



Agenzia Interregionale per il fiume Po

REGIONE PIEMONTE - PROVINCIA DI ALESSANDRIA



## COMUNE DI CASTELNUOVO BORMIDA

Intervento:

### INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELLE DIFESE IDRAULICHE IN COMUNE DI CASTELNUOVO B.DA

Oggetto: Relazione tecnica integrativa

livello di progettazione

ESECUTIVO

Progetto:



**Sandiano ing. Stefano**

Via Aspromonte 16  
15121 - Alessandria  
P. IVA n. 01878150067  
Tel. 347-4059163

Sede operativa: Via Aspromonte 16 - Alessandria - Tel/Fax: 0131 288369

data DICEMBRE 2017

scala

revisione

III

data

14.02.2018

Il Sindaco

Il Segretario

Il Responsabile Unico del Procedimento

elaborato n.

**A01-1 INT**

**COMUNE DI CASTELNUOVO BORMIDA**

**INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELLE DIFESE IDRAULICHE IN  
COMUNE DI CASTELNUOVO BORMIDA**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Relazione integrativa**

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>SPOSTAMENTO DEGLI ORGANI DI TENUTA .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>VERIFICA FILTRAZIONE .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>SOLETTA LUNGO STRADA GORRE .....</b>	<b>7</b>
4.1	INSERIMENTO DI WATERSTOP.....	7
4.2	FORNITURA E POSA DI PARAPETTI.....	8
4.3	VERIFICA AI CARICHI DI ESERCIZIO E TRANSITORI.....	10
<b>5</b>	<b>MATERIALI E LORO PRESTAZIONI.....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>VERIFICA DELLE PORTATE .....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>ESPROPRI ED OCCUPAZIONI .....</b>	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>ECONOMIE .....</b>	<b>18</b>

## **1 PREMESSA**

La presente relazione è parte integrante del progetto esecutivo di completamento e manutenzione delle difese idrauliche in Comune di Castelnuovo B.da (AL) per il quale l'Amministrazione ha inteso incaricare lo scrivente della progettazione preliminare, definitiva, esecutiva, DL contabilità, CSP e CSE..

L'intervento si rende opportuno a seguito della riscontrata disponibilità economica derivante dalle economie del finanziamento stanziato per la realizzazione dell'argine a protezione del concentrico, tratti A-B e B-C, realizzati su finanziamento AIPo e a mezzo di convenzione stipulata con l'Amministrazione Comunale, stazione Appaltante degli interventi, come nel seguito esplicitato

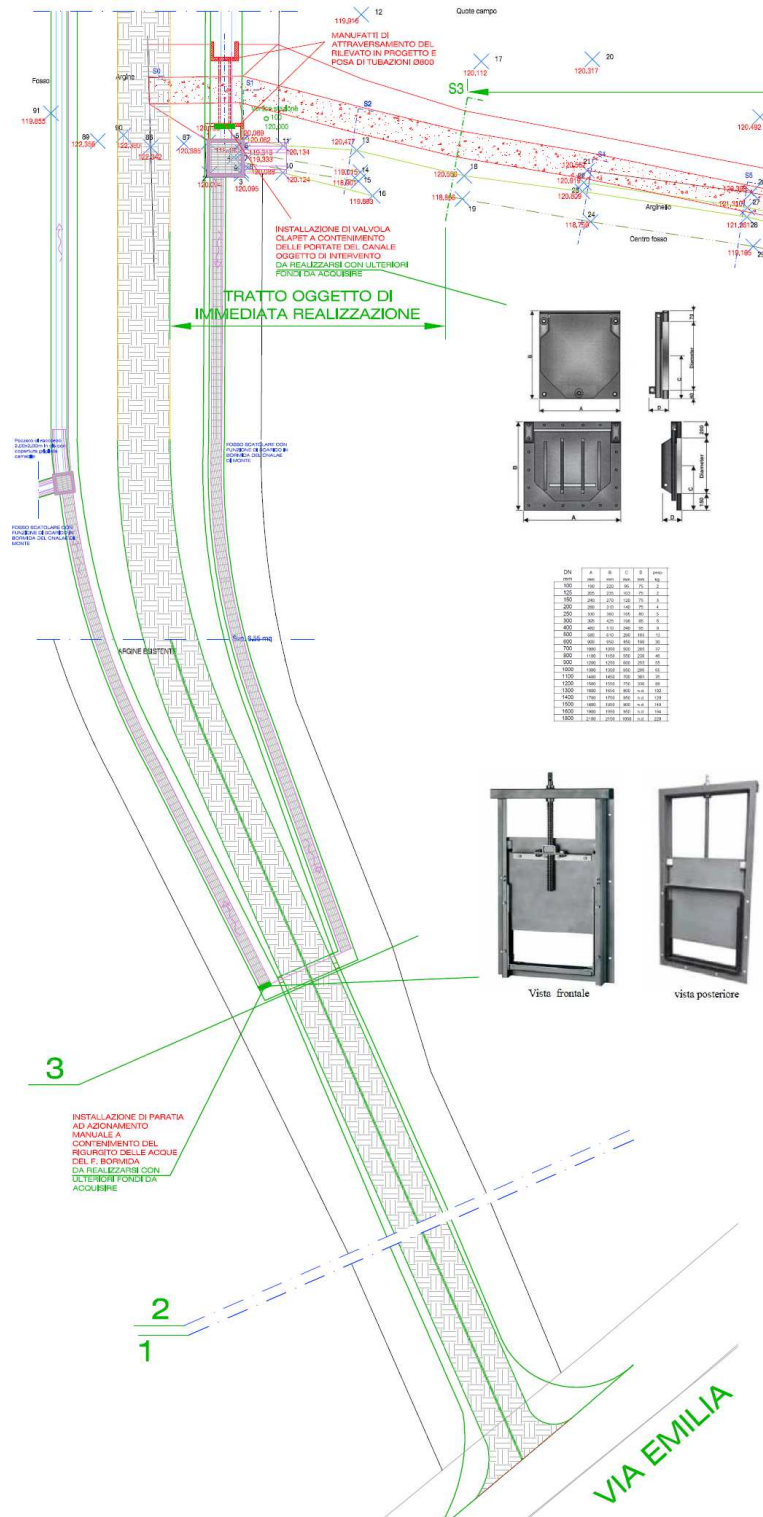
A seguito dell'incontro avuto presso l'A.I.Po Ufficio decentrato di Alessandria, conseguente alla richiesta di parere idraulico, sono emerse esigenze di chiarimenti ed integrazioni come nel seguito sviluppate ed esposte.

