ed approvato con DPCM del 24 maggio 2001, pubblicato sulla G.U. n 183 del 8/8/01 e successive varianti approvate.

Il PAI è sovraordinato a tutti gli altri strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica vigenti e costituisce la norma a cui attenersi per l'esecuzione di opere e infrastrutture che interferiscano con il reticolo idrografico.

Esso fornisce i valori delle portate di piena da assumere alla base delle verifiche idrauliche per alcune sezioni significative del reticolo idrografico padano; fornisce altresì le indicazioni per il calcolo delle portate di piena

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 5 di 34

nelle sezioni non indagate sulla base delle curve di probabilità pluviometrica per assegnato periodo di ritorno elaborate per tutto il territorio di competenza.

Il PAI contiene inoltre i criteri a cui attenersi per il dimensionamento delle opere in funzione della tipologia e dei vincoli esistenti.

I criteri adottati nel dimensionamento idraulico delle opere tengono conto delle norme di attuazione del PAI e degli indirizzi e delle indicazioni emerse nel corso dei colloqui con il Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, Consorzio di bonifica competente sul rio oggetto di progettazione.

Da un punto di vista generale le opere di attraversamento e le sistemazioni idrauliche sono limitate allo stretto necessario alla funzionalità dell'opera nel rispetto dell'attuale configurazione dei corsi d'acqua interferenti; si è verificato che gli interventi non comportassero in nessun caso restringimenti di alveo e non inducessero in generale effetti peggiorativi sul regime idraulico del corso d'acqua.

La verifica idraulica dei manufatti di progetto è stata condotta nel rispetto del deflusso della portata 200-ennale.

Essendo lo scolo in questione un corso d'acqua secondario (bacino inferiore a 10 km<sup>2</sup>), il criterio adottato è quello di un grado di riempimento inferiore a 0.8 per i tratti di canale a cielo libero e 0.7 per i manufatti di attraversamento non in pressione, in accordo con il Manuale di Progettazione Italferr. Per quanto riguarda l'opera di sottoattraversamento ferroviario, la verifica della stessa è consistita nella determinazione dei livelli indotti dalle perdite di carico generate dall'opera e nella verifica della compatibilità degli stessi nelle inalveazioni di valle e di monte (grado di riempimento inferiore all'80%).

In mancanza di specifiche indicazioni contenute nel P.A.I., ma in accordo con il Consorzio di Bonifica competente, per le opere a sifone è stata prevista una soluzione a doppia canna con sezione praticabile, di cui solo una in funzione, per garantirne l'accesso per manutenzione e contemporaneamente l'esercizio dell'altra canna durante le operazioni di manutenzione della stessa.

Per la definizione dello stato di fatto ci si è basati sul documento "Relazione interferenze canali con la TAV" redatto dal Consorzio APV.

### 2.3 Documenti di progetto esecutivo

IN1712EI2ROIN0900001A	RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA
IN1712EI2ROIN0900002A	RELAZIONE DI CONFRONTO P.D./P.E.
IN1712EI2PZIN0906001A	PROFILO, SEZIONI DI PROGETTO E SEZIONI TIPO
IN1712EI2P8IN0906001A	PLANIMETRIA DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO
IN1712EI2PZIN0900001A	CARPENTERIA TAV. 1
IN1712EI2PZIN0900002A	CARPENTERIA TAV. 2
IN1712EI2PZIN0900003A	CARPENTERIA TAV. 3
IN1712EI2PZIN0900004A	CARPENTERIA TAV. 4
IN1712EI2BZIN0909001A	PARTICOLARI COSTRUTTIVI TAV. 1
IN1712EI2BZIN0909002A	PARTICOLARI COSTRUTTIVI TAV. 2

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 6 di 34

IN1712EI2BZIN0909003A	PARTICOLARI COSTRUTTIVI TAV. 3
IN1712EI2BZIN0900001A	ARMATURA CONCIO 1
IN1712EI2BZIN0900002A	ARMATURA CONCIO 2 - TAV. 1
IN1712EI2BZIN0900003A	ARMATURA CONCIO 2 - TAV. 2
IN1712EI2BZIN0900004A	ARMATURA CONCIO 2 - TAV. 3
IN1712EI2BZIN0900005A	ARMATURA CONCIO 2 - TAV. 4
IN1712EI2BZIN0900006A	ARMATURA CONCIO 3 - TAV. 1
IN1712EI2BZIN0900007A	ARMATURA CONCIO 3 - TAV. 2
IN1712EI2BZIN0900008A	ARMATURA CONCIO 4 - TAV. 1
IN1712EI2BZIN0900010A	DIAFRAMMA PRIMARIO - ARMATURA
IN1712EI2CLIN0900001A	RELAZIONE DI CALCOLO

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>Relazione tecnica generale e idraulica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 7 di 34</p>

### 3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Il territorio su cui si snoda il tracciato della linea ferroviaria AC Milano-Verona è interessato da una fitta rete idrografica costituita da fiumi, torrenti, canali di bonifica, canali di irrigazione, fossi di scolo, canalette prefabbricate in cls. (pensili o appoggiate sul terreno).

Nella zona oggetto di studio è presente uno fosso consortile ad uso prevalentemente irriguo con verso di scorrimento verso SO denominato Fossa Zenobria.

Originariamente la fossa Zenobria nel suo tratto finale svolgeva una funzione prevalentemente irrigua mediante condotte sotterranee del  $\varnothing$  80 cm, a servizio dell'area compresa tra la periferia di S. Michele, la tangenziale, la statale e il paleoalveo del fiume Adige, sfociando poi nel fiume Rosella. Il suo tracciato originario scorreva, dopo aver attraversato la ferrovia, in area demaniale da Nord a Sud fino a Via Pontara Sandri per poi deviare a Est parallelamente al tracciato stradale e poi deviare nuovamente a Nord per sfociare nel Fiume Rosella.



Figura 1 – Immagine satellitare dell'area oggetto di studio con sovrapposizione del tracciato ferroviario di progetto e reticolo idrico originale della Fossa Zenobria (fonte: Fonte: Arpa Veneto/grafico idrografia)

Negli anni Novanta, la Fossa Zenobria venne attraversata dalla tangenziale di raccordo autostradale. A Sud della tangenziale, l'area compresa tra l'attuale tracciato della Zenobria, Via Pontara Sandri e il fiume Rosella, venne interessata da una ditta estrattiva la quale creò una cava di circa 15 ha ora interessata dall'attraversamento della linea AV/AC. Il tracciato originario della Zenobria venne cancellato e, nel punto di

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>Relazione tecnica generale e idraulica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 8 di 34</p>

attraversamento della tangenziale, deviato in senso Nord - Sud scaricando le acque nel paleo alveo dell'Adige e quindi nella fossa Gardesana.

Attualmente il tracciato della Fossa Zenobria nel punto che interseca la linea AV/AC, scorre su fondo privato per una estesa di m 100 e veicola un flusso costante di acque di risorgiva stimata in circa 450 l/s nell fossa Gardesana.

Per il tratto a cielo aperto la Fossa Zenobria si presenta con un vaso a profilo incassato con fondo di m 1,50 e sponde di m 1,70. con una bocca di m 2,00.



Figura 2 – Immagine satellitare dell'area oggetto di studio con sovrapposizione del tracciato ferroviario di progetto e reticolo idrico attuale della Fossa Zenobria (fonte: Fonte: Arpa Veneto/grafico idrografia)

Il rilievo celerimetrico di dettaglio ha messo in evidenza le dimensioni del tombino esistente sotto all'autostrada, corrispondenti a un  $\phi 800$  in cls. A valle dell'autostrada attualmente la Fossa Zenobria prosegue intubata per un tratto di lunghezza pari a circa 60 m per poi tornare a presentarsi come un fosso trapezoidale in terra fino a Via Pontara Sandri. Appena a monte di via Pontara Sandri è presente un ponticello che verrà mantenuto nella configurazione di progetto. Lo stato attuale è rappresentato nella seguente planimetria di stato di fatto e nelle successive immagini.



