

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. Paolo Cucino

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO
Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche
Dott. Ing. Paolo Cucino
ISCRIZIONE ALBO N° 2216

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"

RELAZIONE

02 - DEPOSITI DEFINITIVI C - PLATTERN

Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO 		-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I B O U	1 B	E	Z Z	C L	R I O 3 4 0	0 0 3	C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	M.Ingianni	17/01/2022	A.Valente	17/01/2022	D.Buttafoco (Dolomiti)	17/01/2022	IL PROGETTISTA A. Polli 15/12/2022
B	Emissione a seguito di indicazioni Committenza	B. Fiorentino	18/07/2022	A.Valente	19/07/2022	D.Buttafoco (Dolomiti)	20/07/2022	
C	Emissione a seguito di istruttorie e interlocuzioni	M. C. Pulici	01/12/2022	P. Fontana	02/12/2022	D.Buttafoco	05/12/2022	

File: IB0U1BEZZCLRI0340003B.docx

n. Elab.:

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Platter Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 1 di 26

Sommario

1. PREMESSA	2
2. DOCUMENTAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2.1 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....	3
2.2 NORMATIVE, RACCOMANDAZIONI, LINEE GUIDA E MANUALI	4
3. INQUADRAMENTO GENERALE	5
3.1 SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI OPERE DI DRENAGGIO.....	5
3.2 CANALETTE	6
3.2.1 Caratteristiche	6
3.2.2 Descrizione delle lavorazioni	6
3.3 POZZETTI	7
3.3.1 Caratteristiche	7
3.3.2 Descrizione delle lavorazioni	7
4. IDROLOGIA	8
5. COMPATIBILITA' IDRAULICA	10
5.1 PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)	10
5.2 PIANDI DELLE ZONE DI PERICOLO (PZP).....	11
6. DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI IDRAULICI	14
7. METODO DI CALCOLO	15
7.1 RISULTATI	17
8. OPERA DI SCARICO	1
8.1 VERIFICA A TRASCINAMENTO.....	2
8.1.1 Metodo di verifica.....	2
8.1.2 Verifiche al trascinamento	3

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	PROGETTO ESECUTIVO			
Depositi definitivi C- Plattern Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 2 di 26

1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda l'asse ferroviario Monaco – Verona, accesso sud alla galleria di base del Brennero ed in particolare il quadruplicamento della linea Fortezza – Verona, Lotto 1: Fortezza – Ponte Gardena.

Nell'ambito di tale progetto si prevede anche la sistemazione dei depositi comunemente indicati come depositi in Val Riga. Tali depositi verranno sfruttati nella prima fase del progetto per cavare il materiale utile alle lavorazioni; in seconda battuta il progetto prevede il ripristino e la sistemazione di tali aree mediante un rinterro per recuperare la quota topografica. Sia in fase provvisoria di scavo sia in fase definitiva, il progetto prevede delle sistemazioni idrauliche per la regimazione delle acque meteoriche.

In accordo a quanto previsto in normativa (Doc. Rif [9]), le acque di origine meteorica dilavanti la superficie dei depositi è da ritenersi pulita e quindi recapitabile direttamente nel fiume Isarco o nel sottosuolo senza bisogno di alcun trattamento preventivo. Nel sistema di drenaggio sono escluse le acque del cantiere che saranno oggetto del progetto della cantierizzazione (con gli opportuni trattamenti richiesti).

In particolare la presente relazione idraulica riguarda le sistemazioni idrauliche in fase di scavo e in fase definitiva di progetto per l'area Plattern dei depositi di Val Riga.

Lungo il perimetro esterno dell'area sono previsti degli interventi definitivi sin dalla fase di scavo. In particolare è previsto un fosso di guardia esterno di convogliamento delle acque meteoriche. Lungo tale fosso è presente uno o più pozzetti di recapito e collegamento. Tale fosso è strutturato in modo tale da convogliare le acque bianche in un pozzo di recapito finale dal quale partirà un canale per lo scarico delle acque verso il reticolo idraulico superficiale.

Lungo i tratti in piano delle banche sono previste delle canalette trapezoidali in cls gettate in opera, mentre lungo la linea di massima pendenza delle scarpate sono previste canalette in cls nei tratti in pendenza e tubazioni suborizzontali (lungo le banche): tali elementi saranno collegati da pozzetti di raccordo.

Il deposito finale ha una superficie reale di circa 45'350 m² (proiezione planimetrica S=38'790 m²), il punto più alto si trova ad una quota di 710 m s. l. m., mentre il punto più basso del piede delle gradonate si trova ad una quota di 645.33 m s. l. m..

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 3 di 26

2. DOCUMENTAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella stesura della relazione si è fatto riferimento a quanto elencato di seguito.

2.1 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Per la redazione del progetto si è tenuto conto della documentazione riguardante prove in sito e in laboratorio effettuate nel corso degli anni a partire dal 2008, oltre alle progettazioni pregresse. Per la progettazione di dettaglio si è fatto riferimento specifico ai seguenti documenti:

- Asse ferroviario Monaco – Verona - Tratta Fortezza – Ponte Gardena – Lotto 1 -Progetto Definitivo – Elaborati generali – Depositi definitivi Val Riga – Planimetria di inquadramento – IBL11AD26P5RI030001A
- Asse ferroviario Monaco – Verona - Tratta Fortezza – Ponte Gardena – Lotto 1 -Progetto Definitivo – Geotecnica dei tratti all'aperto –Relazione geotecnica dei tratti all'aperto - IBL110D11RBGE0005001A
- Asse ferroviario Monaco – Verona - Tratta Fortezza – Ponte Gardena – Lotto 1 -Progetto Definitivo –Geologia e Idrogeologia - Carta Geologica Geomorfologica – IBL11BD69G5GE0101001B
- Asse ferroviario Monaco – Verona - Tratta Fortezza – Ponte Gardena – Lotto 1 -Progetto Definitivo – Geologia e Idrogeologia – Relazione geologica e idrogeologica – IBL11BD69RGGE0101001C

Elaborati di Progetto Esecutivo del deposito Plattner:

Relazione di rispondenza tecnico-funzionale del PE, comparativa con PD e di ottemperanza alle prescrizioni	IBOU1BEZZRHRI0340001B
Particolari e dettagli realizzativi	IBOU1BEZZBBRI0340001B
Particolari opere idrauliche - Opera di scarico	IBOU1BEZZBZRI0340001B
Relazione tecnico-descrittiva	IBOU1BEZZCLRI0340001B
Relazione di stabilità e cedimenti versante	IBOU1BEZZCLRI0340002B
Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	IBOU1BEZZCLRI0340003B
Planimetria stato di fatto	IBOU1BEZZP7RI0340001B
Planimetria di progetto fase finale	IBOU1BEZZP7RI0340002B
Planimetria sistema drenante superficiale - fase finale	IBOU1BEZZP7RI0340003B
Sezioni trasversali fase finale	IBOU1BEZZWZRI0340001B
Sezioni geotecniche	IBOU1BEZZWZRI0340002B
Relazione geotecnica	IBOU1BEZZCLRI0340004A
Relazione di monitoraggio	IBOU1BEZZRHRI0340002A

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	PROGETTO ESECUTIVO			
Depositi definitivi C- Platterm Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 4 di 26

2.2 NORMATIVE, RACCOMANDAZIONI, LINEE GUIDA E MANUALI

[8]. Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.

[9]. "Linee guida per la progettazione di reti fognarie - Specifica Tecnica"; Italferr, Luglio 2011 – (Doc. G09009961).

[10]. Decreto del Presidente della Provincia, 21 gennaio 2008, n. 6 - "Regolamento di esecuzione alla legge provinciale del 18 giugno 2002, n. 8 recante «Disposizioni sulle acque» in materia di tutela delle acque" (CAPO IV ACQUE METEORICHE E DI LAVAGGIO DI AREE ESTERNE, art. 37 - art. 47) – Provincia autonoma di Bolzano – Alto Adige;

[11]. Manuale di progettazione ferroviaria.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattern Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 5 di 26

3. INQUADRAMENTO GENERALE

3.1 SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI OPERE DI DRENAGGIO

Lo scopo delle opere di drenaggio in progetto è fondamentalmente quello di intercettare l'acqua e di convogliarla a gravità in direzione del vicino fiume Isarco che costituisce una zona di recapito naturale. La necessità di convogliare l'acqua di ruscellamento naturale nasce dalla necessità di ridurre i disagi dovuti alle precipitazioni intense che con il loro scorrimento provocano danni di carattere superficiale e di erosione del terreno. I drenaggi superficiali in progetto sono costituiti da canalette a sezione trapezoidale e sono destinate a raccogliere le acque meteoriche che altrimenti scorrerebbero liberamente sulla superficie di terreno favorendo fenomeni di erosione o alimentando ulteriormente la falda idrica sotterranea.

