

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
Dot. 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

11 - OPERE CIVILI

B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO

VIABILITA' ACCESSO ALL'AREA DI FUNES - ACCESSO ALL'AREA DI FUNES

Relazione idrologica e idraulica di piattaforma

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	N V 0 4 2 0	0 0 1	C

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	M.Ingianni	26/01/2022	A.Valente	27/01/2022	D.Buttafoco (Dolomiti)	28/01/2022	
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 Istruttoria e interlocuzioni	B. Fiorentino	25/02/2023	P. Fontana	26/02/2023	D.Buttafoco (Dolomiti)	27/02/2023	

File: IB0U1BEZZCLNV0420001C.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. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 1 di 41

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO GENERALE	3
3. ELABORATI DI RIFERIMENTO	5
4. ANALISI IDROLOGICA	6
5. ANALISI IDRAULICA	9
5.1 IDRAULICA DI PIATTAFORMA	9
5.1.1 Dimensionamento dell'interasse delle caditoie	19
5.1.2 Dimensionamento delle canalette.....	22
5.1.3 Dimensionamento dei collettori.....	24
5.1.4 Dimensionamento trincee infiltranti	28
6. VERIFICHE IDRAULICHE PONTE TORRENTE FUNES	34
7. INTERFERENZA CON FOGNATURA ESISTENTE	35
7.1 PROGETTO DEFINITIVO APPROVATO.....	35
7.2 PROGETTO ESECUTIVO.....	35
8. ALLEGATI	36
8.1 ALLEGATO 1: BACINI SCOLANTI	36
8.2 ALLEGATO 2: VERIFICHE IDRAULICHE PER L'AREA IMPIANTI	39

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. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 2 di 41

1. PREMESSA

Gli interventi necessari all'esecuzione delle opere relative all'imbocco della Finestra Funes (GA06) e della relative viabilità di accesso ricadono nell'ambito del progetto di Quadruplicamento della Linea Fortezza – Verona (linea Fortezza – Ponte Gardena - Lotto 1A).

La presente relazione tecnica illustra il dimensionamento delle opere idrauliche a servizio della viabilità di accesso all'area di Funes (menzionata come NV042), necessaria per la logistica di cantiere e la realizzazione delle opere degli interventi relativi all'imbocco della Finestra di accesso al tunnel ferroviario della nuova infrastruttura dall'area di Funes.

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. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 3 di 41

2. INQUADRAMENTO GENERALE

La viabilità di accesso all'area di Funes (NV042), è situata nella località di Gudon - Putzen, e presenta uno sviluppo complessivo di circa 1+150,77m. L'inizio del tracciato stradale è posto in corrispondenza dell'intersezione a raso sulla S.P. 141, nelle immediate vicinanze dello svincolo autostradale di Chiusa-Val Gardena della A-22 e si sviluppa, dapprima, in corrispondenza dell'asse stradale di collegamento alla località di Putzen attualmente esistente. Successivamente, la viabilità si stacca dal sedime stradale esistente e supera il torrente Funes, tramite un nuovo ponte in progetto, terminando all'altezza delle opere di imbocco della finestra di Funes. Tale viabilità, infatti, è realizzata per permettere di raggiungere l'area di stoccaggio e di lavoro durante l'esecuzione delle opere d'imbocco di Funes, dello scavo della relativa finestra e delle gallerie dell'asse ferroviario. Il tracciato plano-altimetrico dell'asse stradale in progetto è stato studiato in modo da agevolare il transito dei mezzi pesanti e d'opera provenienti e diretti al cantiere e al sito di stoccaggio dell'area di Funes, nonostante siano presenti in sito molteplici vincoli (stretto affiancamento con la linea ferroviaria storica Bolzano-Fortezza a valle e a monte con l'asse autostradale della A-22) che limitano sensibilmente le dimensioni della piattaforma stradale. Come meglio precisato negli elaborati di tracciamento, si rammenta che dalla progressiva 0+000 alla progressiva 0+290 la piattaforma stradale deve necessariamente adattarsi a quella esistente, non prevedendo la riqualificazione del sedime stradale esistente, a causa del notevole complessità dello stato dei luoghi (shelter ferroviario, opere di presidio versante roccioso e rilevato ferroviario).