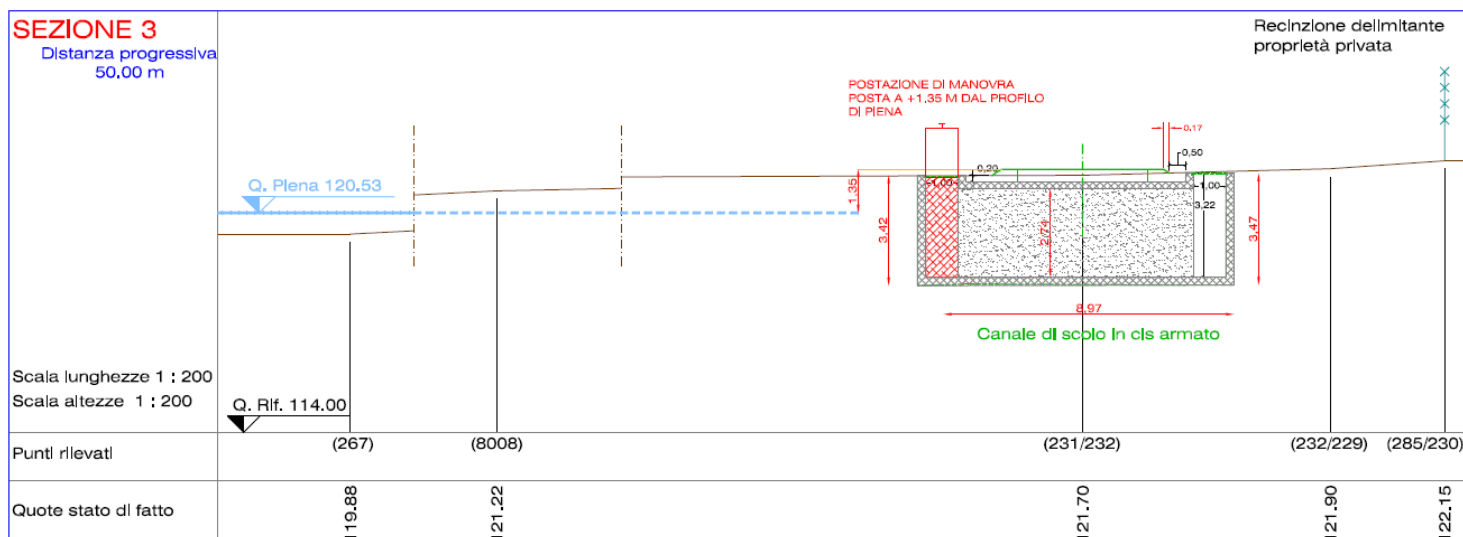
Alla presente sono allegate le relative tavole grafiche integrative.

## 2 SPOSTAMENTO DEGLI ORGANI DI TENUTA

Relativamente al lotto II è prevista l'installazione di due organi di tenuta anti riflusso, di cui uno posto lungo il fosso di guardia del rilevato arginale esistente lato abitato, ed un in testa al canale che circoscrive il tratto iniziale dello stesso rilevato, per scaricare le acque del fosso trasversale, immissario del Bormida.

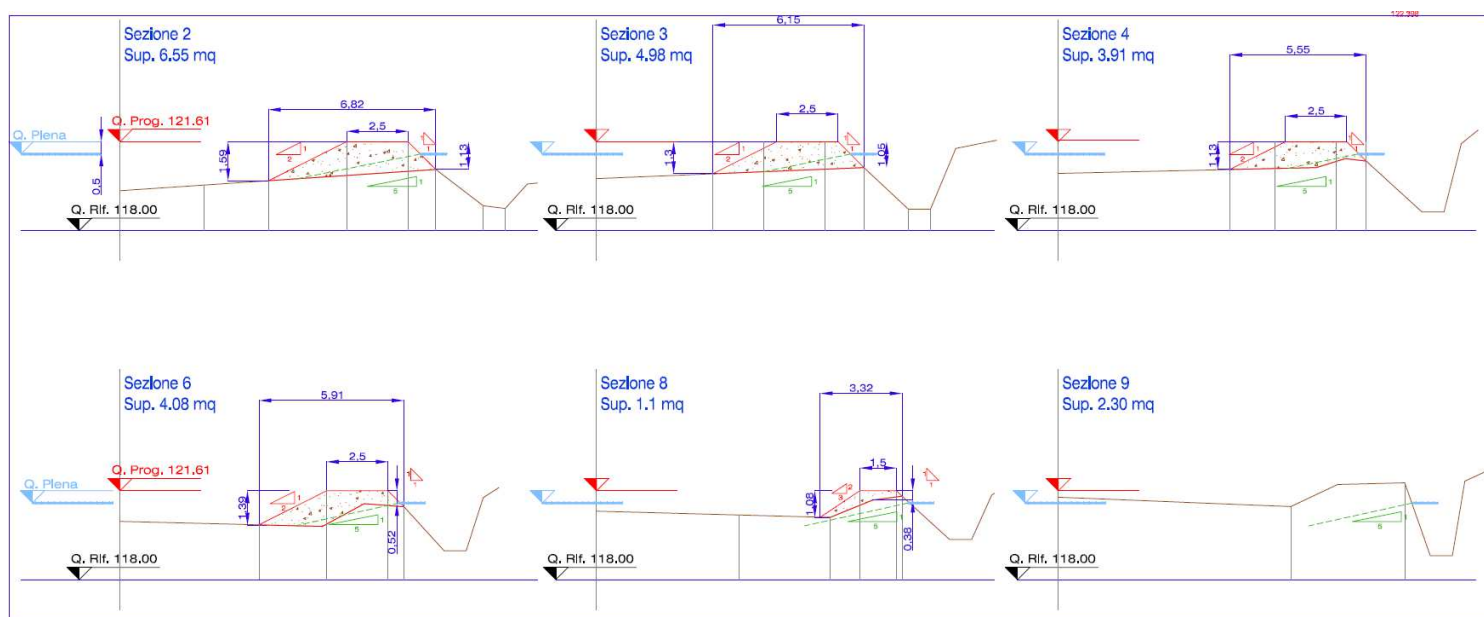
Quest'ultimo organo di manovra, costituito da un paratia ad azionamento manuale è stato posto in corrispondenza della sezione 3 rappresentata nella relativa tavola grafica, in corrispondenza della quale il livello di piena previsto risulta più basso delle quote campagna esistenti. In tale maniera risulta pertanto manovrabile in sicurezza:





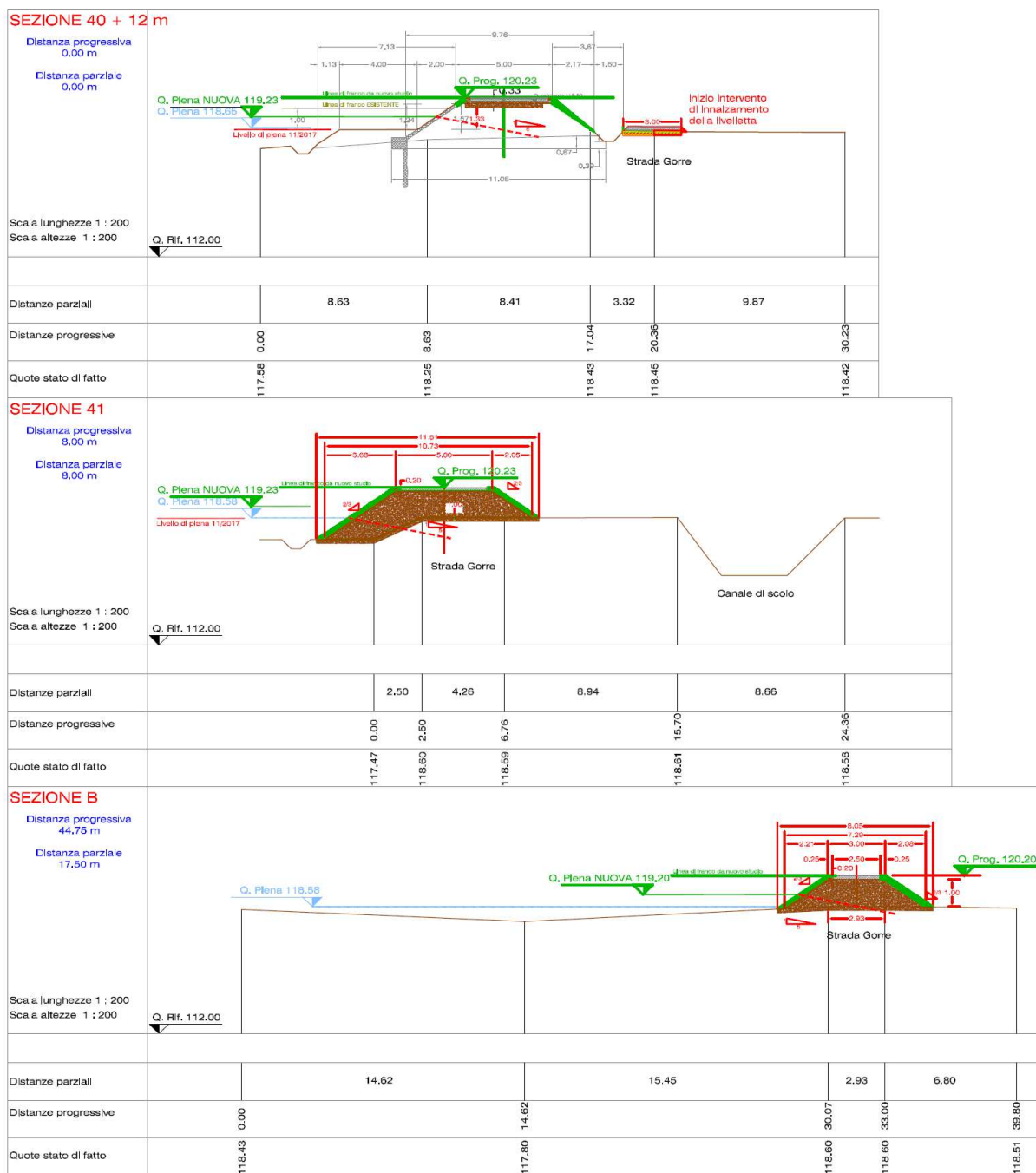
### 3 VERIFICA FILTRAZIONE

In considerazione del fatto che le opere comprendono la realizzazione di ringrossi arginali, che interessano la strada consortile delle Gorre, e l'arginello in sponda destra del fosso immissario del F. Bormida, si è provveduto alla verifica della linea di filtrazione, in via grafica, verificando che la linea con pendenza 1/5 a partire dalla quota del battente d'acqua di monte, non intersechi la sponda del rilevato di valle. Tali verifiche hanno dato esito positivo, avendo omesso quelle relative al tratto di argine realizzato in terre armate, avendo previsto, per esso, l'impermeabilizzazione del paramento di monte.



Ringrosso arginello sponda destra fosso

La sezione è stata modificata riducendo la pendenza della sponda di valle da 2/3 a 1/2.