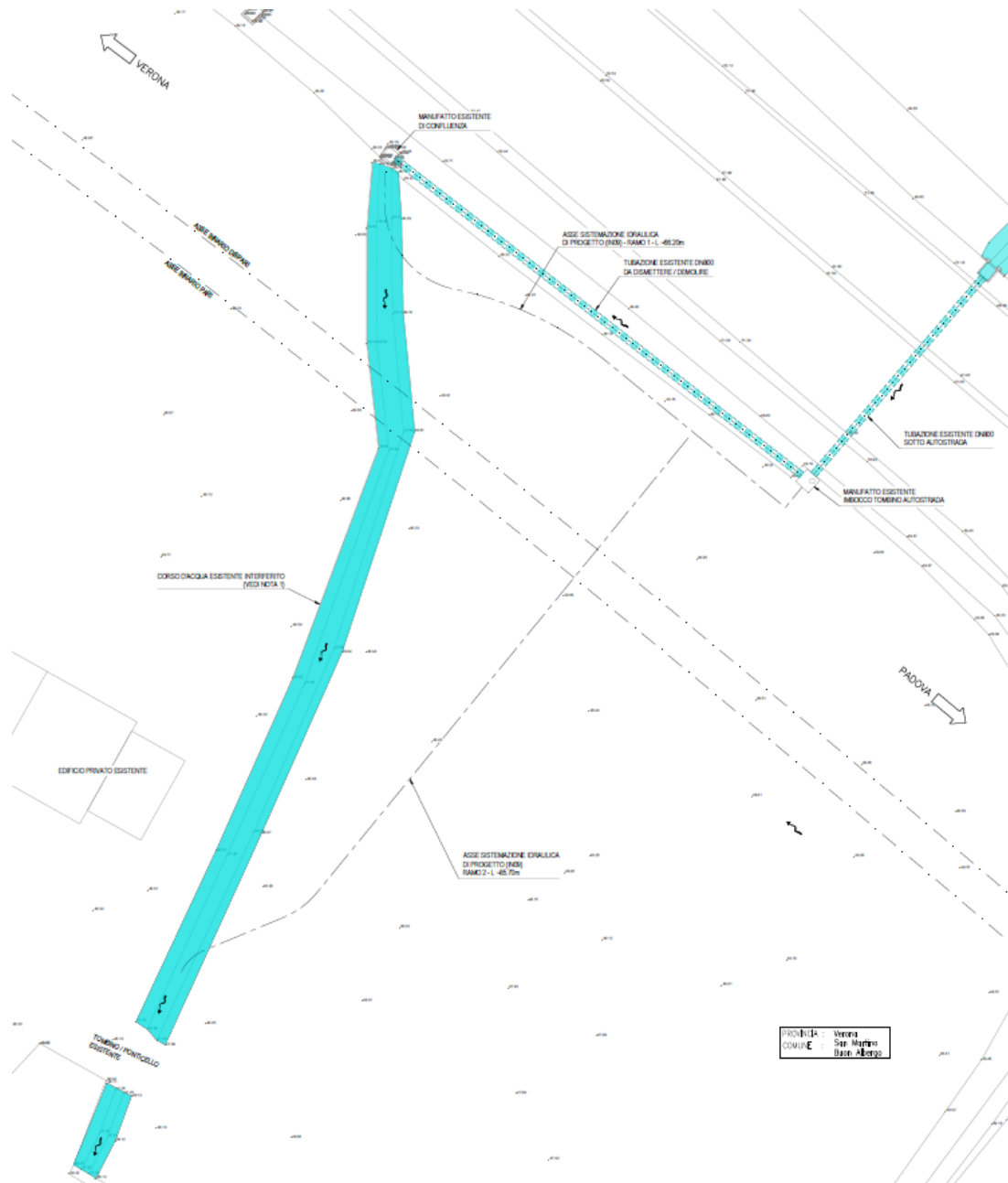


Figura 3 – Planimetria stato di fatto

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>Relazione tecnica generale e idraulica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 10 di 34</p>



Figura 4 – Vista lato monte dell'attraversamento esistente sotto l'autostrada



Figura 5 – Manufatto esistente a valle dell'autostrada



Figura 6 – Manufatto esistente di confluenza



Figura 7 – Ponticello esistente a monte di via Pontara Sandri, vista verso l'autostrada

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 12 di 34

#### 4 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un sifone costituito da una canna scatolare 3x2 m e una canna circolare Ø1500 con funzionamento alternato. L'opera, avente tracciato perpendicolare alla linea, è ubicata in corrispondenza della pk 4+483,73.

La struttura prevede è previsto un canale trapezio in terra 1.50x1.00 m rivestito con materassi reno di lunghezza 20 m con un breve tratto di raccordo alla struttura in cls e due rampe di uscita con pendenza 33%, di larghezza pari a 4.80 m ed estensione in pianta di 19.65 m, seguite da un tratto sub-orizzontale di estensione pari a 15.17 m ed altezza delle sponde pari a 1.26 m. Sono previste due canne scatoari di cui una una scatolare 3x2 m e una circolare Ø1500. La presenza di panconature a monte e a valle del sottoattraversamento consentirà la regolazione dei flussi idrici.

L'accesso dall'esterno è garantito dalla presenza delle rampe di accesso mezzi localizzate a valle del sottoattraversamento e dalle scale a pioli localizzate in corrispondenza dei pozzi di discesa di monte. I pozzi presentano profondità pari a 6.69 m; mentre le canne vere e proprie presentano lunghezza pari a 15.64 m e pendenza longitudinale pari a 0.2%, garantita dalla sagomatura mediante magrone. Superiormente l'accesso nei pozzi è garantito attraverso l'apertura dei chiusini predisposti nel grigliato metallico di copertura.

A monte e a valle dell'opera a sifone, si prevede la realizzazione di brevi tratti di canalizzazione di raccordo ai manufatti esistenti. Nel dettaglio, a monte è previsto in sinistra idraulica un collettore in cls  $\phi$ 1200 posato a partire dal manufatto di valle esistente a valle dell'attraversamento dell'autostrada e in destra idraulica un canale trapezio in terra 1.50x1.00 m di lunghezza pari a 33.80 m e un tratto di canale trapezio rivestito in materassi reno per gli ultimo 10 m a monte dell'imbocco del sifone.

A valle è previsto un canale trapezio in terra 1.50x1.00 m rivestito con materassi reno di lunghezza 20 m con un breve tratto di raccordo alla struttura in cls

I tratti di fossi rivestiti in materasse reno rispettano quanto richiesto dalla delibera CIPE 84/2017, in corrispondenza della transizione tra canale rivestito in materassi tipo reno e canale in terra è previsto un taglione di fondo in gabbioni.

La differenza tra la quota di imbocco e di sbocco del manufatto a sifone è pari a 21 cm.

La presenza di una griglia a monte dell'imbocco evita l'ingresso di materiale galleggiante (fogliame, erbe, rifiuti, ecc) e solidi grossolani all'interno dell'opera di sottoattraversamento. Per la descrizione dettagliata dell'opera si rimanda agli elaborati specifici di progetto.

All'interno del sifone +è previsto lo scarico della acque meteoriche raccolte dai fossi di testa dei tratti in trincea adiacenti e della portata laminata e sollevata dalla vasca IN10 – Stazione di pompaggio alla pk 4+499,38.