In accordo a quanto previsto in normativa (Doc. Rif. [10]), le acque di origine meteorica dilavanti la superficie dei depositi è da ritenersi pulita e quindi recapitabile direttamente nel fiume Isarco o nel sottosuolo senza bisogno di alcun trattamento preventivo. Nel sistema di drenaggio sono escluse le acque del cantiere che saranno oggetto del progetto della cantierizzazione (con gli opportuni trattamenti richiesti).

La tipologia di canalette scelte è rappresentata da canalette trapezoidali prefabbricate in calcestruzzo, come illustrato nelle Figure 3-1, 3-2 e 3-3.

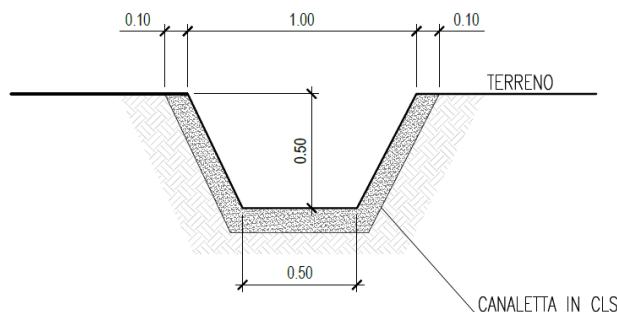


Figure 3-1 - Tipologia di sezioni trapezie in calcestruzzo utilizzate – CANALETTA TIPO 1

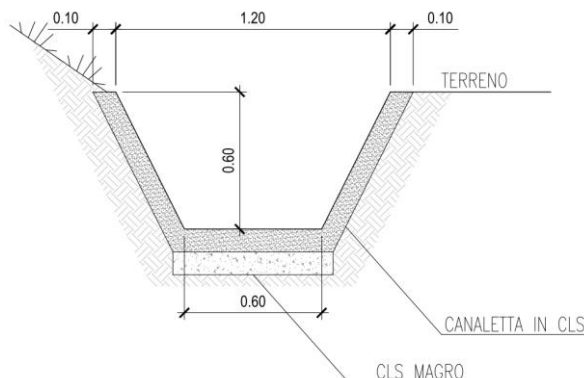


Figure 3-2 Tipologia di sezioni trapezie in calcestruzzo utilizzate – CANALETTA TIPO 2

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Platterm Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 6 di 26

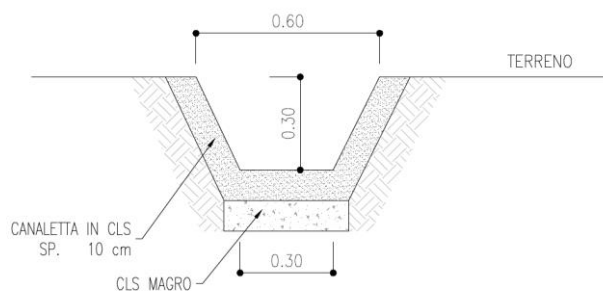


Figura 3-3 Tipologia di sezioni trapezie in calcestruzzo utilizzate – CANALETTA SU BANCA

Dove si ha il cambio di pendenza delle canalette e nei punti di confluenza tra più rami di canalette, si è previsto l'inserimento di un pozzetto prefabbricato in cls. Le caratteristiche geometriche di tale manufatto sono riportate nella tavola di progetto (Doc. Rif. [4]).

La distribuzione planimetrica degli interventi è indicata nelle planimetrie di progetto (Doc. Rif. [5] e [2]).

3.2 CANALETTE

3.2.1 Caratteristiche

La canaletta in calcestruzzo prefabbricata è caratterizzata da un basso tempo di posa ed ha come vantaggio un'incerta flessibilità che, ragionevolmente, si potrà adattare ai limitati cedimenti che potranno avvenire sul corpo del riempimento e che potranno anche essere di diversa entità a seconda delle zone. Si tratta in generale di canalette che necessitano di limitati interventi di manutenzione e si dimostrano estremamente durevoli.

Le caratteristiche geometriche di tale manufatto sono riportate nella tavola di progetto (Doc. Rif. [4]). La distribuzione planimetrica degli interventi è indicata nelle planimetrie di progetto (Doc. Rif. [5] e [2]).

3.2.2 Descrizione delle lavorazioni

Per la realizzazione di questo tipo di opera di drenaggio si prevede di scavare una trincea in terra di forma trapezia, poi posare la canaletta prefabbricata in calcestruzzo (con $R_{ck} \geq 350 \text{ kg/cm}^2$).

Laddove siano previste le scalettature lo scavo della trincea ed in particolare del fondo della canaletta dovrà essere eseguito in modo da realizzare le gradonature richieste con le dimensioni indicate nella tavola di progetto dedicata alle sistemazioni idrauliche.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	PROGETTO ESECUTIVO			
Depositi definitivi C- Plattern Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 7 di 26

3.3 POZZETTI

3.3.1 Caratteristiche

Nei punti in cui confluiscono due o più rami di canalette o tubi si provvederà ad inserire dei pozzetti prefabbricati realizzati in conglomerato cementizio vibrato ($R_{ck} \geq 350 \text{ kg/cm}^2$) convenientemente armati con acciaio B450C controllato in stabilimento. I pozzetti saranno completati da un grigliato metallico che permetterà al pozzetto di essere ispezionato e mantenuto.

Le caratteristiche geometriche di tale manufatto sono riportate nella tavola di progetto (Doc. Rif. [4]). La distribuzione planimetrica degli interventi è indicata nelle planimetrie di progetto (Doc. Rif. [5] e [2]).

3.3.2 Descrizione delle lavorazioni

Per la messa in opera dei pozzetti prefabbricati si prevede di scavare uno scavo, sul fondo del quale, opportunamente compattato e preparato con uno strato in calcestruzzo magro, verrà posizionato il pozzetto. Successivamente si procederà al riempimento laterale con materiale di riporto opportunamente compattato e, alle diverse quote previste in progetto, alla realizzazione delle canalette e delle tubazioni che confluiscono nel pozzetto, fino al completo riempimento fino a piano campagna.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IBOU</td> <td style="text-align: center;">1BEZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">RI0340003</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">8 di 26</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	CL	RI0340003	C	8 di 26
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IBOU	1BEZZ	CL	RI0340003	C	8 di 26													
Depositi definitivi C- Plattern Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)																		

4. IDROLOGIA

Le portate di acque meteoriche conseguenti ad eventi di pioggia sono definite in base al metodo cinematico o dellacorrivazione.

Le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica traducono il legame esistente tra altezza - o intensità - delle precipitazioni verificatesi in una data stazione pluviometrica, durata e probabilità di accadimento. L'espressione analitica delle curve di possibilità pluviometrica è:

$$h = ad^n$$

In cui h rappresenta l'altezza di pioggia in millimetri, d è la corrispondente durata in ore, a ed n sono i parametri che caratterizzano la curva. L'individuazione di tali parametri richiede l'applicazione di metodologie statistiche relative agli eventi estremi.

A tale scopo, i parametri a ed n della curva di possibilità pluviometrica utilizzati in riferimento al tempo di ritorno ed al tempo di corrivazione della rete di progetto sono riportati in Tabella 4-1 in accordo a quanto riportato nel Doc. Rif. [7].

Si riportano i parametri della curva di possibilità climatica adottata dalla trattazione complessiva del progetto per gli interi depositi (a favore di sicurezza rispetto il PD) per differenti tempi di ritorno.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	PROGETTO ESECUTIVO												
Depositi definitivi C- Platterm Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0340003</td> <td>C</td> <td>9 di 26</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	CL	RI0340003	C	9 di 26
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	CL	RI0340003	C	9 di 26								