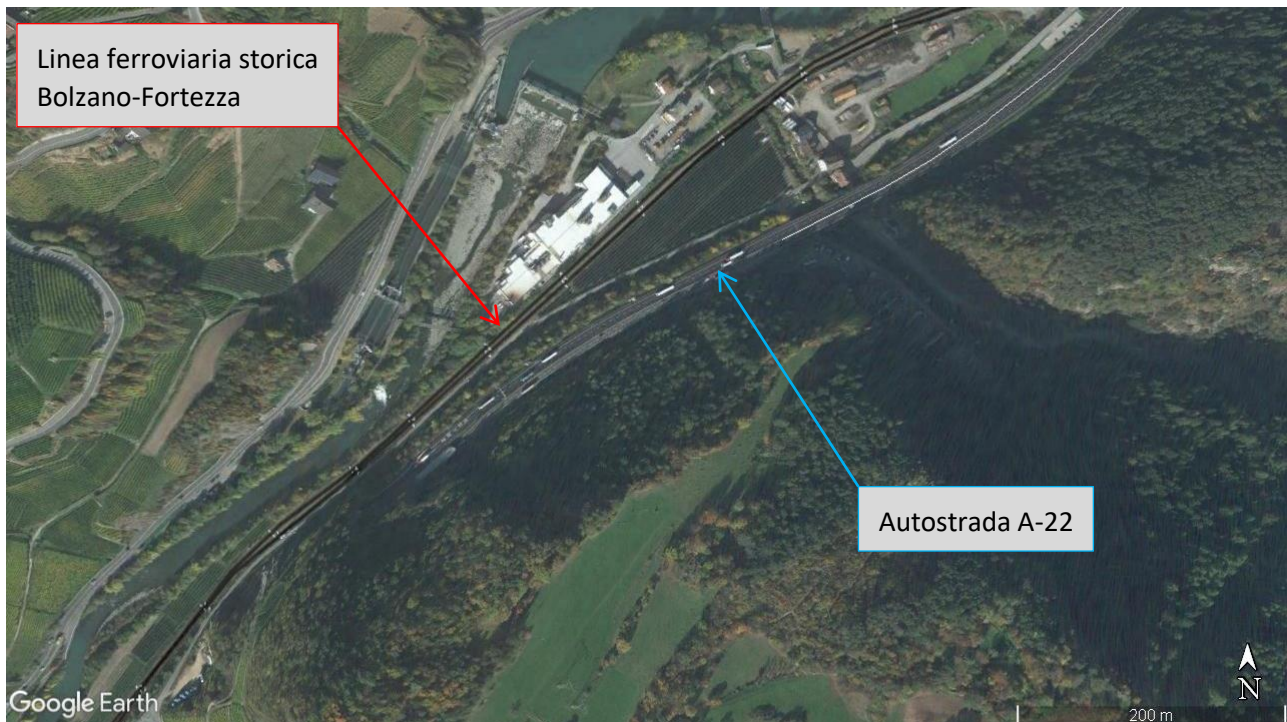


Figure 2-1 - Planimetria area d'intervento –Google Earth

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. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 4 di 41



Figure 2-2 - Planimetria d'intervento viabilità di accesso all'area di Funes.