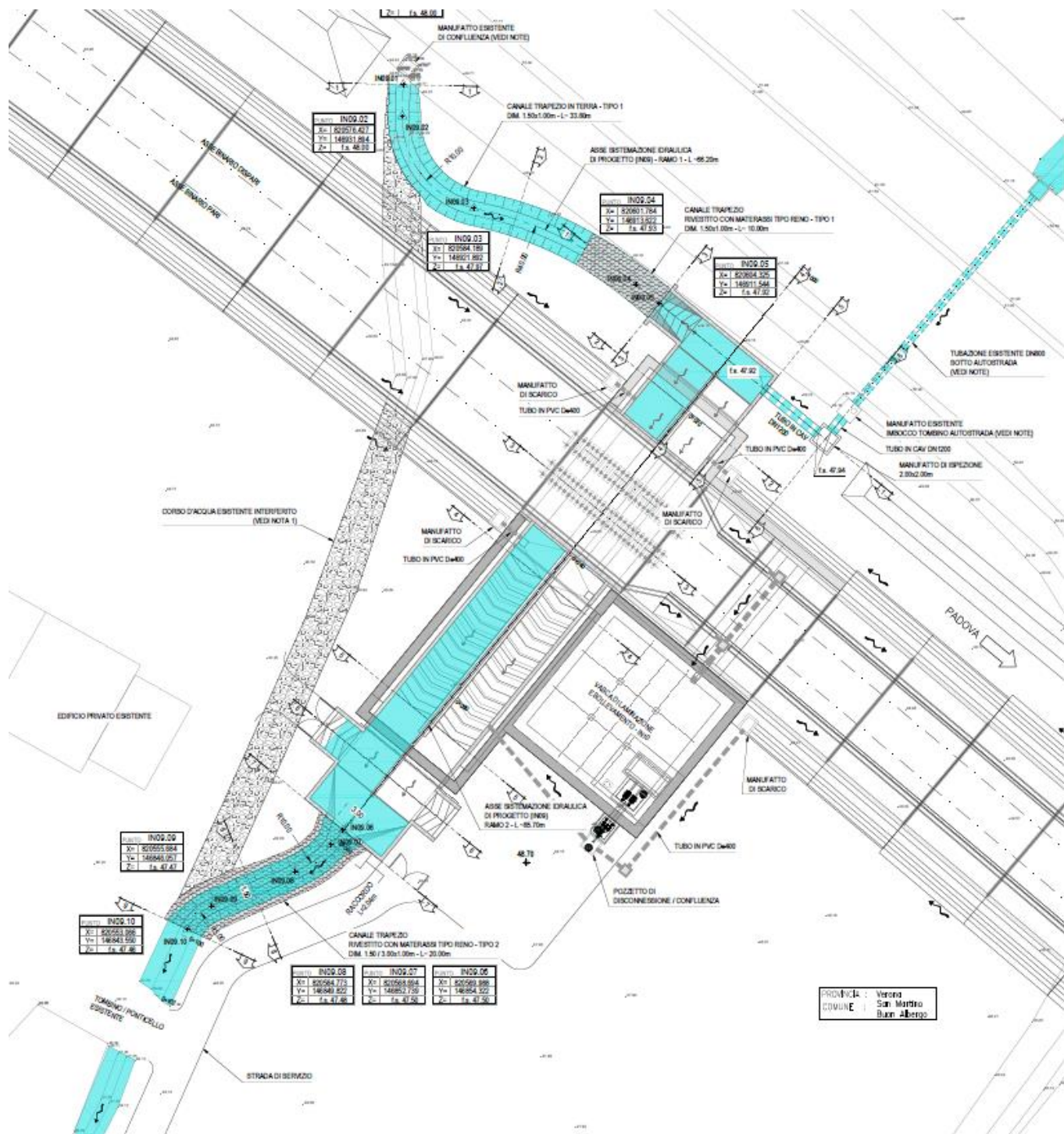


Figura 8 - Planimetria di progetto

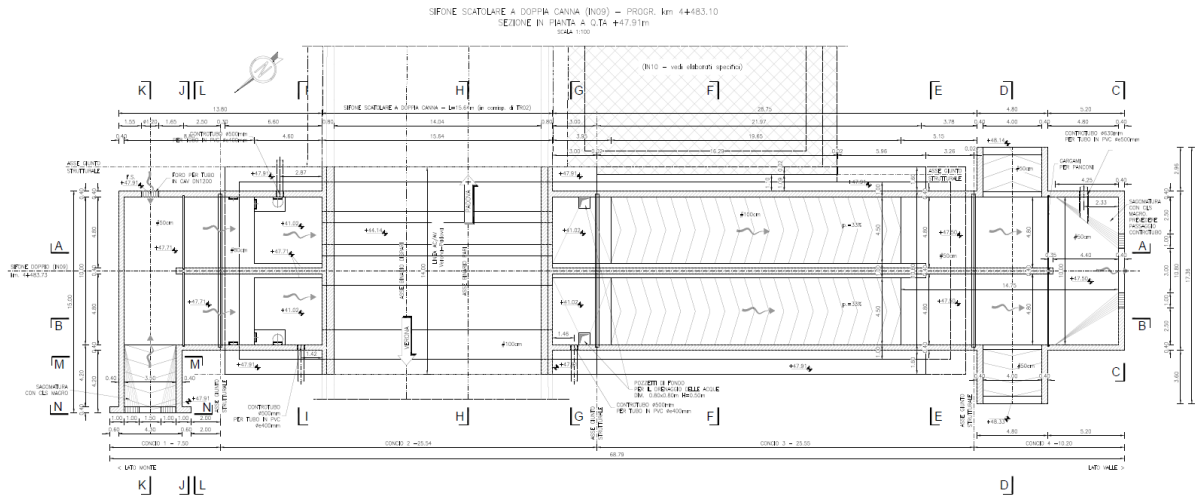


Figura 9 - Planimetria del manufatto

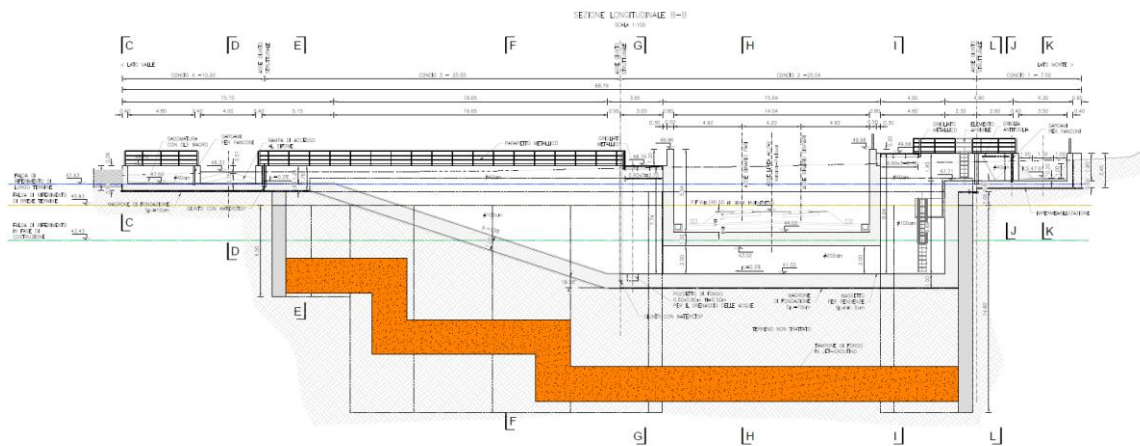


Figura 10 - Sezione lungitudinale del manufatto

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>Relazione tecnica generale e idraulica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 15 di 34</p>