PRECIPITAZIONI - NIEDERSCHLÄGE									
Durata - Dauer (h)	Tempo di Ritorno - Wiederkehrzeit								
	2	5	10	20	30	50	100	200	300
0.25	10.3	14.4	17.2	19.8	21.3	23.1	25.7	28.2	29.7
0.50	13.3	18.6	22.1	25.5	27.4	29.8	33.1	36.3	38.2
0.75	15.4	21.6	25.6	29.5	31.8	34.6	38.4	42.2	44.4
1.00	17.1	24.0	28.5	32.8	35.3	38.4	42.6	46.8	49.3
2.00	21.2	29.7	35.3	40.7	43.8	47.7	52.9	58.1	61.1
3.00	24.1	33.7	40.0	46.1	49.6	54.0	59.9	65.8	69.3
4.00	26.3	36.8	43.8	50.4	54.3	59.1	65.5	72.0	75.7
5.00	28.2	39.5	46.9	54.1	58.2	63.3	70.2	77.1	81.2
6.00	29.9	41.8	49.6	57.2	61.5	67.0	74.3	81.6	85.9
7.00	31.3	43.8	52.1	60.0	64.6	70.3	78.0	85.6	90.1
8.00	32.6	45.7	54.3	62.5	67.3	73.2	81.2	89.2	93.9
9.00	33.9	47.4	56.3	64.9	69.8	76.0	84.3	92.6	97.4
10.00	35.0	48.9	58.2	67.0	72.1	78.5	87.1	95.6	100.6
11.00	36.0	50.4	59.9	69.0	74.3	80.8	89.7	98.5	103.6
12.00	37.0	51.8	61.5	70.9	76.3	83.0	92.1	101.2	106.5
13.00	37.9	53.1	63.1	72.7	78.2	85.1	94.4	103.7	109.1
14.00	38.8	54.3	64.6	74.4	80.0	87.1	96.6	106.1	111.7
15.00	39.7	55.5	65.9	76.0	81.8	89.0	98.7	108.4	114.1
16.00	40.5	56.6	67.3	77.5	83.4	90.8	100.7	110.6	116.4
17.00	41.2	57.7	68.6	79.0	85.0	92.5	102.6	112.7	118.6
18.00	42.0	58.7	69.8	80.4	86.5	94.2	104.5	114.7	120.7
19.00	42.7	59.7	71.0	81.8	88.0	95.8	106.2	116.7	122.8
20.00	43.4	60.7	72.1	83.1	89.4	97.3	107.9	118.5	124.7
21.00	44.0	61.6	73.2	84.3	90.8	98.8	109.6	120.4	126.6
22.00	44.7	62.5	74.3	85.6	92.1	100.2	111.2	122.1	128.5
23.00	45.3	63.3	75.3	86.8	93.3	101.6	112.7	123.8	130.3
24.00	45.9	64.2	76.3	87.9	94.6	102.9	114.2	125.4	132.0

LSPP									
a									
Tempo di Ritorno - Wiederkehrzeit									
2	5	10	20	30	50	100	200	300	
17.1	24.0	28.5	32.8	35.3	38.4	42.6	46.8	49.3	

Tabella 4-1 Parametri per la stima dell'altezza di pioggia in funzione del Tempo di Ritorno

Parametri di progetto

TEMPO DI RITORNO	Tempo di corrivazione			
	> 1ora		< 1ora	
anni	a	n	a	n
30	35.31	0.35	35.31	0.37

Tabella 4-2 Parametri a ed n di progetto

APPALTATORE:  CONSORZIODLOMITI	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 10 di 26

Per il dimensionamento delle reti acque bianche si è considerato cautelativamente un Tempo di Ritorno pari a 30 anni, in accordo a quanto riportato nel manuale di progettazione ferroviaria (Doc. Rif. [11]).

5. COMPATIBILITA' IDRAULICA

5.1 PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

La posizione del sito non interferisce con le aree a rischio di allagamento censite dalle mappe PGRA 2015-2021 (Direttiva Alluvioni 2007/60/CE) pubblicate dal Distretto Idrografico delle Alpi Orientali.

Di seguito si riporta uno stralcio planimetrico delle mappe del rischio (tavola D06-HLP-R, Tr = 300 anni) e l'ingombro in pianta del deposito.

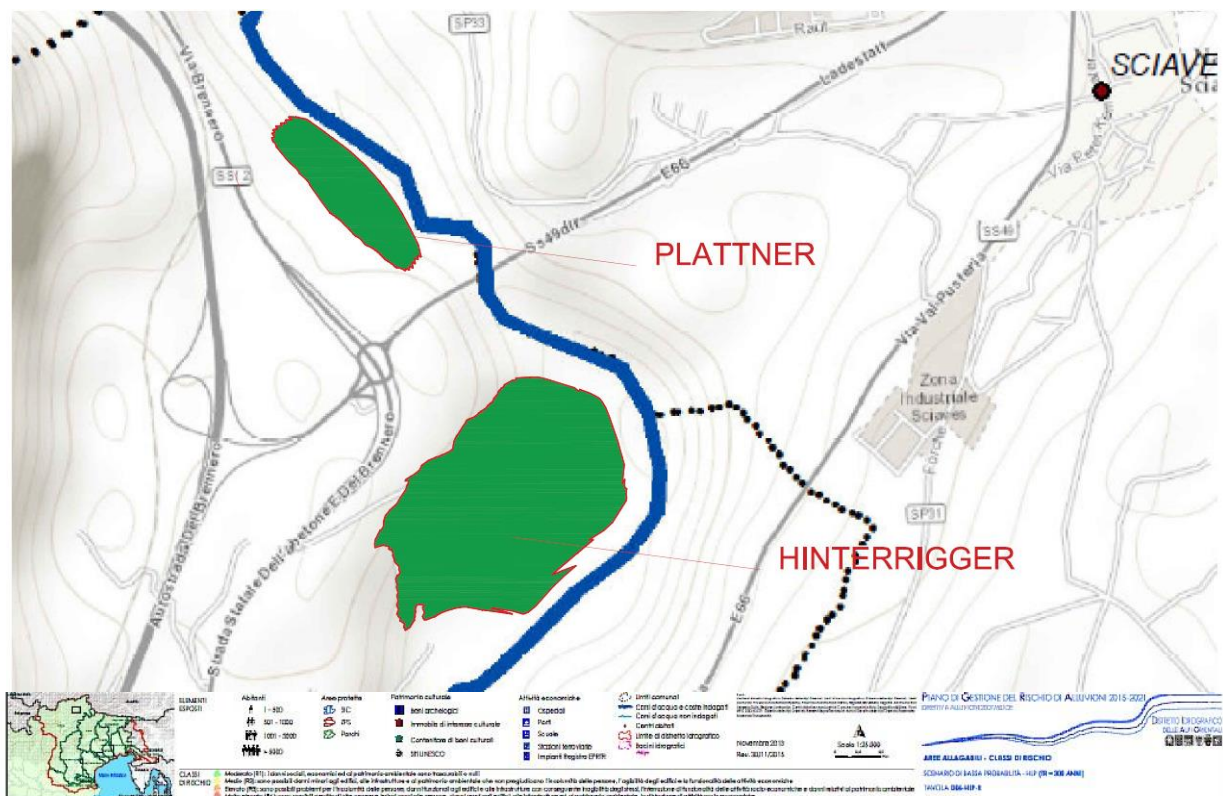


Figure 5-1 - Localizzazione degli interventi in relazione alle aree soggette a rischio allagamento (Tr = 300 anni)

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattern Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 11 di 26