Le verifiche riguardano le seguenti opere idrauliche della rete di raccolta e scarico delle acque di piattaforma a servizio della viabilità di accesso all'area di Funes:

- Canaletta grigliata in calcestruzzo vibrato con griglia in ghisa sferoidale UNI-EN 1433/2004, per la raccolta ed il deflusso delle acque di piattaforma e di versante;
- Canalette a sezione trapezoidale in c.a. a raccolta delle acque di scarpata;
- Pozzetti prefabbricati in c.a.v con caditoie in ghisa sferoidale carrabile UNI/EN 124 classe D 400;
- Canalette rettangolare testa muro in c.a.;
- Tubi in PVC SN8 di diametro variabile, per il collettamento delle acque;
- Tubi in acciaio staffati all'impalcato del ponte
- Trincea infiltrante;
- Opere 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: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 5 di 41

3. ELABORATI DI RIFERIMENTO

Gli elaborati relativi alle opere idrauliche sono codificati:

- IBOU1BEZZBZNV0420001 – Sezioni tipologiche stradali con opere strutturali
- IBOU1BEZZBZNV0420002 – Sezioni tipologiche stradali con opere idrauliche
- IBOU1BEZZBZNV0420003 – Particolari idraulici
- IBOU1BEZZBZNV0420004 – Particolari opere idrauliche - Tombino alla pk 0+509.00
- IBOU1BEZZF8NV0420001 – Profili collettori idraulici
- IBOU1BEZZP8NV0420001 – Planimetria idraulica
- IBOU1BEZZP8NV0420002 – Planimetria idraulica area impianti

Elaborati appartenenti ad altre WBS che fanno comunque parte dei documenti di riferimento sono:

- IBOU1BEZZRHNVO620001B - NV062 - Relazione tecnica, idraulica e di tracciamento
- IBOU1BEZZW9ID0000105A - Sezioni trasversali e profilo longitudinale con livelli idrici
- IBOU1BEZZRIID0000101C - Relazione idraulica fiume Isarco

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: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 6 di 41

4. ANALISI IDROLOGICA

Come indicato nella relazione idrologica del progetto definitivo (IBL11BD26RIID0000001A – capitolo 5.1), il metodo di calcolo impiegato è quello della regionalizzazione (analisi regionale), con i dati forniti dall'autorità di bacino. Per la formulazione di tali dati sono state prese in esame le serie storiche misurate alle stazioni dotate di pluviografo, presenti nell'area e ritenute rappresentative (24 stazioni pluviografiche), in particolare sono state considerate le durate pari a 15', 30', 45' e 1h, 3h, 6h, 12h e 24h; come per la progettazione definitiva, sono stati assunti i dati relativi ai bacini in zona Albes (stazione di riferimento).

L'osservazione dell'andamento dei dati delle stazioni esaminate nel corso della progettazione definitiva ha permesso di stabilire, negli studi dell'A dB, che il modello probabilistico che meglio si adatta a caratterizzare la curvatura che presenta la legge di probabilità campionaria in carta probabilistica asintotica del massimo valore è quello costituito dalla GEV.

Dallo studio del progetto definitivo sono stati desunti i parametri di input impiegati anche per la progettazione esecutiva, si riportano i parametri della curva di possibilità climatica adottata (a favore di sicurezza) 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: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 7 di 41