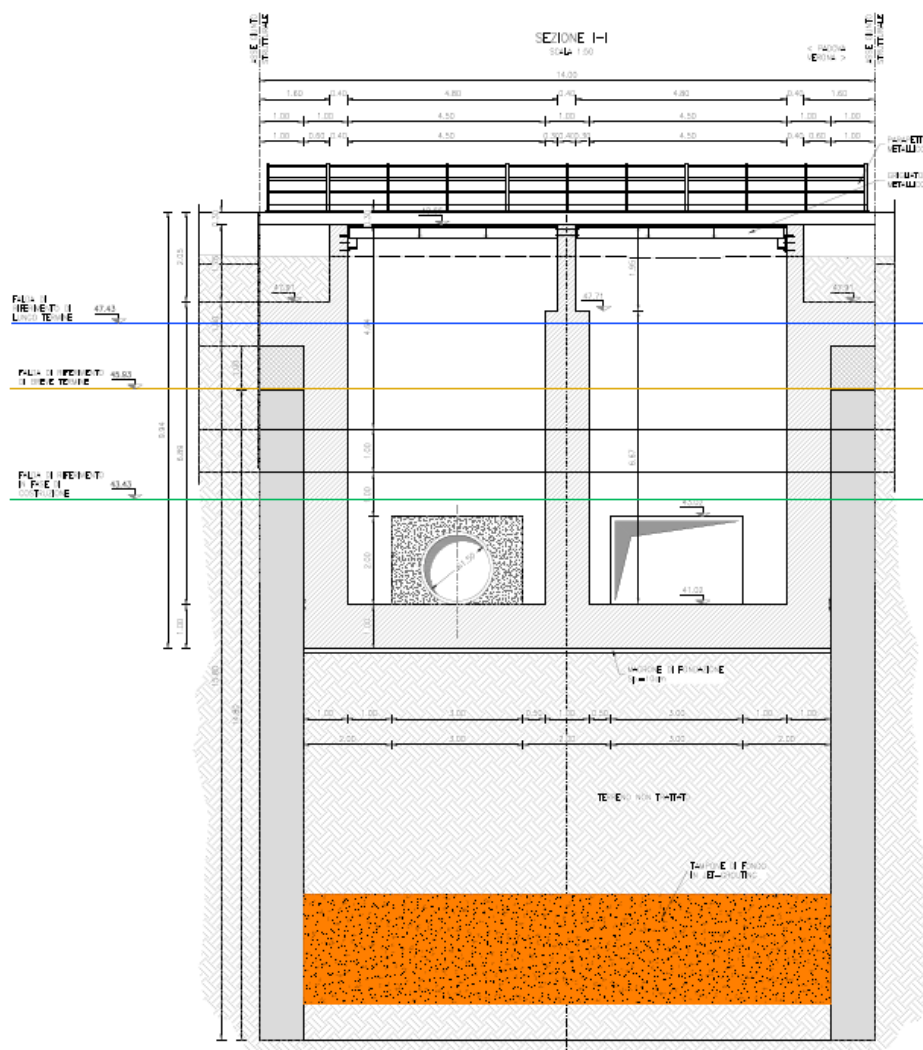


Figura 11 - Dettaglio canne orizzontali (sezione)

Come previsto già nel progetto definitivo, il manufatto è impermeabilizzato con guaine di tipo bituminose. Il manufatto scatolare è separato dai canali di accesso e uscita mediante due giunti strutturali, resi impermeabili da elementi water-stop.

Dal punto di vista strutturale le sezioni in calcestruzzo armato sono state dimensionate in esercizio per rispettare lo stato limite d'apertura di fessura minore a 0.2mm in combinazione caratteristica. Sono state inoltre condotte le verifiche di resistenza allo stato limite ultime e in condizioni sismiche SLV. La classe d'esposizione ambientale è XC4; il copriferro nominale è pari a 50mm.

Si prevede l'utilizzo di cementi di tipo CEM III, IV o V a basso calore di idratazione.

I livelli di falda utilizzati nella progettazione dell'opera sono stati definiti coerentemente con le misurazioni piezometriche effettuate tra aprile 2014 e febbraio 2018 e con quanto previsto nella Relazione Idrogeologica di tratta; dunque, i livelli della falda di progetto, per il dimensionamento delle opere in fase transitoria e definitiva valgono:

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 16 di 34

1. quota della falda di riferimento in fase di costruzione: pari alla falda media "misurata" incrementata di 0.5 m.
2. quota della falda a breve termine: pari alla falda media "misurata" incrementata di 3.0 m.
3. quota della falda a lungo termine: pari alla falda media "misurata" incrementata di 4.0 m.

In corrispondenza del manufatto in oggetto, la falda media misurata si attesta a quota 42.93m, ovvero circa 3.0 m sopra la quota di fondo scavo.

Il manufatto di sottoattraversamento presenta spessori di 1 m per la soletta di copertura e di fondazione; i piedritti presentano invece uno spessore di 2.0m per garantire l'allineamento della struttura interna con le rampe di accesso.

Il manufatto scatolare, solidale con una parte dei canali di imbocco e sbocco, è ancorato in corrispondenza dei canali a U ai diaframmi attraverso un cordolo sommitale, così come le rampe di accesso per la manutenzione per garantire l'equilibrio al galleggiamento anche ipotizzando una risalita della falda fino alla quota di riferimento a lungo termine.

Per l'esecuzione degli scavi necessari alla realizzazione dell'opera in sicurezza è prevista l'esecuzione diaframmi in c.a. di spessore 1m al contorno del manufatto. Per raggiungere il piano di esecuzione dei diaframmi è previsto un pre-scavo e dal piano campagna di circa 2.50 m.

Poiché la falda di riferimento in fase di costruzione è a circa 3.50m m sopra il fondo scavo, si prevede anche la realizzazione di un tampone in jet-grouting di spessore pari a 2.5 m. Il tampone di fondo ha la duplice funzione di ridurre almeno di due ordini di grandezza la permeabilità del terreno in sito in modo da consentire lo scavo sotto falda e di contrastare al piede i diaframmi durante le fasi di scavo. In linea con la progettazione della trincea di approccio TR02 alla GA01, adiacente all'opera in progetto, il tampone di fondo è stato dimensionato per la falda di riferimento in fase di breve termine, ovvero anche per le escursioni eccezionali dovute p.e. ad eventi meteorici intensi. Poiché lo scavo e la realizzazione dei diaframmi del sifone sono strettamente connessi all'interfaccia con le trincee di approccio, per le fasi realizzative di scavi e opere di sostegno si rimanda agli elaborati specifici delle trincee.

I canali d'accesso e d'uscita al sifone saranno realizzati in seconda fase, ovvero dopo la realizzazione dello scatolare a doppia canna e delle rampe di risalita.

Durante la realizzazione del sifone il fosso esistente verrà intercettato appena a valle del sottoattraversamento di via Coetta mediante una canalizzazione provvisoria in terra con sezione trapezia di dimensioni 2.5mx1.0 m di lunghezza pari a circa 127.60 m, che recapiterà a monte della canalizzazione di progetto a valle del sifone. Tale deviazione provvisoria dovrà essere verificata ed eventualmente ridefinita durante la cantierizzazione tenendo in considerazione le fasi realizzative delle altre opere coinvolte.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 17 di 34

## 5 VERIFICHE IDRAULICHE

### 5.1 Portata di progetto

In accordo con il manuale di progettazione Italferr, le verifiche idrauliche sono state condotte in relazione alla portata duecentennale, pari a 2.10 mc/s.

Per la stima di tale portata si faccia riferimento all'elaborato IN1710EI2RHID0000002 - Relazione idrologica e idraulica degli attraversamenti secondari.

### 5.2 Base geometrica

Il rilievo celerimetrico di dettaglio effettuato nell'area ha evidenziato:

- la presenza del collettore  $\phi 800$  sotto l'autostrada anche se risulta nota solo la quota di scorrimento a monte dell'attraversamento mentre a valle è stato rilevato solo il chiusino del manufatto di arrivo del  $\phi 800$ .
- La presenza del manufatto di confluenza dal quale ha origine il fosso a cielo aperto
- Le dimensioni del fosso a cielo aperto

Si raccomanda di predisporre, prima dell'inizio delle attività, un rilievo di dettaglio dei manufatti idraulici esistenti da conservare ed integrare nel progetto e se necessario adeguare le quote di scorrimento (f.s.). la carpenteria, le armature e lo spessore del massetto andranno aggiornati di conseguenza.

### 5.3 Scabrezze

Non avendo operato uno studio specifico riguardante la granulometria e le condizioni morfologiche dell'alveo, per quanto riguarda la definizione del coefficiente di scabrezza da utilizzare per le verifiche, sono stati presi a riferimento gli standard Italferr.