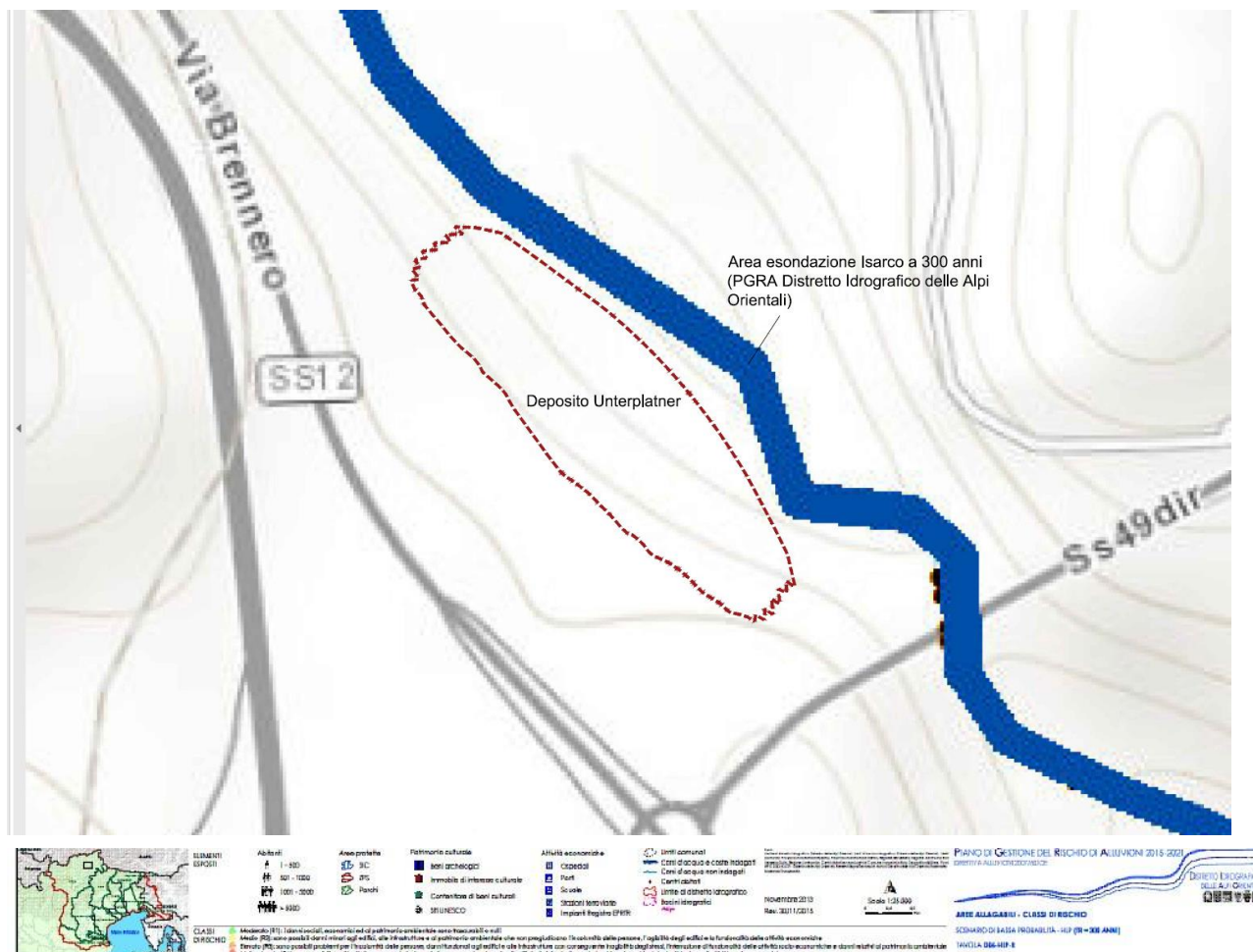


Figure 5-2 - Localizzazione dell'intervento di Plattern in relazione alle aree soggette a rischio allagamento (Tr = 300 anni)

5.2 PIANDI DELLE ZONE DI PERICOLO (PZP)

Il Regolamento di Esecuzione dei Piani delle Zone di Pericolo (di seguito PZP) in Provincia di Bolzano è dettato dal Decreto del Presidente della Provincia Nr. 23 del 10 ottobre 2019 ad oggi in vigore.

In Alto Adige le superfici edificabili sono molto ridotte e spesso minacciate da alluvioni, frane e valanghe. La pianificazione territoriale e l'attività edilizia devono quindi procedere nel rispetto dei fenomeni naturali, così da contribuire alla riduzione del rischio idrogeologico.

Sulla base di questo principio la Provincia di Bolzano ha previsto nel 2007 che i Comuni elaborino dei Piani delle Zone di Pericolo (PZP). Questo strumento di pianificazione individua le aree soggette ai pericoli idrogeologici (frane, alluvioni, colate detritiche e valanghe), che incombono su insediamenti e infrastrutture, individuandone l'entità e l'estensione geografica.

Alle zone di pericolo si applicano le norme di uso del suolo contenute nel "Regolamento di esecuzione".

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 12 di 26

Nell'area di intervento intesa complessivamente per i tre depositi di Forch, Plattner e Hinterrigger è possibile riscontrare da apposito GeoBrowser quale livello di pericolo insiste sull'area di intervento.

Il deposito di Forch non è interessato da pericoli idrogeologici; il deposito di Plattner è confinato nella sua interezza, al piede del perimetro di intervento, con l'area a rischio idrogeologico di tipo idraulico. Il livello di pericolosità è di grado molto elevato (H4). Anche il deposito di Hinterrigger è esposto a rischio idrogeologico di tipo idraulico di grado molto elevato (H4) per la parte a Nord del perimetro di intervento.

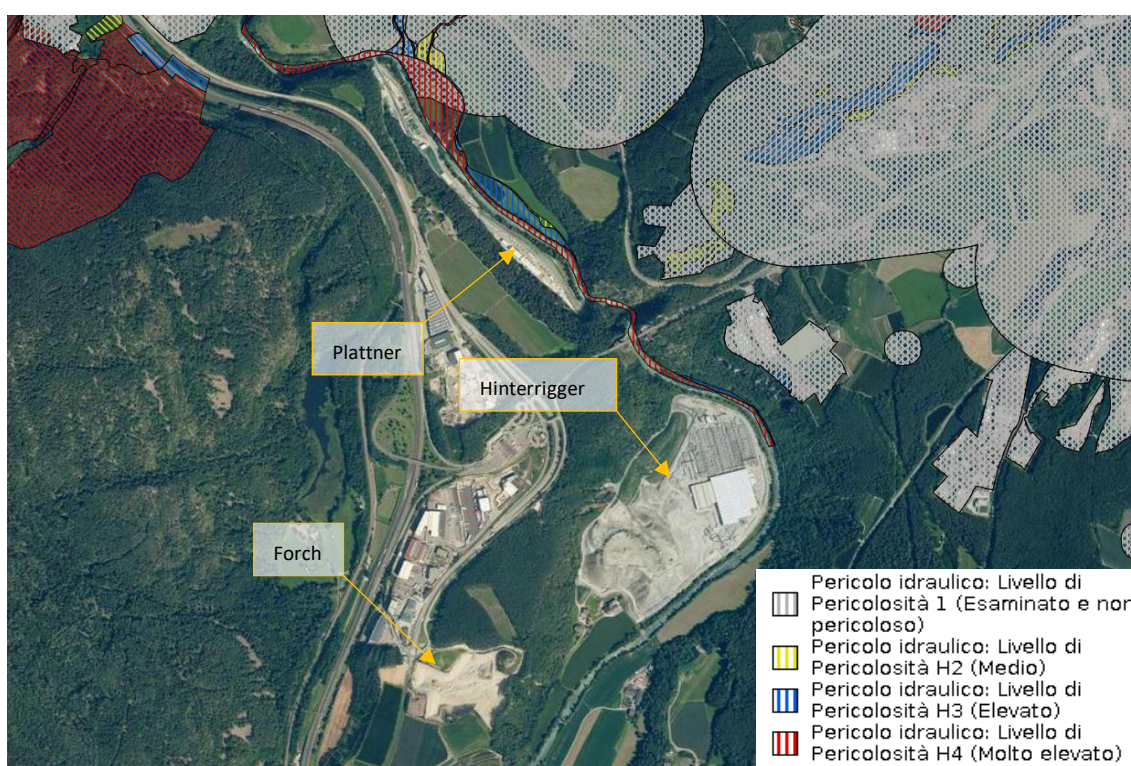


Figure 5-3 - Localizzazione degli interventi Forch, Plattner e Hinterrigger rispetto alla cartografia PZP (da GeoBrowser)

Nelle zone interessate da fenomeni alluvionali che presentino livelli di pericolo molto elevato, elevato o intermedio tutti gli interventi devono essere tali da:

- Migliorare o almeno non peggiorare le condizioni di stabilità del suolo, l'equilibrio idrogeologico dei versanti, la funzionalità idraulica e la sicurezza del territorio;
- Non compromettere la sistemazione definitiva di zone soggette a pericolo e nemmeno i provvedimenti previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile.

Il "Regolamento di esecuzione" riporta all'Art. 7 "Interventi su infrastrutture di viabilità e infrastrutture tecniche consentiti nelle zone che presentano un pericolo idrogeologico (H4, H3 e H2)":

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 13 di 26

- 1) *In tutte le zone perimetrate in cui sussiste un pericolo idrogeologico molto elevato, elevato e medio, sulle infrastrutture di viabilità e sulle infrastrutture tecniche sono consentiti i seguenti interventi:*
- a. *manutenzione ordinaria e straordinaria;*
 - b. *adeguamenti necessari per ragioni di sicurezza di esercizio o in base a norme provinciali o statali;*
 - c. *adeguamenti finalizzati all'introduzione di innovazioni tecnologiche;*
 - d. *nelle zone che presentano un pericolo idrogeologico molto elevato, ampliamenti, ristrutturazioni e nuove costruzioni, relativi a servizi pubblici essenziali che non possono essere altrimenti localizzati, né delocalizzati, quando non vi siano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, purché gli interventi risultino coerenti con la pianificazione di protezione civile e, preventivamente o contestualmente, siano realizzate idonee misure, anche temporanee, di riduzione del danno potenziale;*
 - e. *nelle zone che presentano un pericolo idrogeologico elevato e medio, ampliamenti, ristrutturazioni e nuove costruzioni, purché gli interventi risultino coerenti con la pianificazione di protezione civile e, preventivamente o contestualmente, siano realizzate idonee misure, anche temporanee, di riduzione del danno potenziale.*
- 2) *Nelle sole zone che presentano un pericolo idrogeologico molto elevato ed elevato prima dell'esecuzione degli interventi elencati al comma 1, lettere b), d) ed e), deve essere verificata la compatibilità idrogeologica di cui all'articolo 11. La verifica deve essere approvata dagli uffici provinciali competenti.*
- 3) *La realizzazione degli interventi elencati al comma 1, lettera c), è subordinata alla verifica di compatibilità idrogeologica solo se le innovazioni tecnologiche introdotte comportano un aumento della capacità di servizio dell'infrastruttura stessa.*

È altresì prescritta una verifica di compatibilità idraulica ai sensi dell'Art.11 "Verifica di compatibilità idrogeologica".