PRECIPITAZIONI									
Durata (h)	Tempo di Ritorno								
	2	5	10	20	30	50	100	200	300
0.25	11.3	15.7	18.6	21.4	22.9	24.9	27.6	30.3	31.9
0.50	14.6	20.2	23.9	27.5	29.6	32.1	35.6	39.1	41.1
0.75	16.9	23.4	27.8	31.9	34.3	37.3	41.3	45.3	47.7
1.00	18.8	26.0	30.9	35.5	38.1	41.4	45.9	50.4	53.0
2.00	22.6	31.4	37.2	42.7	45.9	49.9	55.3	60.7	63.8
3.00	25.2	35.0	41.5	47.7	51.2	55.7	61.7	67.7	71.2
4.00	27.3	37.8	44.8	51.5	55.3	60.1	66.6	73.1	76.9
5.00	29.0	40.2	47.6	54.7	58.8	63.9	70.8	77.6	81.6
6.00	30.4	42.2	50.0	57.4	61.7	67.1	74.3	81.5	85.7
7.00	31.7	44.0	52.1	59.8	64.3	69.9	77.5	85.0	89.4
8.00	32.9	45.6	54.0	62.0	66.7	72.5	80.3	88.1	92.6
9.00	33.9	47.0	55.7	64.0	68.8	74.8	82.9	90.9	95.6
10.00	34.9	48.4	57.3	65.9	70.8	77.0	85.3	93.5	98.4
11.00	35.8	49.6	58.8	67.6	72.6	79.0	87.5	96.0	100.9
12.00	36.7	50.8	60.2	69.2	74.4	80.8	89.5	98.2	103.3
13.00	37.5	51.9	61.5	70.7	76.0	82.6	91.5	100.4	105.6
14.00	38.2	53.0	62.7	72.1	77.5	84.2	93.3	102.4	107.7
15.00	38.9	54.0	63.9	73.5	79.0	85.8	95.1	104.3	109.7
16.00	39.6	54.9	65.0	74.7	80.3	87.3	96.7	106.1	111.6
17.00	40.3	55.8	66.1	76.0	81.7	88.8	98.3	107.9	113.5
18.00	40.9	56.7	67.1	77.2	82.9	90.1	99.9	109.6	115.2
19.00	41.5	57.5	68.1	78.3	84.1	91.5	101.3	111.2	116.9
20.00	42.1	58.3	69.1	79.4	85.3	92.7	102.7	112.7	118.5
21.00	42.6	59.1	70.0	80.4	86.4	93.9	104.1	114.2	120.1
22.00	43.1	59.8	70.8	81.4	87.5	95.1	105.4	115.6	121.6
23.00	43.7	60.5	71.7	82.4	88.6	96.3	106.7	117.0	123.1
24.00	44.2	61.2	72.5	83.4	89.6	97.4	107.9	118.4	124.5

Figure 4-1 - Valori di precipitazioni per differenti durate e tempi di ritorno.

PARAMETRI C.P.P. – B340										
a									n	
Tempo di Ritorno									Durata Precipitazione	
2	5	10	20	30	50	100	200	300	< 1h	> 1h
18.8	26.0	30.9	35.5	38.1	41.4	45.9	50.4	53.0	0.37	0.27

Figure 4-2 - Parametri della curva di possibilità climatica.