Per il tratto di alveo esaminato è stato quindi considerato un coefficiente di Strickler, pari a 67  $m^{1/3}s^{-1}$  per i canali in calcestruzzo, 40  $m^{1/3}s^{-1}$  per gli alvei in terra e 50  $m^{1/3}s^{-1}$  per la sistemazione in materassi reno.

### 5.4 Verifiche in moto uniforme

#### 5.4.1 Stato di fatto

La verifica di stato di fatto riguarda il collettore  $\phi 800$  esistente sotto l'autostrada e il fosso trapezoidale in terra esistente. Sono state considerate le dimensioni medie individuate dal rilievo celerimetrico. La pendenza media del fosso aperto, pari a circa l'1%, è stata adottata anche per il collettore  $\phi 800$  esistente.

Si riportano di seguito le caratteristiche delle opere, le relative scale delle portate in forma di grafico e i valori di dimensionamento per gli elementi di progetto. I tabulati delle scale delle portate sono riportati in ALLEGATO A – SCALE DELLE PORTATE.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 18 di 34

### Fosso in terra esistente

Tabella 1 – Caratteristiche geometriche del fosso esistente

Pendenza Canale	<b>i</b>	0.01	
Base Maggiore	<b>B</b>	4.90	m
Base Minore	<b>b</b>	1.50	m
Altezza Max	<b>H</b>	1.70	m
Pendenza Sponde	<b>Tg α</b>	1.00	
Angolo sponde	<b>α</b>	45.00	gradi
Coeff strickler	<b>Ks</b>	40	m <sup>-1/3</sup> s <sup>-1</sup>

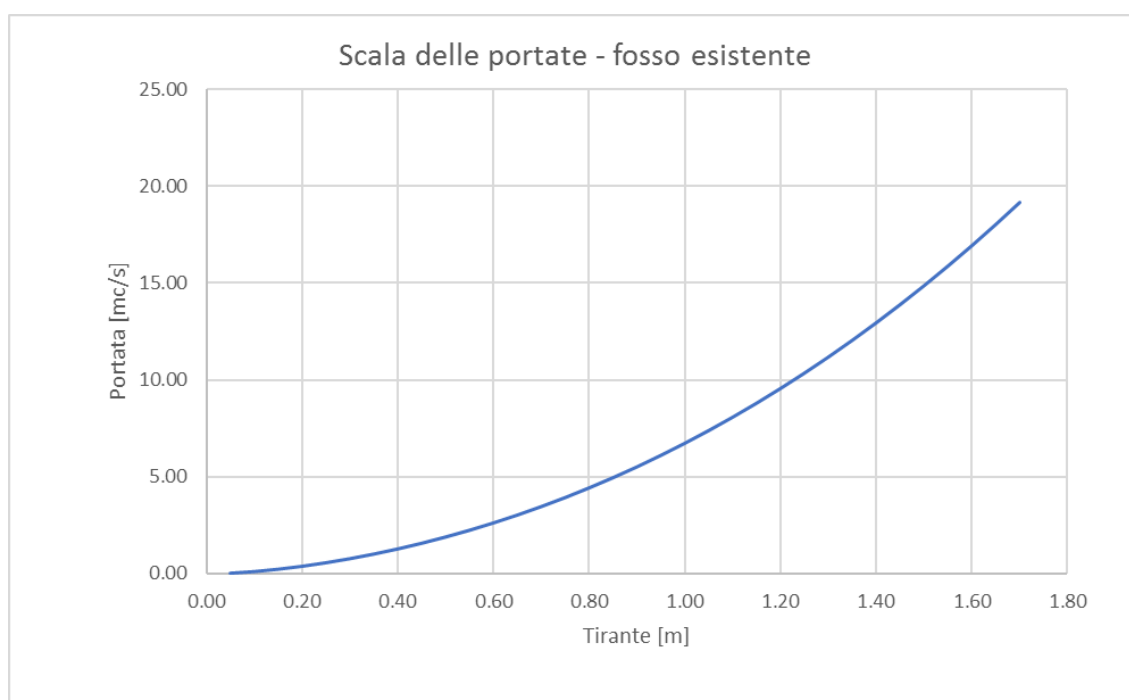


Figura 12 – Scala delle portate del fosso esistente

La portata massima convogliabile dal fosso esistente è pari a circa 19.20 m<sup>3</sup>/s. L'affossatura esistente risulta quindi compatibile con la portata 200-ennale di progetto.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 19 di 34

### Collettore $\phi 800$ esistente

Tabella 2 – Caratteristiche geometriche del collettore esistente

Raggio interno	<b>R</b>	0.004	m
Altezza massima	<b>H</b>	3.00	m
Area pieno riempimento	<b>A</b>	1.00	m <sup>2</sup>
Coeff. Strickler	<b>Ks</b>	1.00	m <sup>-1/3</sup> s <sup>-1</sup>
Pendenza canale	<b>i</b>	1.00	m/m

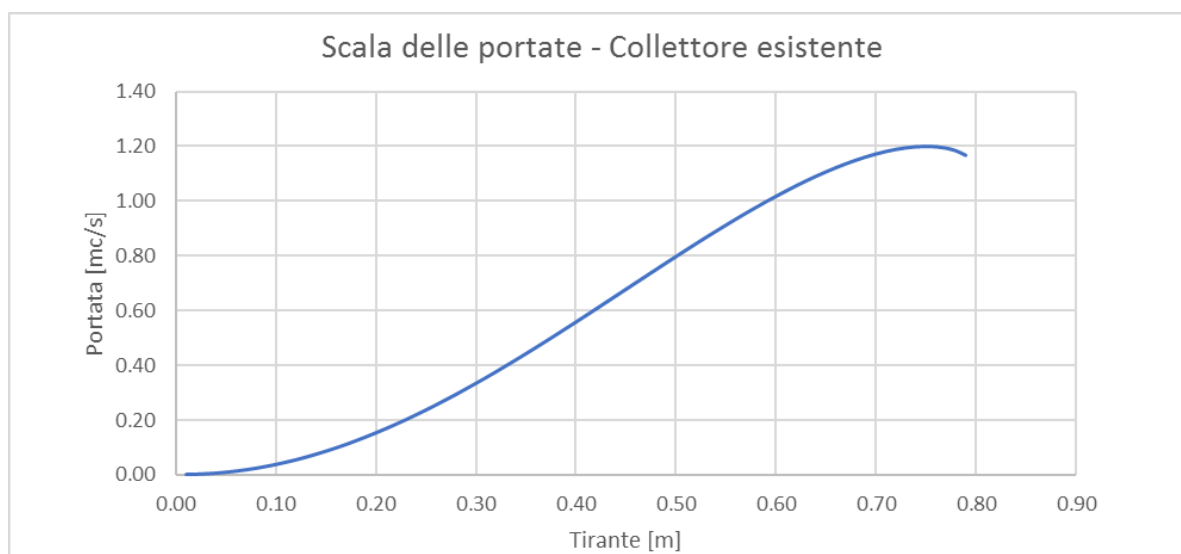


Figura 13 – Scala delle portate del collettore esistente

La portata massima convogliabile dal collettore esistente è pari a circa 1.20 m<sup>3</sup>/s. Il collettore  $\phi 800$  attualmente esistente sotto l'autostrada non risulta quindi compatibile con la portata 200-ennale di progetto ma con circa la metà di tale portata. In fase di cantiere saranno da definire in modo completo le quote di scorrimento del collettore e l'effettivo funzionamento idraulico dell'opera esistente.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 20 di 34

#### 5.4.2 Stato di progetto

Le verifiche idrauliche consistono essenzialmente in:

- calcolo dei livelli idrici che si instaurano nelle canalizzazioni a monte e a valle dell'opera a sifone in condizione di moto uniforme;
- calcolo delle perdite di carico totali lungo il sifone al fine di determinare il livello idrico che si instaura a monte dell'opera a sifone;
- verifica della compatibilità dei tiranti effettivi che si instaurano a monte e a valle del sottoattraversamento con la geometria delle inalveazioni stesse.
- calcolo delle velocità di scorrimento per verificarne la compatibilità con i materiali di realizzazione;

Essendo l'alveo esistente a debole pendenza, il moto risulta essere comandato da valle, pertanto dal tirante idrico che si instaura nella canalizzazione Sud.