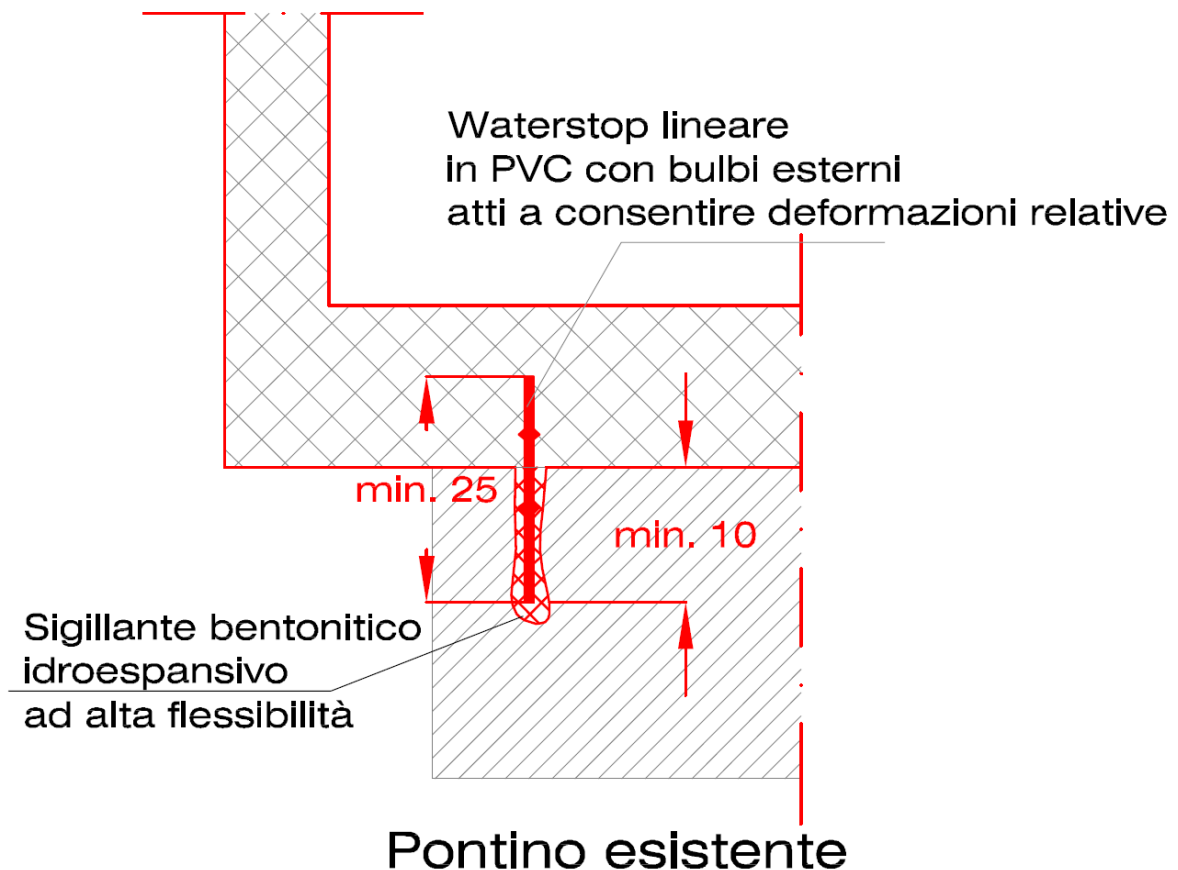


Rilevato Strada Gorre

## 4 SOLETTA LUNGO STRADA GORRE

### 4.1 Inserimento di waterstop

Per quanto riguarda la soletta di nuova realizzazione lungo strada delle Gorre, atta a sostenere il rialzo del piano viabile alle quote di coronamento idonee, si è prevista la fornitura e posa di una guaina waterstop in PVC, flessibile, posta quale barriera alla filtrazione lungo l'interfaccia all'intradosso del getto in progetto. Tale guaina è inserita mediante taglio sull'estradosso della soletta, colatura di sigillante bentonitico idroespansivo, mentre lato soletta nuova sarà inglobato nel getto previsto.

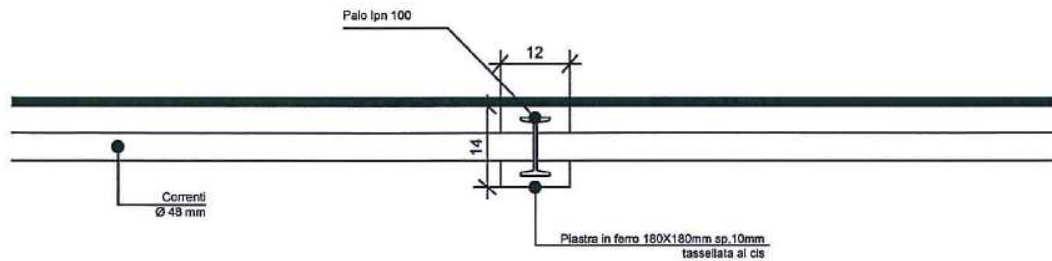


Per le parti dove la soletta poggia direttamente sul terreno, potrà comunque essere predisposto un taglio (scavo stretto a sezione, all'interno del quale colare il sigillante e fissare la guaina in PVC).

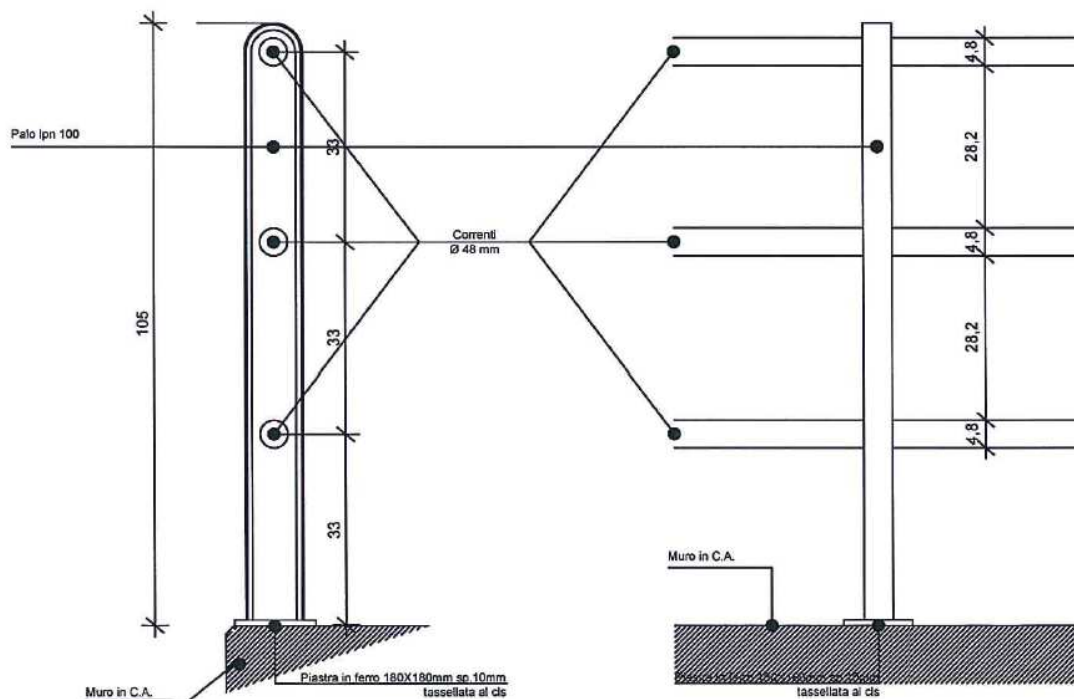


## 4.2 Fornitura e posa di parapetti

Lungo i lati della soletta, in testa alle velette di contenimento, si è prevista la fornitura e posa di ringhiera parapetto a tubi passanti del diametro di mm 48 costituita da montante in p100-p120 opportunamente sagomato alla sommità, con 3 fori, di altezza m 1,05 e correnti in tubo del diametro di mm 48 di spessore non inferiore a mm 3, completo e zincato in bagno caldo Interasse m 2.00 con montante in p100, come da schema sotto riportato.