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 8 di 41

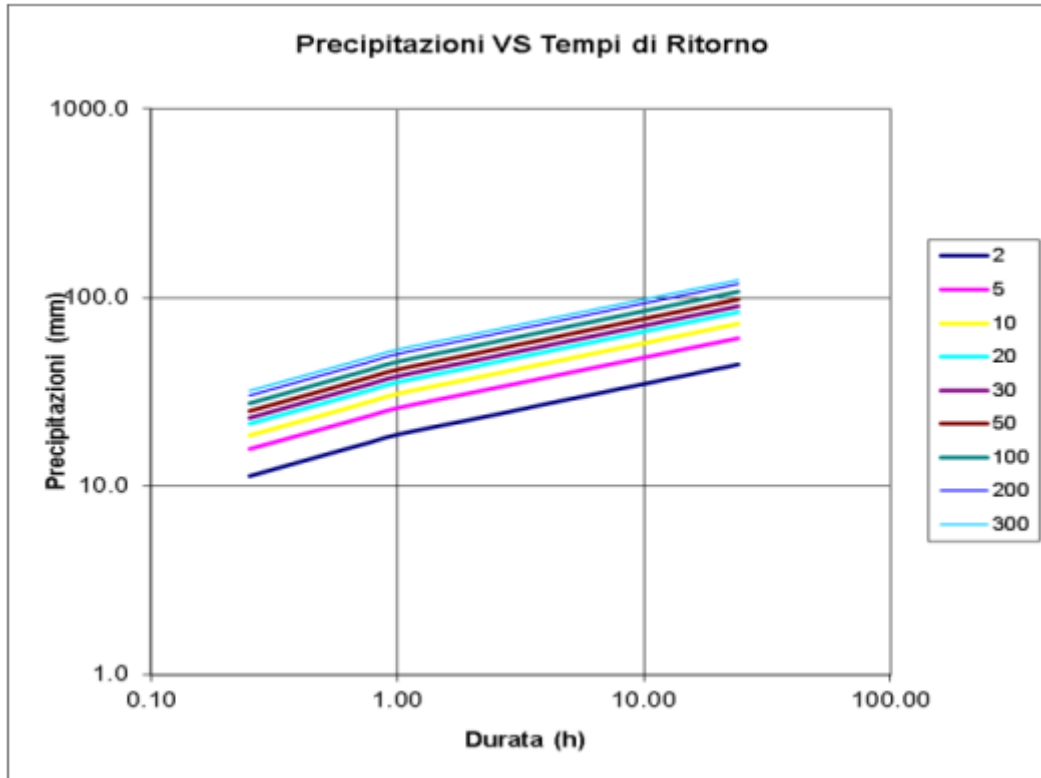


Figure 4-3 - Precipitazioni per differenti durate e tempi di ritorno.

Tr	Tipo	a	n
[anni]	-	-	-
30	Piattaforma e cunetta	38.1	0.37
50	Fossi-Cunetta esterni	41.40	0.37
200	Tombini-Fiumi	50.40	0.37

Figure 4-4 - Parametri a e n adottati per la verifica delle opere idrauliche in progetto.

Per stimare l'altezza di pioggia si adotta la seguente formula:

$$h(T) = a d^n$$

che, esprime la legge di variazione dei massimi annuali di pioggia in funzione della durata della precipitazione, d , ad assegnata frequenza di accadimento o periodo di ritorno T .

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 9 di 41

5. ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica è volta al dimensionamento e verifica delle opere di drenaggio in progetto, sulla base delle curve di possibilità pluviometrica per i relativi tempi di ritorno, determinate nell'ambito dell'attività di analisi idrologica.

5.1 IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Nel presente capitolo si fornisce una descrizione delle opere di drenaggio della piattaforma stradale e delle acque di scarpata, fornendo gli elementi e i criteri utili per il corretto dimensionamento e verifica delle stesse. Gli schemi della rete di smaltimento sono studiati per consentire lo scarico a gravità delle acque di drenaggio verso 3 recapiti finali nel Fiume Isarco.

In merito al dimensionamento, è opportuno, tenuto conto dell'importanza delle opere da realizzare e della necessità di garantire un facile allontanamento delle acque dalle pavimentazioni, assumere dati di progetto che assicurino le migliori condizioni di esercizio.

Nel calcolo delle opere di drenaggio delle acque di piattaforma, la sollecitazione meteorica che si assume alla base del progetto è quella corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 30 anni (elementi di drenaggio che raccolgono esclusivamente l'acqua proveniente dalla piattaforma stradale). Per il dimensionamento degli elementi di raccolta delle acque di scarpata e versante (fossi di guardia e canalette), si assume la sollecitazione meteorica corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 50 anni. I collettori sono stati dimensionati anch'essi per eventi con tempo di ritorno di 50 anni.

Tutti gli elementi idraulici di drenaggio sono verificati in modo che raggiungano un grado di riempimento massimo compatibile con la funzione svolta.

I criteri progettuali da rispettare sono i seguenti:

- mantenimento della sicurezza sul piano viario anche in caso di apporti meteorici eccezionali;
- protezione dall'erosione di trincee, rilevati e opere d'arte che possono essere interessate dal deflusso di acque canalizzate;
- protezione dall'erosione e mantenimento della sicurezza a valle dei recapiti della rete di drenaggio.