Il procedimento di verifica risulta essere iterativo e consiste nel calcolare le perdite di carico che avvengono nel sifone che andranno sommate al tirante idrico di valle (moto uniforme) per definire il tirante di monte. Dato che le perdite di carico sono funzione del tirante di monte, come primo valore di tentativo del tirante di monte, viene impostato quello ottenuto in moto uniforme; i valori verranno aggiornati iterativamente fino al raggiungimento della convergenza.

Visti i risultati delle verifiche di sdf, che hanno mostrato come il collettore  $\phi 800$  esistente non risulti compatibile con la portata di progetto, si assume che il ramo principale sia rappresentato dal fosso a cielo aperto.

#### Perdite di carico opera a sifone

- Perdita concentrata per il passaggio attraverso la griglia

Valutata attraverso la formula di Berezinsky:

$$dHg = k \cdot \frac{Vm^2}{2g}$$

Dove il coefficiente k viene calcolato come:

$$k = K_d K_t i^{1.6} f(L/b) \sin\theta$$

$$f(L/b) = 8 + 2.3 L/b + 2.4 b/L$$

Dove:

$K_d$  Coefficiente di ostruzione → Coefficiente che tiene conto del grado di ostruzione. Il valore da 1.1 a 1.2 può essere utilizzato per griglie dotate di moderne attrezzature di pulizia e 1,5 per apparecchiature obsolete. Il valore da 2 a 4 per le griglie con pulizia manuale.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 21 di 34

Kt Coefficiente di forma delle barre → 0,51 per barre rettangolari allungate, 0,35 per barre circolari  
0,32 per barre rettangolari con punte arrotondate

P → Relazione tra area barre e area totale

θ → Angolo formato dal piano della griglia con piano orizzontale [gradi]

L → Lunghezza delle barre nella direzione del flusso [m]

b → Distanza tra le barre [m]

v → velocità media attraverso la griglia (considerare la superficie totale lorda della griglia)

Perdita concentrata di ingresso canale-pozzetto scatolare:

definita come perdita di sbocco del canale rettangolare di monte in un serbatoio praticamente a moto nullo

$$dHi = 1 \cdot \frac{Vm^2}{2g}$$

Dove Vm rappresenta la velocità di moto uniforme nel canale di monte.

Perdita concentrata per variazione di sezione pozzetto scatolare-canna sifone:

$$dHr = 0.5 \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Dove V rappresenta la velocità idrica nella canna del sifone

Perdite continue nella canna del sifone

$$dHr = \frac{(2 \cdot g \cdot Lc)}{Ks^2 \cdot R_H^{4/3}} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Dove:

Lc rappresenta la lunghezza della canna

Ks è il coefficiente di resistenza secondo Gauckler-Strickler

R è il raggio idraulico

V è la velocità nella canna

Perdita concentrata per variazione di sezione canna del sifone- rampa di uscita

Definita come perdita di sbocco della tubazione in un serbatoio

$$dHa = 1 \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Dove V è la velocità nella canna del sifone

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17    Lotto 12    Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001    Rev. A    Foglio 22 di 34

### Moto uniforme nei canali

Il calcolo dei livelli idrici nei canali di monte e di valle è stato condotto in moto uniforme mediante la formulazione di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i_f}$$

Dove Q [m<sup>3</sup>/s] è la portata,  $\chi$ [m<sup>1/2</sup> s<sup>-1</sup>] il coefficiente di attrito, A [m<sup>2</sup>] l'area della sezione liquida, R [m] il raggio idraulico,  $i_f$  la pendenza dell'alveo.

Si riportano di seguito le caratteristiche delle canalizzazioni in progetto le relative scale delle portate in forma di grafico e i tiranti previsti in moto uniforme. I tabulati delle scale delle portate sono riportati in ALLEGATO A – SCALE DELLE PORTATE.

- Collettore  $\phi$ 1200 di progetto

Tabella 3 – Caratteristiche geometriche del canale trapezio di monte e valle

Pendenza Canale	<b>i</b>	0.002	
Base Maggiore	<b>B</b>	3.50	m
Base Minore	<b>b</b>	1.50	m
Altezza Max	<b>H</b>	1.00	m
Pendenza Sponde	<b>Tg <math>\alpha</math></b>	1.00	
Angolo sponde	<b><math>\alpha</math></b>	45.00	gradi
Coeff strickler	<b>Ks</b>	50	m-1/3s-1



Figura 14 – Scala delle portate del canale trapezio di monte e valle

Tabella 4 – Tirante previsto in moto uniforme nel canale trapezio di monte e valle

Altezza pelo libero (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.72	2.10	1.32	0.72

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 23 di 34

- Canale trapezio di monte e valle rivestito con materassi tipo reno

Tabella 5 – Caratteristiche geometriche del canale trapezio di monte e valle

Pendenza Canale	<b>i</b>	0.002	
Base Maggiore	<b>B</b>	3.50	m
Base Minore	<b>b</b>	1.50	m
Altezza Max	<b>H</b>	1.00	m
Pendenza Sponde	<b>Tg <math>\alpha</math></b>	1.00	
Angolo sponde	<b><math>\alpha</math></b>	45.00	gradi
Coeff strickler	<b>Ks</b>	50	m-1/3s-1



Figura 15 – Scala delle portate del canale trapezio di monte e valle

Tabella 6 – Tirante previsto in moto uniforme nel canale trapezio di monte e valle

Altezza pelo libero (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.72	2.10	1.32	0.72

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 24 di 34

- Canale rettangolare di monte

Tabella 7 – Caratteristiche geometriche del canale rettangolare di monte

Pendenza Canale	<b>i</b>	0.002	
Base Maggiore	<b>B</b>	10.00	m
Base Minore	<b>b</b>	10.00	m
Altezza Max	<b>H</b>	1.95	m
Pendenza Sponde	<b>Tg α</b>	0.00	
Angolo sponde	<b>α</b>	0.00	gradi
Coeff strickler	<b>Ks</b>	67	$m^{-1/3}s^{-1}$

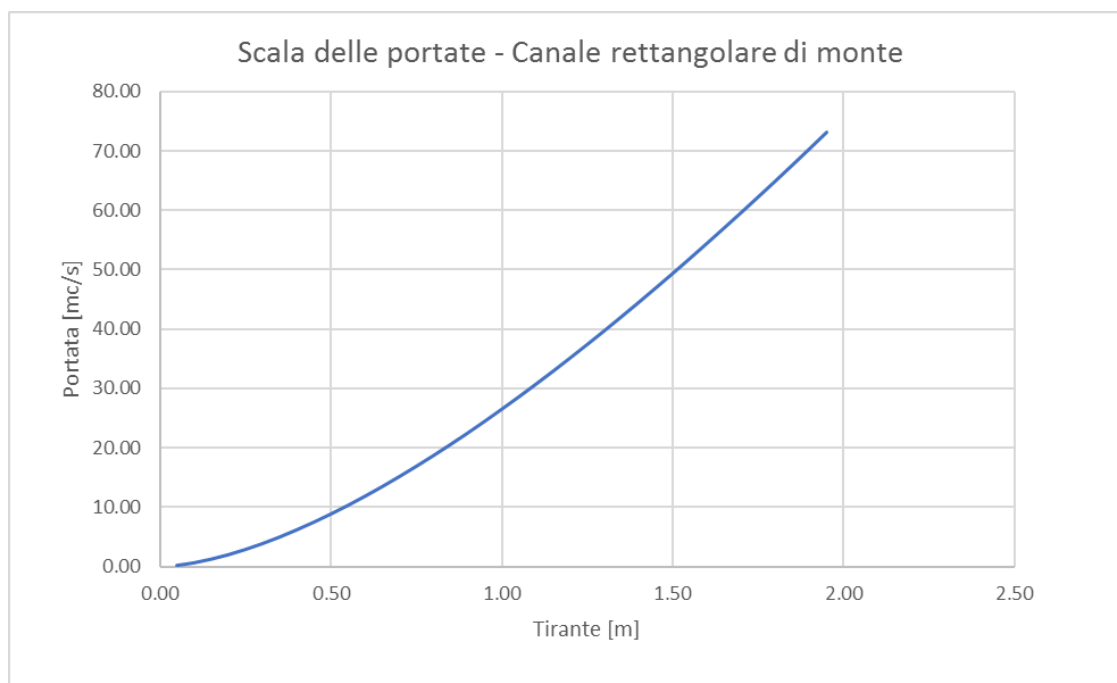


Figura 16 – Scala delle portate del canale rettangolare di monte

Tabella 8 – Tirante previsto in moto uniforme nel canale rettangolare di monte

Altezza pelo libero (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.21	2.10	1.02	0.11