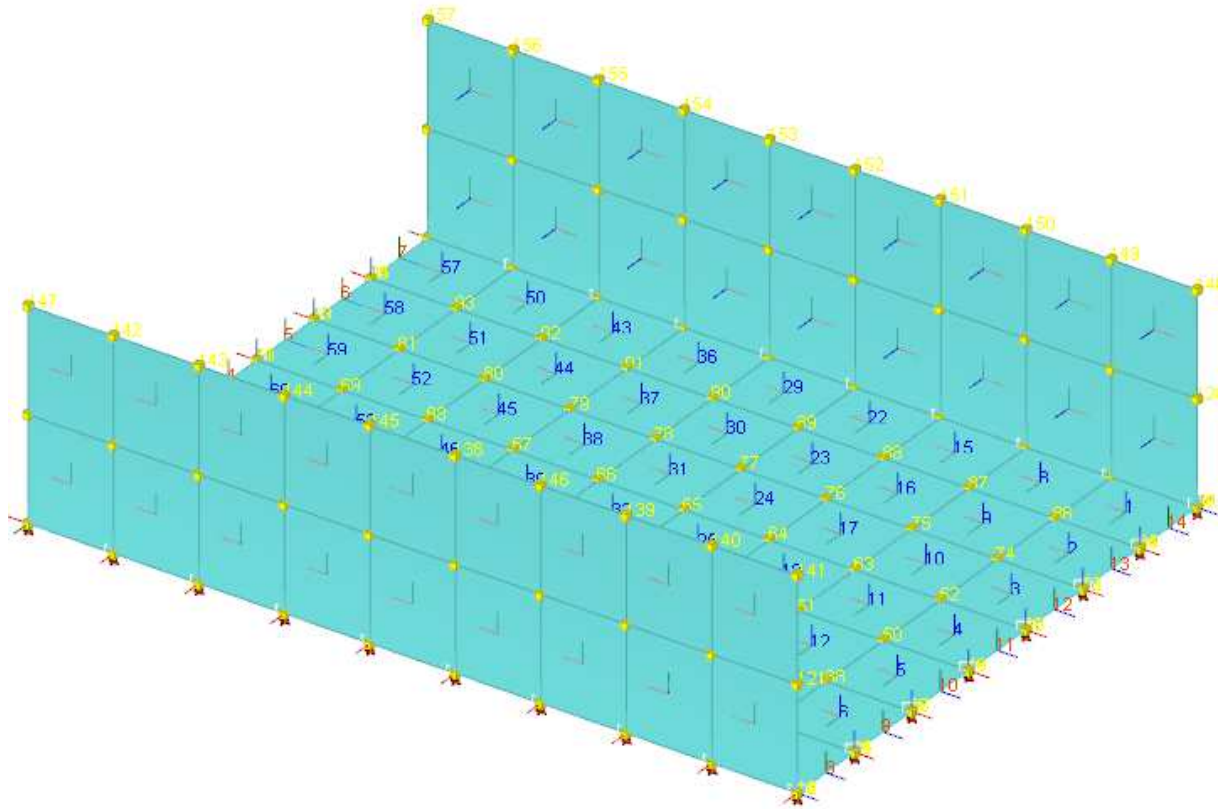
PIANTA PARAPETTO 1:10





### 4.3 Verifica ai carichi di esercizio e transitori

Per il dimensionamento della soletta si è provveduto ad una modellazione agli elementi finiti, di cui alla relazione di calcolo parte integrante del progetto esecutivo in oggetto:



I carichi assunti sulla soletta sono rappresentati dai seguenti valori:

Condizioni	Concentrati	Lineari	Superficiali	Termici	Potenziali	Combinabilità per default	Combinazioni
	Descrizione	Colore	Pesi strutturali	Permanenti portati	Variabile G		
► 1	soletta						
Valore			0	2550	600		
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale		
2	solo variabile						
Valore			0	0	600		
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale		

Per i quali si è assunto:

- Il carico del terrapieno pari a 2550 daN/mq, dato dall'altezza del riempimento 1.5m per il peso del terreno di 1700daN/mc
- Il carico variabile pari a 600 daN/mq, estesi a tutta la superficie della soletta.

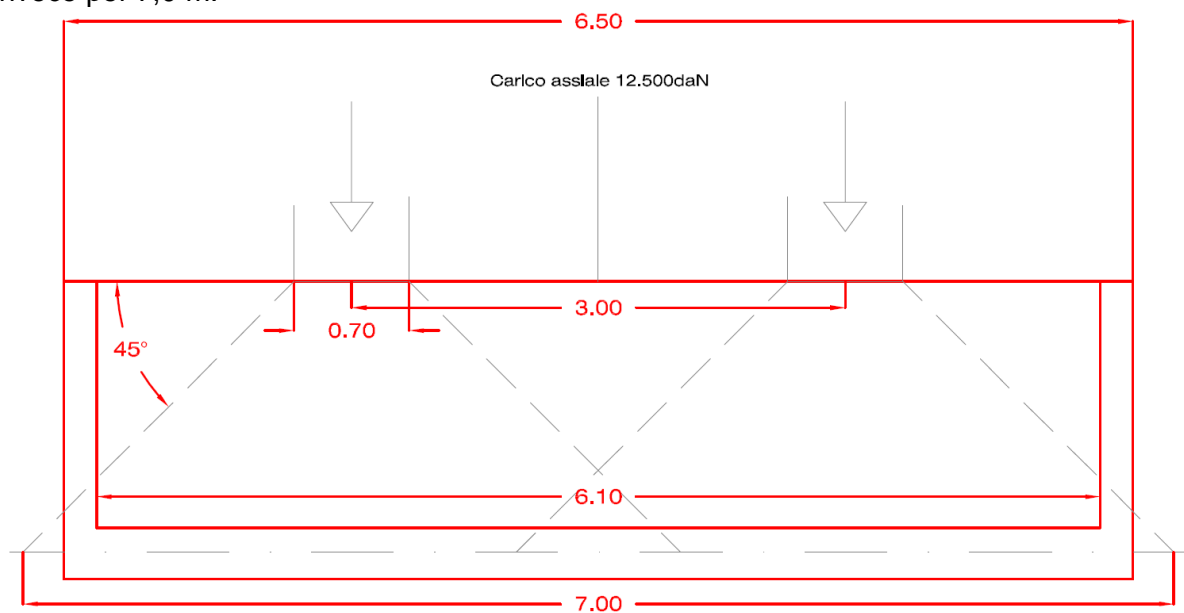
In riferimento al carico variabile, dato dal transito dei mezzi sulla soletta, si espongono le seguenti considerazioni:

il manufatto non è soggetto a carichi stradali secondo il N.C.D.S. e D.M. 14.01.2008, in quanto insiste su una strada consortile bianca.

E' però soggetto al passaggio dei mezzi impiegati per le lavorazioni agrarie, ed ai carichi transitori in fase di realizzazione dell'opera, dati dai mezzi di cantiere.

In merito ai mezzi agricoli si è valutato il carico distribuito equivalente dato da una mietitrebbia (uno dei mezzi più pesanti che potenzialmente posso transitare sul pontino), la cui massa può variare da 8000 a 25000daN, in funzione della marca, modello, e capacità di contenimento dei serbatoi di stoccaggio dei prodotti.

L'interasse alle ruote è mediamente di 3,00m con larghezza degli pneumatici variabile da 0,70 a 1,0 m; ponendosi nella condizione maggiormente sfavorevole, ovvero di massa pari a 25000daN e larghezza delle ruote di 0,70m, definendo un angolo di diffusione dei carichi di 45° lungo la verticale del terrapieno fino alla mezzzeria della soletta, l'impronta di carico coprirebbe tutta la larghezza della soletta, eccedendo in modo significativo. Trasversalmente si considera pertanto la larghezza netta della soletta; longitudinalmente l'impronta si estende invece per 7,0 m:




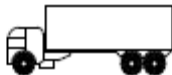
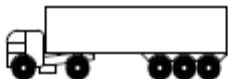
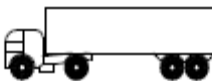

Complessivamente l'impronta di carico è di  $6,10 \times 7,00 = 42,7 \text{mq}$ .

Ipotesi 1 - si considera la massa equamente ripartita sugli assi: in questo caso il carico distribuito equivalente vale  $12500 \text{daN} / 42,7 \text{mq} = 293 \text{daN/mq}$

Ipotesi 2 - qualora vi fosse una significativa asimmetria di ripartizione della massa sugli assi, il carico distribuito arriverebbe al massimo a 586daN/mq (tutta la massa su un asse solo)

Ipotesi 3 – mezzi di cantiere: per valutare la possibilità di transito dei mezzi di cantiere si è fatto riferimento al seguente schema tratto dalle NTC2008:

Tabella 5.1.VIII – Modello di carico a fatica n. 4 – veicoli equivalenti

Sagoma del veicolo	Tipo di pneumatico (Tab.5.1-IX)	Interassi [m]	Valori equivalenti dei carichi asse [kN]	Composizione del traffico		
				Lunga percorrenza	Media percorrenza	Traffico locale
	A B	4,50	70 130	20,0	40,0	80,0
	A B B	4,20 1,30	70 120 120	5,0	10,0	5,0
	A B C C C	3,20 5,20 1,30 1,30	70 150 90 90 90	50,0	30,0	5,0
	A B B B	3,40 6,00 1,80	70 140 90 90	15,0	15,0	5,0
	A B C C C	4,80 3,60 4,40 1,30	70 130 90 80 80	10,0	5,0	5,0

Con riferimento ad un mezzo di cantiere già sufficientemente idoneo per l'approvvigionamento del materiale nella fattispecie, ci si riferisce al 4 assi con massa complessiva 400kN sopra evidenziato, per il quale il massimo carico corrispondente al doppio asse posteriore è di 180kN, inferiore al massimo carico assunto per il dimensionamento della soletta.

## 5 MATERIALI E LORO PRESTAZIONI

In riferimento alle opere previste in corrispondenza del pontino di attraversamento lungo Strada delle Gorre, si rileva che il canale scolmatore presente convoglia le acque in uscita dal depuratore comunale, immettendole nel F. Bormida, in sponda destra.

Tale canale, in corrispondenza della sezione di valle del pontino, sarà regolato da una valvola clapet di dimensioni 200x200cm, il cui telaio sarà fissato ad una cornice in cls armato di nuova realizzazione.

In assenza di analisi specifiche, ma trattandosi comunque di acque reflue depurate (diversamente non potrebbe essere, essendo lo scarico a cielo aperto e diretto in alveo), si è prevista una classe di esposizione pari a XA1:

6 Attacco chimico**						
5 a	<b>XA1</b>	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	<b>XA2</b>	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	<b>XA3</b>	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	
*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: - moderato: occasionalmente gelato in condizione di saturazione; - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione. **) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.						

### CLASSI DI ESPOSIZIONE XA (UNI 11104-2004)

Classe di esp.	Terreno		Max a/c	Min R <sub>ck</sub> (MPa)	Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Copr. (mm)
	Acidità (Bauman Gully)	Ione SO <sub>4</sub> (mg/kg)				
<b>XA1</b>	> 200	> 2000 < 3000	0.55	35	320	25
<b>XA2</b>	--	> 3000 < 12000	0.50	40	340	25
<b>XA3</b>	--	> 12000 < 24000	0.45	45	360	25