Nel tratto iniziale, fra le progressive pk 0+000 e 0+290 la piattaforma stradale verrà adattata a quella esistente, non prevedendo la riqualificazione del sedime stradale esistente, a causa della notevole complessità dello stato dei luoghi (shelter ferroviario, opere di presidio versante roccioso e rilevato ferroviario). In questo tratto, le caratteristiche geometriche degli elementi plano-altimetrici ricalcano sostanzialmente lo stato di fatto. Al fine di razionalizzare lo schema di raccolta delle acque di piattaforma stradale e limitare il numero dei cambiamenti di pendenza trasversale è stata prevista una piattaforma a pendenza unica verso il ciglio sinistro (ciglio di valle) anche nei tratti in rettilineo. Tra le pk 0+000 e 0+367 si è scelto di adottare un sistema di raccolta per mezzo di canalette grigliate carrabili che convogliano le acque ai collettori sottostanti grazie a pozzetti con interasse opportunamente dimensionato, fino allo scarico alla progressiva 0+171 (Scarico 1).

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 10 di 41

Le canalette grigliate sono state poste lungo il ciglio sinistro (ciglio di valle) e raccolgono sia le acque di piattaforma che di versante. Nel tratto iniziale fino alla pk 0+065,00 è presente un fosso esistente in affiancamento alla viabilità lato monte che verrà mantenuto allo stato attuale, ovvero vi confluiranno i medesimi contributi. Fra pk 0+065,00 e 0+320.00, si ammette che l'acqua di versante proveniente dal ciglio destro (nel senso delle progressive crescenti, ovvero lato monte) interessi la piattaforma stradale prima di essere raccolta in corrispondenza del ciglio sinistro (lato valle).