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 25 di 34

- Canale rettangolare di valle

Tabella 9 – Caratteristiche geometriche del canale rettangolare di valle

Pendenza Canale	<b>i</b>	0.002	
Base Maggiore	<b>B</b>	10.00	m
Base Minore	<b>b</b>	10.00	m
Altezza Max	<b>H</b>	1.26	m
Pendenza Sponde	<b>Tg <math>\alpha</math></b>	0.00	
Angolo sponde	<b><math>\alpha</math></b>	0.00	gradi
Coeff strickler	<b>Ks</b>	67	$m^{-1/3}s^{-1}$

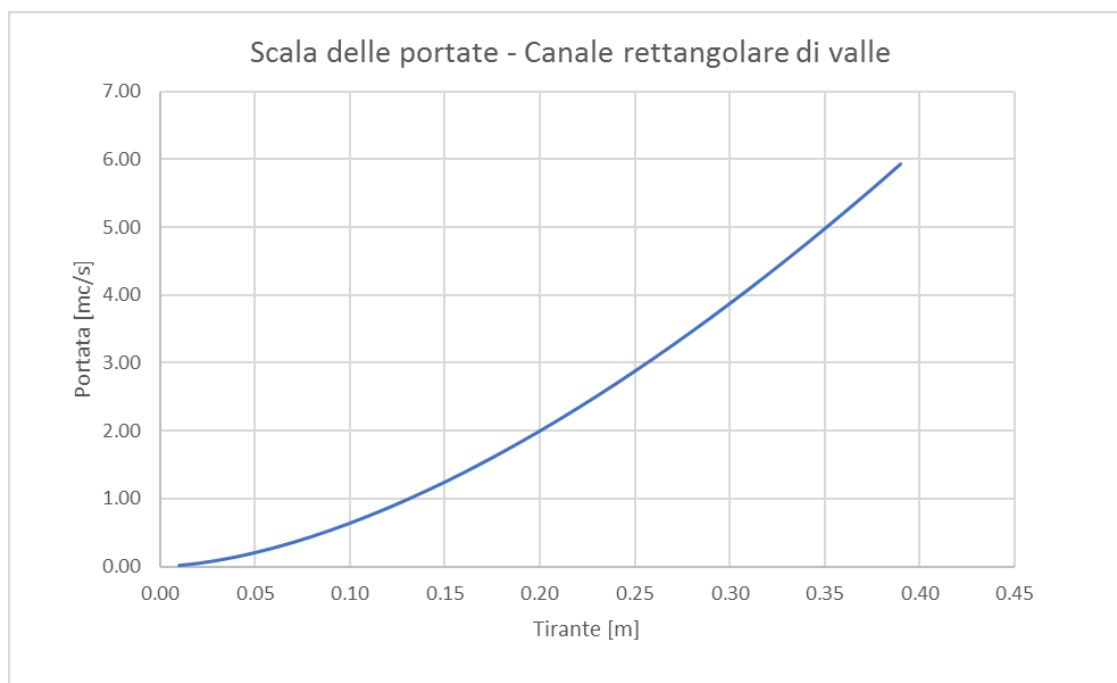


Figura 17 – Scala delle portate del canale rettangolare di valle

Tabella 10 – Tirante previsto in moto uniforme nel canale rettangolare di valle

Altezza pelo libero (m)	Portata ( $m^3/s$ )	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.21	2.10	1.02	0.16

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 26 di 34

### Risultati verifiche

Coeff. di perdita carico griglia			
Kd	2,00		
Kf	0,51		
p	0,1		
f(L/b)	13,95		
L	0,05		m
b	0,1		m
q	60		deg
q	1,05		rad
V	0,66		m/s
<b>k</b>	<b>0,310</b>		<b>m</b>

Perdite di carico canna 3x2			
<b>Perdite concentrate griglia</b>	dHgr	0.0022	m
coeff. Perdita griglia	k	0.310	
<b>Perdita ingresso pozzo</b>	dHi	0.01	m
coeff. Perdita imbocco	ki	1	
velocità canale di monte	Vm	0.37	m/s
<b>Perdite variazione di sezione - pozzo/canna sifone</b>	dHr	0.003	
coeff. Perdita variazione sezione	k1	0.5	
velocità nella canna	V	0.37	m/s
area canna sifone	A	5.70	
<b>Perdite continue canna sifone 3x2</b>	dHcs	0.001	
lunghezza canna	Lc	14.04	
base	b	3.00	m
altezza	H	1.90	m
area canna sifone	A	5.70	m <sup>2</sup>
velocità nella canna	V	0.37	m/s
coeff. Restenza Gauckler-Strickler	KS	67	
raggio idraulico	R	0.48	m
<b>Perdite variazione di sezione - canna sifone/rampa</b>	dHa	0.01	m
area canna sifone	A	5.70	m <sup>2</sup>
velocità nella canna	V	0.37	m/s
coeff. Perdita sbocco	ks	1.00	
<b>Perdite di carico complessive canna 3x2</b>	ΔH	0.02	m
<b>Perdite di carico canna 1500</b>			

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 27 di 34

<b>Perdite concentrate griglia</b>	dHgr	0.0015	m
coeff. Perdita griglia	k	0.310	
<b>Perdita ingresso pozzo</b>	dHi	0.005	m
coeff. Perdita imbocco	ki	1	
velocità canale di monte	Vm	0.31	m/s
<b>Perdite variazione di sezione - pozzo/canna sifone</b>	dHr	0.04	
coeff. Perdita variazione sezione	k1	0.5	
velocità nella canna	V	1.19	m/s
area canna sifone	A	1.77	
<b>Perdite continue canna sifone</b>	dHcs	0.02	
lunghezza canna	Lc	14.04	
Diametro	D	1.50	m
crf	r	4.71	m
area canna sifone	A	1.77	m <sup>2</sup>
velocità nella canna	V	1.19	m/s
coeff. Restenza Gauckler-Strickler	KS	67	
raggio idraulico	R	0.38	m
<b>Perdite variazione di sezione - canna sifone/rampa</b>	dHa	0.07	m
area canna sifone	A	1.77	m <sup>2</sup>
velocità nella canna	V	1.19	m/s
coeff. Perdita sbocco	ks	1.00	
<b>Perdite di carico complessive canna 1500</b>	ΔH	0.13	m

Ne risulta una perdita di carico massima nel sifone pari a 13 cm, che sommata al livello di valle, pari a 47.50 m slm genera un livello idrico di monte pari a 48.35, corrispondente ad un tirante di 0.64 m. Tale livello genera un riempimento del canale rettangolare di monte pari al 33% ed al canale trapezio di monte pari al 44%. Nella canna circolare  $\phi 1500$  del sifone si instaura una velocità della corrente pari a 1.19 m/s mentre nella canna scatolare la velocità risulta pari a 0.37 m/s. Tali valori di velocità sono stati ritenuti accettabili in quanto le dimensioni minime delle canne del sifone sono dettate dalla possibilità di ispezione e manutenzione dell'opera.