Risulta necessario che ogni intervento realizzato e/o in progetto non vada ad incrementare il pericolo, il danno potenziale ed il rischio specifico per le aree di valle e per terzi. Si è pertanto provveduto ad analizzare le modifiche indotte sulle dinamiche alluvionali e sui parametri idraulici nelle aree di esondazione dalla realizzazione dei depositi Plattner e Hinterrigger, nello stato post-opera (stato di progetto). L'analisi è limitata alla piena TR300 anni ai sensi della normativa vigente in Provincia di Bolzano, per la quale eventi marcati da tempi di ritorno maggiori di 300 anni ricadono sempre nella sfera del pericolo residuo.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattern Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 14 di 26

6. DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI IDRAULICI

Al fine di captare e convogliare le acque di precipitazione meteorica corrivanti sulle scarpate in fase di scavo e sulla copertura in fase definitiva di progetto dei depositi, è stato dimensionato una rete di smaltimento costituita dai seguenti elementi:

- Canalette trapezoidali in calcestruzzo per i fossi di guardia perimetrali;
- Canalette trapezoidali in calcestruzzo per la raccolta delle acque interne nei tratti in piano o lungo le banche in ragione della portata da smaltire;
- Canalette in cls trapezoidali lungo la linea di massima pendenza delle scarpate;
- Tubazioni in HDPE SN8 per il trasporto dell'acqua lungo i tratti sub-orizzontali delle banche.

La distribuzione planimetrica dell'intervento, in figura, è indicata nella planimetria Doc. Rif. [5], mentre si rimanda all'elaborato Doc. Rif. [4] per i dettagli costruttivi.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
Depositi definitivi C- Platterm		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)		IBOU	1BEZZ	CL	RI0340003	C
						FOGLIO.
						15 di 26



Figure 6-1 - Localizzazione degli interventi

7. METODO DI CALCOLO

Il dimensionamento della rete è stato effettuato con il metodo cinematico seguendo un processo iterativo che può essere suddiviso nei seguenti passi:

- Fissato il punto d'uscita dell'acqua dall'i-esimo sottobacino si è valutata l'area S del sottobacino contribuente a monte di esso e la corrispondente area ridotta dal coefficiente di deflusso medio pesato;

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattern Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 16 di 26

- Si è stimato il tempo di accesso alla rete relativo all'i-esimo sottobacino drenato, pari a 5 min.

Si è ipotizzato un valore del diametro commerciale del collettore nel tratto immediatamente a monte esaminato;

Si è determinata la velocità di primo tentativo con la formula di Chezy:

$$V_u = \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad (\text{m/s})$$

dove:

R è il raggio idraulico (m)

i è la pendenza del collettore (m/m)

χ è il coefficiente di resistenza

e la corrispondente portata di primo tentativo:

$$Q_u = V_u \cdot A \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

Nello studio in esame si sono utilizzati collettori a sezione circolare il cui raggio idraulico è, quindi, pari a $\phi/4$ e un coefficiente di resistenza valutato secondo la formula di Gauckler-Strickler con $\chi = K_s \cdot R^{1/6}$, in cui il coefficiente K_s di Strickler corrisponde all'inverso del coefficiente n di Manning. Si è considerato ragionevole, e sufficientemente cautelativo, visto il tipo di tubazioni previste in materiale plastico, assumere $n = 0,0125 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$. Si è poi calcolato il tempo di rete t_r come somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria, facendo riferimento alle velocità di moto uniforme V_u che assume la portata di piena nelle singole canalizzazioni:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{V_{ui}}$$

nella quale la sommatoria va estesa a tutti i rami che costituiscono il percorso più lungo della rete fognaria.

Si sottolinea come questi parametri siano stati valutati, per la sezione di chiusura considerata, riferendosi al tratto a monte di essa in cui si è realizzato il percorso idraulico più lungo, quindi la durata critica maggiore.

A partire dalle formule prima introdotte si sono valutate infine la durata t_c come somma di t_a e del tempo di rete t_r di primo tentativo. Noto t_c si è determinata l'intensità media della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione e quindi la portata al colmo di piena in funzione della quale è stato proporzionato lo speco e calcolata la velocità di moto uniforme corrispondente, procedendo, iterativamente, fino a quando la velocità calcolata non coincide con quella stimata al passo precedente.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Platterm Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 17 di 26

Il rapporto tra il tirante d'acqua relativo alla portata critica Q_c ed l'altezza del fosso, fornisce il grado di riempimento h/H .

Nel dimensionamento delle condotte si è considerato un massimo grado di riempimento (rapporto tra l'altezza del pelo liquido e l'altezza) pari a 0,70 per le tubazioni con $\phi \geq 400$ mm e pari a 0,50 per le tubazioni con $\phi < 400$ mm, per le canalette e i fossi si è considerato un riempimento massimo di 0,70.

Per il sito di interesse si è fatto riferimento ai diversi sottobacini individuati (Figura 6-1) tenendo conto, a favore di sicurezza, delle pendenze minime.

Per i tratti in banca con drenaggio alternato tra tubazione e fosso si è scelto di verificare un unico tratto rappresentativo di tutta l'area confluyente con lunghezza minima (pù sfavorevole). Nel caso dei tubi la lunghezza è pari a quella in una singola banca e per i fossi è la lunghezza minima del fosso nel settore considerato.

Inoltre sono state assunte le seguenti ipotesi:

- Data la tipologia del sito (superficie permeabile a verde), il coefficiente di deflusso è stato assunto pari a $\phi = 0.4$, in accordo a quanto riportato negli studi idraulici del progetto generale.
- Il valore del tempo di accesso è stato assunto con un valore minimo di 5 minuti, data la natura delle superfici prevalentemente permeabili.
- Il Tempo di Ritorno assunto nel calcolo per la stima dell'intensità di pioggia, e, quindi, della portata al picco Q_p è pari a 30 anni, in accordo a quanto riportato nel manuale di progettazione ferroviaria (Doc. Rif. [11]).
- Il coefficiente di Manning utilizzato nei calcoli dei fossi e delle canalette è stato posto pari a 0.0125 per le sezioni in P E A D / P V C, 0.016 per le sezioni in cls e 0.02 per le sezioni in massi cementati.

7.1 RISULTATI

Con riferimento a quanto riportato per quanto concerne il calcolo della portata di progetto e in accordo con le ipotesi progettuali fin qui presentate, nella Tabella 7-1 sono riportati i valori di portata massimi e le verifiche relative ai livelli di riempimento massimi effettuate per il dimensionamento della rete di drenaggio.

I codici identificativi dei vari tratti sono quelli indicati nella Figura 6-1 e nell'elaborato di riferimento (Doc. Rif. [5]).

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:		
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	
Depositi definitivi C- Platterm Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ CL RI0340003 C 1 di 26	