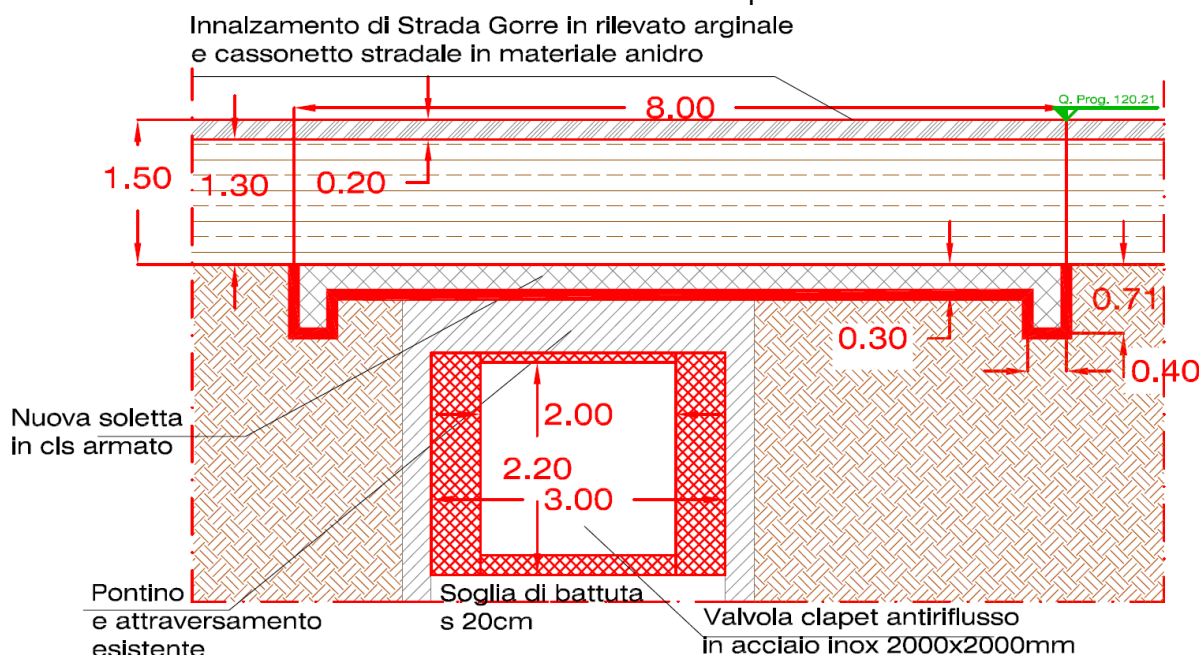
Per tale classe di esposizione la tabella materiali riporta la classe di calcestruzzo minima, pari a C28/35 con R<sub>ck</sub> min 35N/mm<sup>2</sup>, così come il computo metrico estimativo ed il C.S.A.

Per lo stesso motivo all'interno del C.S.A. si è prescritta la tipologia di materiale costituente la valvola Clapet, ovvero in acciaio inox, mantenendo comunque come minimo prestazionale l'acciaio zincato a caldo, non potendo attualmente garantire la copertura economica della maggiore spesa derivante dal maggior livello prestazionale del materiale.



## 6 VERIFICA DELLE PORTATE

In considerazione della riduzione della sezione idraulica di sbocco del pontino dove è prevista l'installazione della valvola Clapet, si è condotta una stima delle portate effluenti dal depuratore e la verifica della sezione, al fine di non determinare problemi di deflusso in condizioni ordinarie di esercizio del canale di scolo del depuratore comunale:



La sezione idraulica di deflusso a seguito della realizzazione delle opere sarà di netti 200x200 cm anche a seguito della previsione di una soglia di battuta di circa 20 cm di altezza

Per il calcolo delle portate effluenti dal depuratore di considera la seguente espressione che ne consente la stima:

I deflussi di origine civile comprendono le acque provenienti dalle abitazioni private, dagli edifici pubblici, dagli insediamenti commerciali e artigianali, dai servizi igienici degli insediamenti industriali.

La portata media annua  $q_n$  delle acque di origine civile che un tronco di fognatura deve smaltire può essere stimata con l'espressione:

$$q_n = \frac{P D \phi}{86400} \quad [l/s]$$

in cui:

- P è il numero di utenti gravanti sulla fogna a monte della sezione di calcolo;
- D è la dotazione idrica pro-capite media annua  $[l/(ab. d)]$  ;
- $\phi$  è il coefficiente di afflusso in fogna.

La stima del numero di utenti serviti dalla fognatura deve essere fatta tenendo conto dell'intera capacità insediativa della lottizzazione in base al suo prevedibile sviluppo.

La stima della dotazione idrica pro-capite media annua può essere assunta pari a 250 l/(ab. d).

La percentuale di afflusso in rete può essere assunta pari a 0,8.

La portata nera in una sezione generica di una fognatura è soggetta a fluttuazioni stagionali, giornaliere e orarie.

La massima portata oraria può essere stimata moltiplicando la portata media annua  $q_n$  per un coefficiente di punta giornaliera  $C_{24}$  (che per il Comune di Castelnuovo B.da può essere assunto pari a 1,5) e per un coefficiente di punta oraria  $C_p$ :

$$q_{np} = C_{24} C_p q_n$$

Esclusi casi particolari, quali brevi tronchi di estremità a servizio di caserme o comunità, si assume di norma  $C_p \leq 3$ .

Considerato quindi che il numero di residenti è di circa 700 (694) si determina:

$$q_n = 1,6 \text{ l/s}$$

da cui

$$q_{np} = 7,3 \text{ l/s}$$

Tale portata può considerarsi trascurabile rispetto a quella potenzialmente convogliabile dal canale in caso di precipitazioni:

I calcoli per la verifica della sezione di deflusso in corrispondenza della valvola, sono stati condotti ipotizzando un deflusso idrico in condizioni di moto uniforme.

Preliminarmente al calcolo, si è valutato il volume idrico potenzialmente invasabile a monte della sezione, ipotizzando che, in caso di precipitazioni piovose molto intense, si accumuli acqua fino a raggiungere un'altezza di circa 67 mm su di una superficie di terreno di estensione pari a circa 5 ha (0,05 km<sup>2</sup>). Tale ipotesi si è basata sull'analisi dei parametri di pioggia  $a$  ed  $n$  desunti dalle tabelle di regionalizzazione emesse dall'Autorità di bacino del fiume Po "Parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni" (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico).

Codice cella reticolo di regionalizzazione	⇒	<b>CE124</b>
$T_R = 200$ anni	$a = 67,05$ mm	$n = 0,396$

I parametri considerati si riferiscono ad un evento pluviometrico con tempo di ritorno duecentennale (ipotesi cautelativa), ed in particolare il valore di  $a$  rappresenta il valore dell'altezza di pioggia corrispondente ad un evento della durata di 1 h.