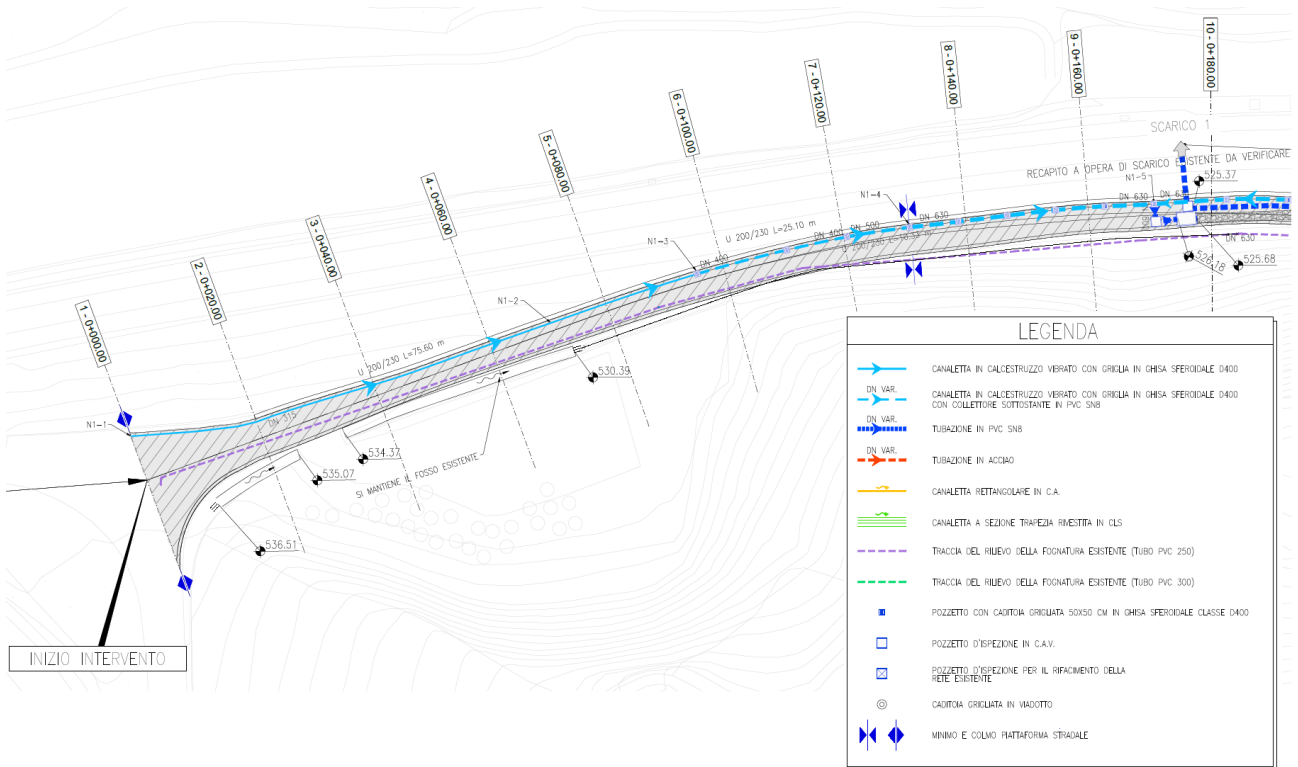


Figure 5-1-Estratto dalla "Planimetria idraulica" di progetto esecutivo (codifica: IBOU1BEZZP8NV0420001)

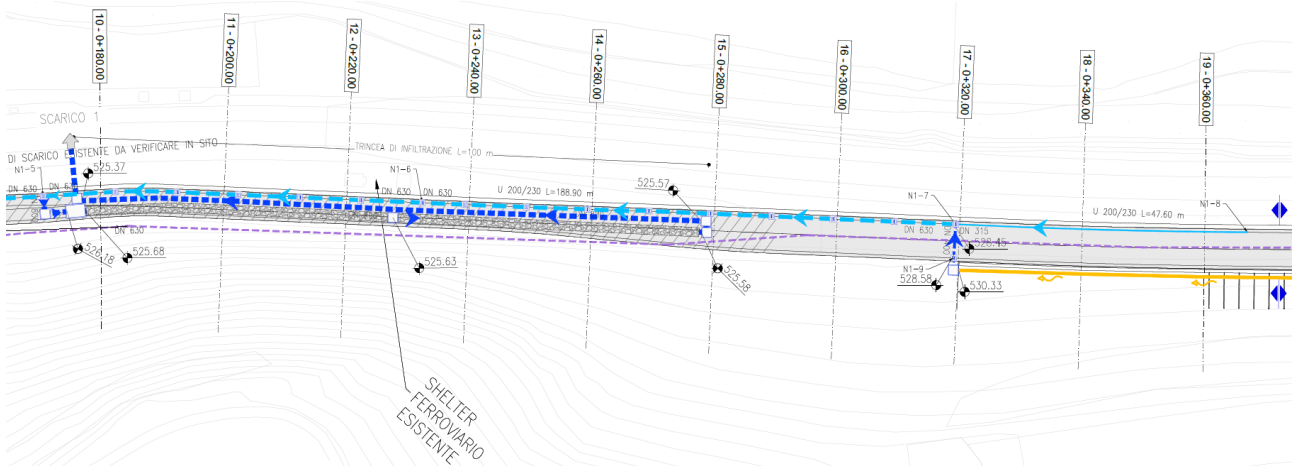


Figure 5-2 - Estratto dalla "Planimetria idraulica" di progetto esecutivo (codifica: IBOU1BEZZP8NV0420001)

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. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 11 di 41

Si precisa che, sempre in ragione della notevole complessità dello stato dei luoghi nel tratto che va da pk 0+000 a 0+320 non è possibile prevedere un sistema di raccolta delle acque di versante ad hoc; per questo motivo le canalette grigliate che si trovano sul ciglio di valle sono state dimensionate per accogliere anche i contributi delle acque di versante, ad eccezione di quelle presenti nel tratto compreso fra pk 0+000 e 0+065 ove è presente un fosso esistente in affiancamento alla viabilità (lato monte) che verrà mantenuto allo stato attuale (si precisa che nel post-operam confluiranno gli stessi contributi dell'ante-operam), con il medesimo scarico. In questo tratto non vi è sufficiente spazio lato monte per prevedere specifiche opere di raccolta delle acque di versante in quanto, come mostrato nelle immagini successive, sono presenti manufatti tecnologici ed opere d'arte che non possono essere in alcun modo coinvolte o alterate dai lavori sulla viabilità (opere di sostegno, barriere paramassi, rete fognaria che si trova parzialmente fuori terra e relativi pozzetti di ispezione, presidi ferroviari di vario genere).