Descrizione	Progr. Iniziale	Progr. Finale	Tratti confluenti	Caratteristiche tratto											Calcolo portata di pioggia					Verifica grado di riempimento < 70%	
				L tratto	i minima tratto	A permeabile tot	Coeff. Afflusso	A ridotta	T accesso (5 min)	T rete	T corrviazione	tipo di elemento adottato (TIPO 1: canaletta trapezia con b minore 0.5 m; TIPO 2: canaletta trapezia con b minore 0.6 m, TIPO 3: canaletta trapezia con b minore 0.3 m; DNxxx: collettore HDPE circolare)	scabrezza Ks	Raggio idraulico max riempimento	Velocità max riempimento	Portata max riempimento	Grado riempimento max	Portata 70%	Intensità di pioggia		Portata di pioggia
				(m)	(%)	(m ²)	(-)	(m ²)	(s)	(s)	(s)		m ^{1/3} /s	m	m/s	m ³ /s	%	m ³ /s	(mm/h)	m ³ /s	
Canaletta sommità	1	2		33	0.1	221	0.4	88	300	44	344	TIPO 1	63	0.23	0.75	0.28	70	0.15	154.9	0.0038	ok
Canaletta scarpata 1	2		canaletta sommità	8	70	221	0.4	88	300	2	346	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	154.3	0.0038	ok
Canaletta longitudinale banca 1				61	0.1	568	0.4	227	300	115	415	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	137.7	0.0087	ok
Tubo banca 1			canaletta scarpata 1 + canaletta longitudinale banca 1	2	0.5	789	0.4	315	300	52	467	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	127.9	0.0112	ok
Canaletta scarpata 2			tubo banca 1	14	70	789	0.4	315	300	4	471	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	127.2	0.0111	ok
Canaletta longitudinale banca 2				75	0.1	1315	0.4	526	300	140	440	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	132.7	0.0194	ok
Tubo banca 2			canaletta scarpata 2 + canaletta longitudinale banca 2	2	0.5	2104	0.4	841	300	63	503	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	121.9	0.0285	ok
Canaletta scarpata 3			tubo banca 2	14	70	2104	0.4	841	300	5	508	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	121.2	0.0283	ok
Canaletta longitudinale banca 3				88	0.1	1495	0.4	598	300	165	465	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	128.3	0.0213	ok
Tubo banca 3			canaletta scarpata 3 + canaletta longitudinale banca 3	2	0.5	3599	0.4	1439	300	74	538	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	116.9	0.0467	ok
Canaletta scarpata 4			tubo banca 3	14	70	3599	0.4	1439	300	5	544	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	116.2	0.0465	ok
Canaletta longitudinale banca 4				98	0.1	1670	0.4	668	300	183	483	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	125.1	0.0232	ok
Tubo banca 4			canaletta scarpata 4 + canaletta longitudinale banca 4	2	0.5	5269	0.4	2107	300	82	565	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	113.4	0.0664	ok
Canaletta scarpata 5			tubo banca 4	14	70	5269	0.4	2107	300	6	571	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	112.6	0.0659	ok
Canaletta longitudinale banca 5				113	0.1	1900	0.4	760	300	211	511	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	120.8	0.0255	ok
Tubo banca 5			canaletta scarpata 5 + canaletta longitudinale banca 5	2	0.5	7169	0.4	2867	300	94	606	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	108.5	0.0864	ok
Canaletta scarpata 6			tubo banca 5	14	70	7169	0.4	2867	300	6	612	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	107.8	0.0859	ok
Canaletta longitudinale banca 6				115	0.1	2022	0.4	809	300	215	515	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	120.2	0.0270	ok
Tubo banca 6			canaletta scarpata 5 + canaletta longitudinale banca 5	2	0.5	9191	0.4	3676	300	89	604	DN450	80	0.11	1.32	0.21	70	0.18	108.7	0.1110	ok
Canaletta scarpata 7		3	tubo banca 6	14	70	9191	0.4	3676	300	7	610	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	108.0	0.1103	ok
Canaletta piede	1b	3		250	3.6	8162	0.4	3265	300	56	356	TIPO 1	63	0.23	4.48	1.68	70	0.91	151.7	0.1376	ok

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario: SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST					
Depositi definitivi C- Platterm Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 2 di 26

Descrizione	Progr. Iniziale	Progr. Finale	Tratti confluenti	Caratteristiche tratto										Calcolo portata di pioggia						Verifica grado di riempimento < 70%	
				L tratto	i minima tratto	A permeabile tot	Coeff. Afflusso	A ridotta	T accesso (5 min)	T rete	T corrivazione	tipo di elemento adottato (TIPO 1: canaletta trapezia con b minore 0.5 m; TIPO 2: canaletta trapezia con b minore 0.6 m, TIPO 3: canaletta trapezia con b minore 0.3 m; DNxxx: collettore HDPE circolare)	scabrezza Ks	Raggio idraulico max riempimento	Velocità max riempimento	Portata max riempimento	Grado riempimento max	Portata 70%	Intensità di pioggia		Portata di pioggia
				(m)	(%)	(m ²)	(-)	(m ²)	(s)	(s)	(s)		m ^{1/3} /s	m	m/s	m ³ /s	%	m ³ /s	(mm/h)	m ³ /s	
Canaletta sommità	2	4		90	0.1	1430	0.4	572	300	121	421	TIPO 1	63	0.23	0.75	0.28	70	0.15	136.5	0.0217	ok
Canaletta scarpata 1	4		canaletta sommità	8	70	1430	0.4	572	300	5	426	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	135.5	0.0215	ok
Canaletta longitudinale banca 1				88	0.1	913	0.4	365	300	166	466	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	128.0	0.0130	ok
Tubo banca 1			canaletta scarpata 1 + canaletta longitudinale banca 1	2	0.5	2343	0.4	937	300	74	540	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	116.7	0.0304	ok
Canaletta scarpata 2			tubo banca 1	14	70	2343	0.4	937	300	5	545	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	116.0	0.0302	ok
Canaletta longitudinale banca 2				91	0.1	1589	0.4	636	300	170	470	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	127.3	0.0225	ok
Tubo banca 2			canaletta scarpata 2 + canaletta longitudinale banca 2	2	0.5	3932	0.4	1573	300	76	546	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	115.8	0.0506	ok
Canaletta scarpata 3			tubo banca 2	14	70	3932	0.4	1573	300	5	552	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	115.1	0.0503	ok
Canaletta longitudinale banca 3				94	0.1	1639	0.4	656	300	176	476	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	126.4	0.0230	ok
Tubo banca 3			canaletta scarpata 3 + canaletta longitudinale banca 3	2	0.5	5571	0.4	2228	300	79	555	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	114.7	0.0710	ok
Canaletta scarpata 4			tubo banca 3	14	70	5571	0.4	2228	300	6	560	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	114.0	0.0706	ok
Canaletta longitudinale banca 4				97	0.1	1688	0.4	675	300	181	481	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	125.4	0.0235	ok
Tubo banca 4			canaletta scarpata 4 + canaletta longitudinale banca 4	2	0.5	7259	0.4	2904	300	81	563	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	113.7	0.0917	ok
Canaletta scarpata 5			tubo banca 4	14	70	7259	0.4	2904	300	6	568	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	113.0	0.0911	ok
Canaletta longitudinale banca 5				100	0.1	1738	0.4	695	300	187	487	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	124.5	0.0240	ok
Tubo banca 5			canaletta scarpata 5 + canaletta longitudinale banca 5	2	0.5	8997	0.4	3599	300	84	571	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	112.7	0.1126	ok
Canaletta scarpata 6			tubo banca 5	14	70	8997	0.4	3599	300	6	577	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	112.0	0.1119	ok
Canaletta longitudinale banca 6				102	0.1	1787	0.4	715	300	191	491	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	123.9	0.0246	ok
Tubo banca 6			canaletta scarpata 5 + canaletta longitudinale banca 5	2	0.5	10784	0.4	4314	300	79	570	DN450	80	0.11	1.32	0.21	70	0.18	112.8	0.1352	ok
Canaletta scarpata 7		5	tubo banca 6	14	70	10784	0.4	4314	300	6	576	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	112.1	0.1343	ok
Canaletta piede	3	5		106	1.0	10316	0.4	4126	300	39	614	TIPO 2	63	0.28	2.73	1.47	70	0.79	107.6	0.1233	ok

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:		
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	
Depositi definitivi C- Platterm Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ CL RI0340003 C 3 di 26	