Tirante di valle sifone	0.72	m
Quota di fondo di valle	47.50	m slm
Livello idrico di valle	48.22	m slm

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 28 di 34

Livello idrico canale di monte	48.35	m slm
Quota di fondo canale rett. di monte	47.71	m slm
Tirante canale rett. di monte	0.64	m
Quota di fondo canale trp. di monte	47.91	m slm
Tirante canale trp. di monte	0.44	m

Velocità canale trp. di valle	1.32	m/s
Velocità canale trp. di monte	2.46	m/s
Velocità canale rett di monte	0.31	m/s
Velocità moto nella canna	1.19	m/s

I tiranti che si instaurano a monte e a valle dell'opera a sifone risultano essere compatibili con la geometria delle inalveazioni di progetto. Le velocità che si instaurano risultano essere compatibili con i materiali previsti.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 29 di 34

## 6 DEVIAZIONI PROVVISORIE

Le lavorazioni dovranno essere svolte durante la stagione non irrigua e in accordo con il Consorzio ApV. Per garantire la deviazione nel canale provvisorio di tutta l'acqua convogliata è prevista la posa in opera di una tura provvisoria per parzializzarlo e consentire la realizzazione dei nuovi manufatti in asciutta.

Il riempimento della sezione esistente dismessa avverrà con materiale da bonifica appartenente alle classi A1, A2, A3, procedendo con una compattazione a strati in accordo con le prescrizioni di Capitolato. Per le porzioni della testa sotto l'impronta del rilevato il riempimento sarà arrestato alla quota del piano di lavoro mentre per le parti esterne sarà portato fino al piano campagna.

## 7 CONCLUSIONI

L'intervento di sistemazione della fossa Zenobria risulta "idraulicamente compatibile" per la portata 200-ennale di progetto, il sottoattraversamento della linea mediante opera a sifone genera livelli idrici che risultano essere contenuti nelle inalveazioni di progetto.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 30 di 34

## ALLEGATO A – SCALE DELLE PORTATE

Scala delle portate del canale trapezio esistente – SDF

Altezza pelo libero (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.05	0.04	0.51	0.03
0.10	0.12	0.78	0.06
0.15	0.25	0.99	0.09
0.20	0.40	1.17	0.12
0.25	0.58	1.32	0.15
0.30	0.79	1.46	0.18
0.35	1.03	1.59	0.21
0.40	1.29	1.70	0.24
0.45	1.59	1.81	0.26
0.50	1.91	1.91	0.29
0.55	2.26	2.00	0.32
0.60	2.64	2.09	0.35
0.65	3.05	2.18	0.38
0.70	3.48	2.26	0.41
0.75	3.95	2.34	0.44
0.80	4.45	2.42	0.47
0.85	4.98	2.49	0.50
0.90	5.54	2.56	0.53
0.95	6.13	2.63	0.56
1.00	6.75	2.70	0.59
1.05	7.41	2.77	0.62
1.10	8.10	2.83	0.65
1.15	8.82	2.90	0.68
1.20	9.58	2.96	0.71
1.25	10.38	3.02	0.74
1.300	11.21	3.08	0.76
1.350	12.07	3.14	0.79
1.400	12.98	3.20	0.82
1.450	13.92	3.25	0.85
1.500	14.90	3.31	0.88
1.550	15.91	3.37	0.91
1.600	16.97	3.42	0.94
1.650	18.06	3.47	0.97
1.700	19.19	3.53	1.00

Scala delle portate del collettore  $\phi 800$  esistente – SDF

Altezza pelo libero (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.05	0.01	0.66	0.06
0.10	0.04	1.02	0.13
0.15	0.09	1.31	0.19
0.20	0.15	1.56	0.25
0.25	0.24	1.76	0.31
0.30	0.33	1.94	0.38
0.35	0.44	2.09	0.44
0.40	0.56	2.22	0.50
0.45	0.68	2.33	0.56
0.50	0.80	2.41	0.63
0.55	0.91	2.48	0.69
0.60	1.02	2.52	0.75
0.65	1.11	2.53	0.81
0.70	1.17	2.51	0.88
0.75	1.20	2.45	0.94

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 32 di 34

Scala delle portate del canale trapezio di monte e di valle – SDP

Altezza pelo libero (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.05	0.02	0.29	0.05
0.10	0.07	0.45	0.10
0.15	0.14	0.57	0.15
0.20	0.23	0.67	0.20
0.25	0.33	0.76	0.25
0.30	0.45	0.84	0.30
0.35	0.59	0.91	0.35
0.40	0.74	0.98	0.40
0.45	0.91	1.04	0.45
0.50	1.10	1.10	0.50
0.55	1.30	1.15	0.55
0.60	1.51	1.20	0.60
0.65	1.75	1.25	0.65
0.70	2.00	1.30	0.70
0.75	2.27	1.34	0.75
0.80	2.55	1.39	0.80
0.85	2.86	1.43	0.85
0.90	3.18	1.47	0.90
0.95	3.52	1.51	0.95
1.00	3.88	1.55	1.00



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 33 di 34

Scala delle portate del canale rettangolare di monte– SDP

Altezza pelo libero (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.05	0.20	0.40	0.03
0.10	0.64	0.64	0.05
0.15	1.24	0.83	0.08
0.20	2.00	1.00	0.10
0.25	2.88	1.15	0.13
0.30	3.87	1.29	0.15
0.35	4.98	1.42	0.18
0.40	6.18	1.55	0.21
0.45	7.48	1.66	0.23
0.50	8.86	1.77	0.26
0.55	10.32	1.88	0.28
0.60	11.86	1.98	0.31
0.65	13.47	2.07	0.33
0.70	15.15	2.16	0.36
0.75	16.90	2.25	0.38
0.80	18.71	2.34	0.41
0.85	20.58	2.42	0.44
0.90	22.51	2.50	0.46
0.95	24.50	2.58	0.49
1.00	26.53	2.65	0.51
1.05	28.62	2.73	0.54
1.10	30.76	2.80	0.56
1.15	32.95	2.86	0.59
1.20	35.18	2.93	0.62
1.25	37.45	3.00	0.64
1.300	39.77	3.06	0.67
1.350	42.13	3.12	0.69
1.400	44.53	3.18	0.72
1.450	46.97	3.24	0.74
1.500	49.44	3.30	0.77
1.550	51.96	3.35	0.79
1.600	54.50	3.41	0.82
1.650	57.08	3.46	0.85
1.700	59.69	3.51	0.87
1.750	62.34	3.56	0.90
1.800	65.02	3.61	0.92
1.850	67.72	3.66	0.95
1.900	70.46	3.71	0.97
1.950	73.22	3.75	1.00

Scala delle portate del canale rettangolare di valle – SDP

Altezza pelo libero (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.05	0.20	0.40	0.04
0.10	0.64	0.64	0.08
0.15	1.24	0.83	0.12
0.20	2.00	1.00	0.16
0.25	2.88	1.15	0.20
0.30	3.87	1.29	0.24
0.35	4.98	1.42	0.28
0.40	6.18	1.55	0.32
0.45	7.48	1.66	0.36
0.50	8.86	1.77	0.40
0.55	10.32	1.88	0.44
0.60	11.86	1.98	0.48
0.65	13.47	2.07	0.52
0.70	15.15	2.16	0.56
0.75	16.90	2.25	0.60
0.80	18.71	2.34	0.63
0.85	20.58	2.42	0.67
0.90	22.51	2.50	0.71
0.95	24.50	2.58	0.75
1.00	26.53	2.65	0.79
1.05	28.62	2.73	0.83
1.10	30.76	2.80	0.87
1.15	32.95	2.86	0.91
1.20	35.18	2.93	0.95
1.25	37.45	3.00	0.99