Da ciò ne deriva un volume di acqua da smaltire, sulla porzione di terreno considerata, di circa 3500 m<sup>3</sup>.

Dal momento che le caratteristiche pedologiche del terreno, presente nei fondi latitanti la strada, sono mediamente tipiche di un terreno franco-sabbioso, si è stimato un coefficiente di infiltrazione potenziale  $X = 0,3$ , così da avere un volume di acqua piovana da smaltire di circa 2500 m<sup>3</sup>. In tali condizioni, si è supposto di dover smaltire tale volume idrico in un tempo di circa 15 min (condizione fortemente a favore di sicurezza rispetto alla durata dell'evento) mediante un collettore in cls a sezione quadrata di lato 200 cm.

La portata di riferimento, per il dimensionamento della canalizzazione, risulta essere quindi pari a 2,8 m<sup>3</sup>/s circa.

I calcoli di verifica sono stati condotti facendo uso della formula di Chèzy, per il moto uniforme.

Si è ipotizzata una pendenza del fondo della tubazione pari a circa il 1.25% come desunta da rilievo topografico effettuato all'epoca della realizzazione del rilevato arginale tratto BC



Scala di deflusso delle opere								
$Q = \Omega \times \chi \times \text{radq}(\text{R}_{\text{idR}} \times \text{ifondo})$								
dove: $\chi$ dato dall'espressione di Strickler $\chi = c \cdot \text{R}_{\text{idR}}^{1/6}$								
c = coefficiente di scabrezza di Strickler(2), ricavati dall'all.3 dell'autorità di bacino c=15								
$\text{R}_{\text{idR}}$ = raggio idraulico dato dal rapporto $\Omega/P$ (m),								
$\Omega$ = superficie di deflusso della corrente (m <sup>2</sup> ),								
P = perimetro bagnato (m),								
if = pendenza media dell'alveo in prossimità dell'infrastruttura (adimensionale).								
Sez. scatolare rettangolare								
Base	2					if	1,250%	
Altezza max	2					C	10,52632	
	h [m]	A [m <sup>2</sup> ]	P <sub>bagnato</sub> [m]	R <sub>idr</sub> [m]	C [scabrezza Strikler]	X	i	Q [m <sup>3</sup> /s]
0	0,00	0,00	2,00	0,00	10,52631579	0	1,25%	0,00
1	0,14	0,29	2,29	0,13	10,52631579	7,443229	1,25%	0,08
2	0,29	0,57	2,57	0,22	10,52631579	8,192334	1,25%	0,25
3	0,43	0,86	2,86	0,30	10,52631579	8,612514	1,25%	0,45
4	0,57	1,14	3,14	0,36	10,52631579	8,893123	1,25%	0,69
5	0,71	1,43	3,43	0,42	10,52631579	9,097202	1,25%	0,94
6	0,86	1,71	3,71	0,46	10,52631579	9,253607	1,25%	1,20
7	1,00	2,00	4,00	0,50	10,52631579	9,377881	1,25%	1,48
8	1,14	2,29	4,29	0,53	10,52631579	9,479298	1,25%	1,77
9	1,29	2,57	4,57	0,56	10,52631579	9,563793	1,25%	2,06
10	1,43	2,86	4,86	0,59	10,52631579	9,635367	1,25%	2,36
11	1,57	3,14	5,14	0,61	10,52631579	9,696829	1,25%	2,66
12	1,71	3,43	5,43	0,63	10,52631579	9,750218	1,25%	2,97
13	1,86	3,71	5,71	0,65	10,52631579	9,797049	1,25%	3,28
14	2,00	4,00	8,00	0,50	10,52631579	9,377881	1,25%	2,97

Tabella 1: metodo per il calcolo del coefficiente di scabrezza n nei corsi d'acqua

Condizioni dell'alveo		Valori	
Materiale costituente l'alveo	Terra	n <sub>0</sub>	0.020
	Roccia		0.025
	Alluvione grossolana		0.028
	Alluvione fine		0.024
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	n <sub>1</sub>	0.000
	Bassa		0.005
	Moderata		0.010
	Elevata		0.020
Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	Graduale	n <sub>2</sub>	0.000
	Variazione occasionalmente		0.005
	Variazione frequente		0.010-0.015
Effetto relativo di ostruzioni	Trascurabile	n <sub>3</sub>	0.000
	Modesto		0.010-0.015
	Apprezzabile		0.020-0.030
	Elevato		0.040-0.060
Effetto della vegetazione	Basso	n <sub>4</sub>	0.005-0.010
	Medio		0.010-0.025
	Alto		0.025-0.050
	Molto alto		0.050-0.100
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	m <sub>5</sub>	1.000
	Apprezzabile		1.150
	Elevato		1.300

n = coefficiente di Manning	
n = (n <sub>0</sub> + n <sub>1</sub> + n <sub>2</sub> + n <sub>3</sub> + n <sub>4</sub> ) m <sub>5</sub>	
n <sub>0</sub>	0,025
n <sub>1</sub>	0,05
n <sub>2</sub>	0,005
n <sub>3</sub>	0,01
n <sub>4</sub>	0,005
n <sub>5</sub>	0
m <sub>5</sub>	1
n	0,095
Cstikler	10,52632

Ad ulteriore favore di sicurezza sono stati assunti valori di n fortemente cautelativi, rispetto alle effettive condizioni di deflusso della sezione.

In tali condizioni la portata defluibile dalla sezione è di 2.97 mc/s maggiore di quella stimata.

## **7 ESPROPRI ED OCCUPAZIONI**

L'intervento risulta immediatamente cantierabile avendo l'Amministrazione comunale già effettuato i frazionamenti necessari per il lotto 1 presso strada delle Gorre, ivi compreso il bonario accordo del presidente del consorzio, per poter modificare la livelletta della strada.

Sarà cura dell'amministrazione procedere anche al frazionamento del tratto di opera che insiste sul sedime stradale delle Gorre, al fine di garantire la continuità della proprietà dell'opera di difesa.

Per il lotto 2 sono state acquisite in via bonaria le disponibilità dei proprietari all'esecuzione dell'opera.

## **8 ECONOMIE**

A seguito della presente revisione le somme a progetto risultano le seguenti, senza significative modifiche rispetto a quelle già determinate, restando invariato l'importo complessivo a progetto.

Alessandria, Febbraio 2018

## **IL PROGETTISTA**

Ing. Stefano Sandiano