Descrizione	Progr. Iniziale	Progr. Finale	Tratti confluenti	Caratteristiche tratto											Calcolo portata di pioggia					Verifica grado di riempimento < 70%	
				L tratto	i minima tratto	A permeabile tot	Coeff. Afflusso	A ridotta	T accesso (5 min)	T rete	T corrviazione	tipo di elemento adottato (TIPO 1: canaletta trapezia con b minore 0.5 m; TIPO 2: canaletta trapezia con b minore 0.6 m, TIPO 3: canaletta trapezia con b minore 0.3 m; DNxxx: collettore HDPE circolare)	scabrezza Ks	Raggio idraulico max riempimento	Velocità max riempimento	Portata max riempimento	Grado riempimento max	Portata 70%	Intensità di pioggia		Portata di pioggia
				(m)	(%)	(m ²)	(-)	(m ²)	(s)	(s)	(s)		m ^{1/3} /s	m	m/s	m ³ /s	%	m ³ /s	(mm/h)	m ³ /s	
Canaletta sommità sx	4	6		86	0.1	1233	0.4	493	300	115	415	TIPO 1	63	0.23	0.75	0.28	70	0.15	137.7	0.0189	ok
Canaletta sommità dx	6a	6		16	0.1	75	0.4	30	300	21	321	TIPO 1	63	0.23	0.75	0.28	70	0.15	161.8	0.0013	ok
Canaletta scarpata 1	6		canaletta sommità	8	70	1308	0.4	523	300	5	420	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	136.7	0.0199	ok
Canaletta longitudinale banca 1 sx				86	0.1	891	0.4	356	300	162	462	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	128.7	0.0127	ok
Canaletta longitudinale banca 1 dx				23	0.1	249	0.4	100	300	43	343	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	155.2	0.0043	ok
Tubo banca 1			canaletta scarpata 1 + canaletta longitudinale banca 1	2	0.5	2448	0.4	979	300	72	534	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	117.5	0.0319	ok
Canaletta scarpata 2			tubo banca 1	14	70	2448	0.4	979	300	5	539	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	116.7	0.0318	ok
Canaletta longitudinale banca 2 sx				89	0.1	1550	0.4	620	300	166	466	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	127.9	0.0220	ok
Canaletta longitudinale banca 2 dx				27	0.1	486	0.4	194	300	50	350	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	153.2	0.0083	ok
Tubo banca 2			canaletta scarpata 2 + canaletta longitudinale banca 2	2	0.5	4484	0.4	1794	300	75	541	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	116.5	0.0581	ok
Canaletta scarpata 3			tubo banca 2	14	70	4484	0.4	1794	300	5	546	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	115.8	0.0577	ok
Canaletta longitudinale banca 3 sx				91.5	0.1	1597	0.4	639	300	171	471	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	127.1	0.0226	ok
Canaletta longitudinale banca 3 dx				36	0.1	636	0.4	254	300	67	367	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	148.7	0.0105	ok
Tubo banca 3			canaletta scarpata 3 + canaletta longitudinale banca 3	2	0.5	6717	0.4	2687	300	77	548	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	115.6	0.0863	ok
Canaletta scarpata 4			tubo banca 3	14	70	6717	0.4	2687	300	5	553	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	114.9	0.0858	ok
Canaletta longitudinale banca 4				94	0.1	1644	0.4	658	300	176	476	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	126.4	0.0231	ok
Tubo banca 4			canaletta scarpata 4 + canaletta longitudinale banca 4	2	0.5	8361	0.4	3344	300	79	555	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	114.7	0.1066	ok
Canaletta scarpata 5			tubo banca 4	14	70	8361	0.4	3344	300	6	560	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	114.0	0.1059	ok
Canaletta longitudinale banca 5				97	0.1	1691	0.4	676	300	181	481	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	125.4	0.0236	ok
Tubo banca 5			canaletta scarpata 5 + canaletta longitudinale banca 5	2	0.5	10052	0.4	4021	300	81	563	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	113.7	0.1270	ok
Canaletta scarpata 6			tubo banca 5	14	70	10052	0.4	4021	300	6	568	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	113.0	0.1262	ok
Canaletta longitudinale banca 6				100	0.1	1738	0.4	695	300	187	487	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	124.5	0.0240	ok
Tubo banca 6			canaletta scarpata 5 + canaletta longitudinale banca 5	2	0.5	11790	0.4	4716	300	77	564	DN450	80	0.11	1.32	0.21	70	0.18	113.5	0.1486	ok
Canaletta scarpata 7		7	tubo banca 6	14	70	11790	0.4	4716	300	6	570	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	112.7	0.1477	ok
Canaletta piede	5	7		103	0.26	12493	0.4	4997	300	76	646	TIPO 2	63	0.28	1.36	0.74	70	0.40	104.2	0.1447	ok

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria: SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST					
Depositi definitivi C- Platterm Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 4 di 26

Descrizione	Progr. Iniziale	Progr. Finale	Tratti confluenti	Caratteristiche tratto										Calcolo portata di pioggia					Verifica grado di riempimento < 70%		
				L tratto	i minima tratto	A permeabile tot	Coeff. Afflusso	A ridotta	T accesso (5 min)	T rete	T corruzione	tipo di elemento adottato (TIPO 1: canaletta trapezia con b minore 0.5 m; TIPO 2: canaletta trapezia con b minore 0.6 m, TIPO 3: canaletta trapezia con b minore 0.3 m; DNxxx: collettore HDPE circolare)	scabrezza Ks	Raggio idraulico max riempimento	Velocità max riempimento	Portata max riempimento	Grado riempimento max	Portata 70%		Intensità di pioggia	Portata di pioggia
				(m)	(%)	(m ²)	(-)	(m ²)	(s)	(s)	(s)		m ^{1/3} /s	m	m/s	m ³ /s	%	m ³ /s	(mm/h)	m ³ /s	
Canaletta longitudinale banca 4		8		48	0.1	766	0.4	306	300	90	390	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	143.3	0.0122	ok
Tubo banca 4	8		canaletta longitudinale banca 4	2	0.5	766	0.4	306	300	41	431	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	134.5	0.0114	ok
Canaletta scarpata 5			tubo banca 4	14	70	766	0.4	306	300	3	434	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	133.9	0.0114	ok
Canaletta longitudinale banca 5 sx				49	0.1	858	0.4	343	300	92	392	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	142.8	0.0136	ok
Canaletta longitudinale banca 5 dx				13	0.1	241	0.4	96	300	24	324	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	160.9	0.0043	ok
Tubo banca 5			canaletta scarpata 5 + canaletta longitudinale banca 5 dx e sx	2	0.5	1865	0.4	746	300	42	433	DN400	80	0.10	1.22	0.15	70	0.13	134.0	0.0278	ok
Canaletta scarpata 6			tubo banca 5	14	70	1865	0.4	746	300	3	437	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	133.4	0.0276	ok
Canaletta longitudinale banca 6 sx				50	0.1	885	0.4	354	300	94	394	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	142.4	0.0140	ok
Canaletta longitudinale banca 6 dx				17	0.1	356	0.4	142	300	32	332	TIPO 3	63	0.14	0.53	0.07	70	0.04	158.6	0.0063	ok
Tubo banca 6			canaletta scarpata 6 + canaletta longitudinale banca 6 dx e sn	2	0.5	3106	0.4	1242	300	39	433	DN450	80	0.11	1.32	0.21	70	0.18	134.1	0.0463	ok
Canaletta scarpata 7		9	tubo banca 6	14	70	3106	0.4	1242	300	3	436	TIPO 1	63	0.23	19.88	7.45	70	4.03	133.5	0.0461	ok
Canaletta piede	7	9		54	2.5	13664	0.4	5466	300	13	449	TIPO 2	63	0.28	4.24	2.29	70	1.24	131.1	0.1990	ok
Canaletta piede	9	10		19	2.5	14182	0.4	5673	300	4	453	TIPO 2	63	0.28	4.24	2.29	70	1.24	130.2	0.2052	ok
Canaletta sommità/piede	1a	10		390	0.12	16034	0.4	6414	300	421	421	TIPO 2	63	0.28	0.93	0.50	70	0.27	136.4	0.2430	ok

Tabella 7-1 Verifica canalette e tubazioni

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Platterm Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 1 di 26

8. OPERA DI SCARICO

Le linee di drenaggio hanno tutte confluenza in un unico scarico posto all'estremo sud del deposito.

I fossi al piede (50/100h50cm e 60/120h60cm) e la linea di deflusso di massima pendenza 8-9 hanno confluenza nel punto a quota minima in cui è posto un pozzeto di raccolta 180x180 h100cm. In linea segue un fosso di recapito rivestito in massi (diametro 50cm) cementati 50/150 h 50 cm che confluisce nell'Isarco. A protezione dello scarico è stata progettata una scogliera in massi cementati (diametro 1m), pendenza massima 3:2, adeguatamente ammortata nel fondo alveo.

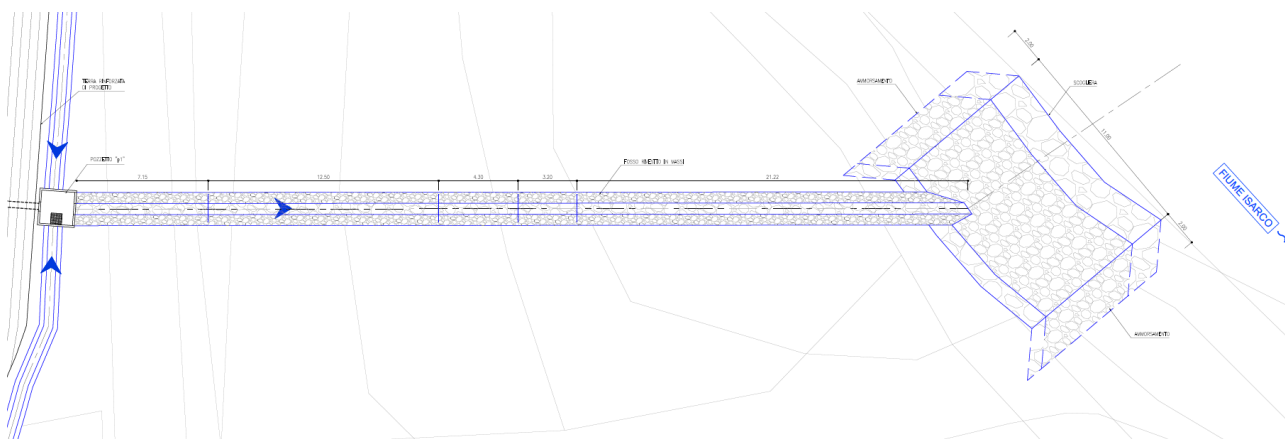


Figure 8-1 – Planimetria opera di scarico

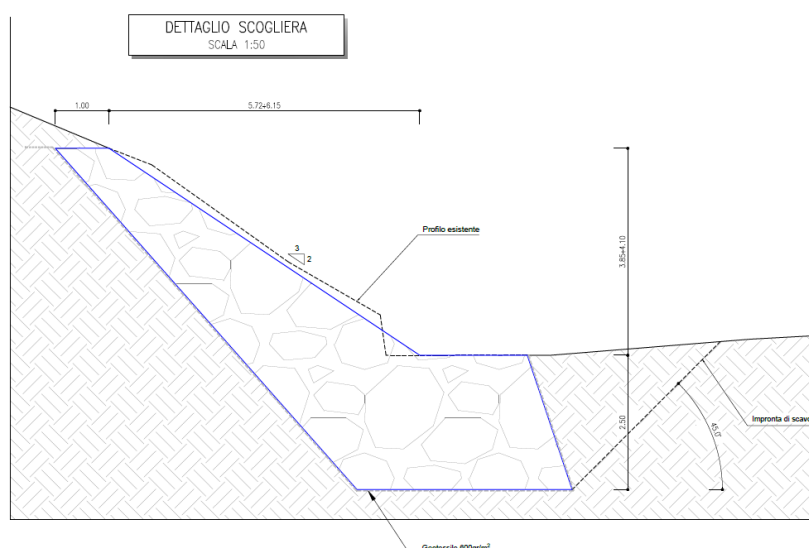


Figure 8-2 – Dettaglio scogliera

Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola specifica IB0U1BEZZBZRI0340001 "Particolari opere idrauliche – Opera di scarico".

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Platterm Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 2 di 26

8.1 VERIFICA A TRASCINAMENTO

8.1.1 Metodo di verifica

La verifica delle opere di protezione spondale è stata condotta applicando al fondo dell'alveo il metodo delle tensioni di trascinamento secondo la trattazione di A. Shields (1936)¹ che ha investigato sperimentalmente il caso di un letto formato da particelle uniformi non coesive, quindi valida per formazioni incoerenti di materiali.

Il valore medio della tensione tangenziale sul contorno bagnato può ottenersi esprimendo la condizione di equilibrio alla traslazione, scritta nel senso del moto, tra la componente del peso di un tratto del corso d'acqua e l'azione resistente che si sviluppa lungo il contorno della sezione, da cui risulta:

$$\tau_0 = \gamma R_H i$$

dove:

γ peso specifico dell'acqua;

R_H raggio idraulico;

i pendenza motrice.

Al fine di stimare le dimensioni caratteristiche del materiale, si calcola la tensione critica al fondo oltre la quale inizia il movimento incipiente.

Dalla condizione di equilibrio tra la forza di trascinamento e la forza resistente applicate ad un granulo di diametro d di peso specifico γ_s , Shields ha fornito la relazione:

$$\frac{\tau_{cr}}{(\gamma_s - \gamma)d} = \Phi(\text{Re}^*)$$

In condizione di regime turbolento ($\text{Re}^* > 2000$), Shields fornisce $\Phi(\text{Re}^*) = 0,06$.

In regime di moto assolutamente turbolento e per miscugli omogenei (pietrame sciolto), sono stati ottenuti da altri ricercatori valori limite di Φ inferiori a quelli ottenuti da Shields: in particolare J. Zeller (1963) ha determinato $\Phi = 0,047$.

La relazione di Shields è da ritenersi valida per dimensioni del materiale piccole rispetto al tirante idraulico ($d < h$).

Quando d è comparabile con il tirante idraulico h , la relazione diventa (A. Armanini):

$$\frac{\tau_{cr}}{(\gamma_s - \gamma)d} = \Phi(\text{Re}^*) \left[1 + 0.67 \left(\frac{d}{h} \right)^{0.5} \right]$$

Ciò determina, a parità di condizioni, una tensione critica superiore e, quindi, una diminuzione del diametro minimo del materiale d'alveo che non viene mobilitato sul fondo.

¹ Da Deppo, Datej, Salandin – "Sistemazione dei corsi d'acqua" - Ed. Cortina- Padova.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Platterm Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 3 di 26

Le relazioni indicate valgono nel caso di fondo piano o quasi, con le forze resistenti proporzionali al peso immerso e forze destabilizzanti dovute allo sforzo tangenziale.

Sulla sponda di un corso d'acqua vanno considerate anche altre forze. *E. Lane* (1953), ha fornito una relazione di τ_{cr} che modifica quella di *Shields* per porre in conto l'inclinazione α della sponda e l'angolo d'attrito φ del materiale.

$$\tau_{cr}(\alpha) = \tau_{cr}(0) \left(\cos\alpha \sqrt{1 - \frac{tg^2\alpha}{tg^2\varphi}} \right)$$

La tensione critica sulla sponda, superata la quale prende origine il moto delle particelle, è sempre minore di quella $\tau_{cr}(0)$ sul fondo.

In corrispondenza di protezioni spondali si è utilizzata la relazione secondo *Armanini* $\tau_{cr}(\alpha)$, mentre per le protezioni del fondo alveo si considera la relazione di *Shields* $\tau_{cr}(0)$. A favore di sicurezza, si procede alla verifica delle protezioni spondali, considerando per la protezione del fondo alveo le stesse dimensioni di massi adottate per la protezione delle sponde.

8.1.2 Verifiche al trascinamento

Le protezioni sono realizzate mediante posa di geotessuto pesante ($600g/m^2$) e massi naturali in pietrame calcareo cementati.

L'applicazione delle precedenti formule è attuata considerando diametri d comparabili con il tirante idrico h , e considerando i coefficienti $\phi = 0,047$; inclinazione della scogliera $\alpha = 34^\circ$; angolo di attrito interno $\varphi = 50^\circ$ e un peso specifico per massi ciclopici minimo $\gamma_s = 23 \text{ KN/m}^3$.

I dati di pendenza media dell'alveo e sezione di riferimento, così come la tensione di trascinamento, fanno riferimento agli elaborati di modellazione idraulica "*Relazione idrologica e idraulica fiume Isarco*". Lo scarico e la scogliera in progetto sono corrispondenti alla sezione 14c della modellazione idraulica. Nel tratto di sezione su cui insiste l'opera in realizzazione la tensione di trascinamento corrispondente alla piena con tempo di ritorno 500 anni e da verificare è pari a 391.7 N/m^2 . Il tirante è di 7.34m .

Una volta ricavato il diametro nominale D_{50} della protezione, volendo esprimere l'ordine di grandezza dei massi tramite il loro peso, si può considerare che il volume di elementi di forma abbastanza regolare è compreso tra quello di un cubo di lato pari alla dimensione caratteristica calcolata D_{50} e quello di una sfera di tale diametro. Il rapporto tra questi due volumi è 0.52 , mentre il volume del masso caratteristico sarà circa pari a 0.75 volte il volume del cubo.

Quindi, per calcolare il volume del masso caratteristico si può utilizzare la seguente semplice formula:

$$V = 0.75 \cdot (D_{50})^3$$

Il volume per il peso specifico del materiale utilizzato fornisce il peso corrispondente del materiale impiegato.

Di seguito verranno riportate le tabelle di verifica in corrispondenza della scogliera. Contengono le caratteristiche della corrente, il confronto delle tensioni di trascinamento derivate dalla modellazione Hec-Ras con le critiche. Dal momento che l'opera è a scogliera viene verificata la tensione critica di trascinamento

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. M Ingegneria <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Platterm Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque)	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340003	REV. C	FOGLIO. 4 di 26

sulla sponda. Inoltre a favore di sicurezza si opta per la formulazione valida per dimensione dei massi d minore del tirante h ($d \ll h$).

Si riporta anche una seconda tabella riassuntiva dei rivestimenti previsti con diametro nominale (D_{50}), volume dei massi associato (V), infine il peso (M) e lo stesso arrotondato (M^*).

Tratto	τ_{max} (N/m²)	Sez critica	H min, opera (m)	h (m)	α (°)	φ (°)	D50 (m)	$\tau_{cr,0}$ (fondo) (N/m³)	$\tau_{cr,\alpha}$ (sponda) (N/m³)
Scogliera	391.7	14c	368	7.34	34	50	1	619.9	423.7

Le protezioni sulle sponde adottate con massi sciolti di pezzatura D_{50} in tabella risultano, quindi, verificate ed idonee. Si riporta infine M^* come l'arrotondamento del peso M ricavato dalle formulazioni.

Opera	Tipologia	D50 (m)	V (m³)	M (kg)	M* (kg)
Scogliera	Massi cementati	1	0.75	1950	2000