Figure 5-3 – Documentazione fotografica a comprova della presenza di manufatti e opere d'arte nell'intorno della viabilità esistente (nello specifico: sul ciglio di monte si nota il fosso che verrà mantenuto quale presidio del versante; a valle del tombinamento si evidenzia un'opera di sostegno; sul ciglio di valle la barriera paramassi a ridosso della barriera di sicurezza stradale esistente)

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.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria		PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 12 di 41

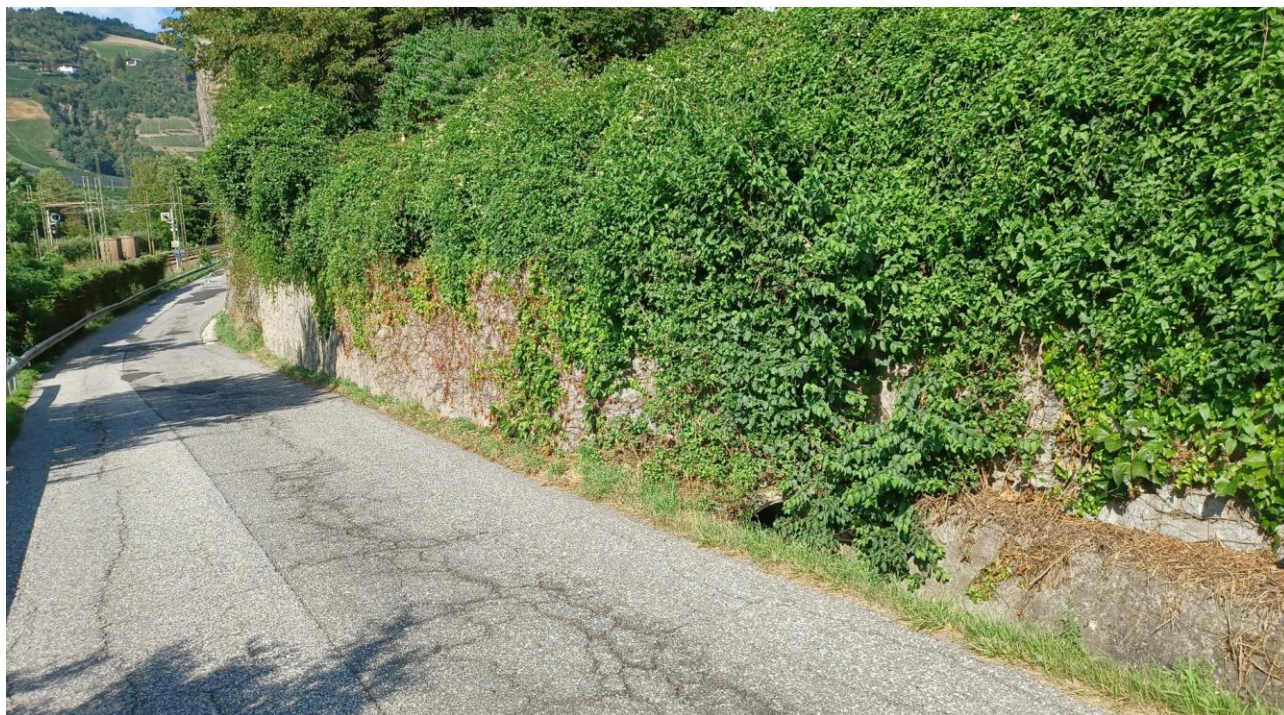


Figure 5-4 – Documentazione fotografica a comprova della presenza di manufatti e opere d'arte nell'intorno della viabilità esistente (nello specifico: sul ciglio di monte si nota il fosso che verrà mantenuto quale presidio del versante; a valle del tombinamento si evidenzia un'opera di sostegno; sul ciglio di valle la barriera paramassi a ridosso della barriera di sicurezza stradale esistente)

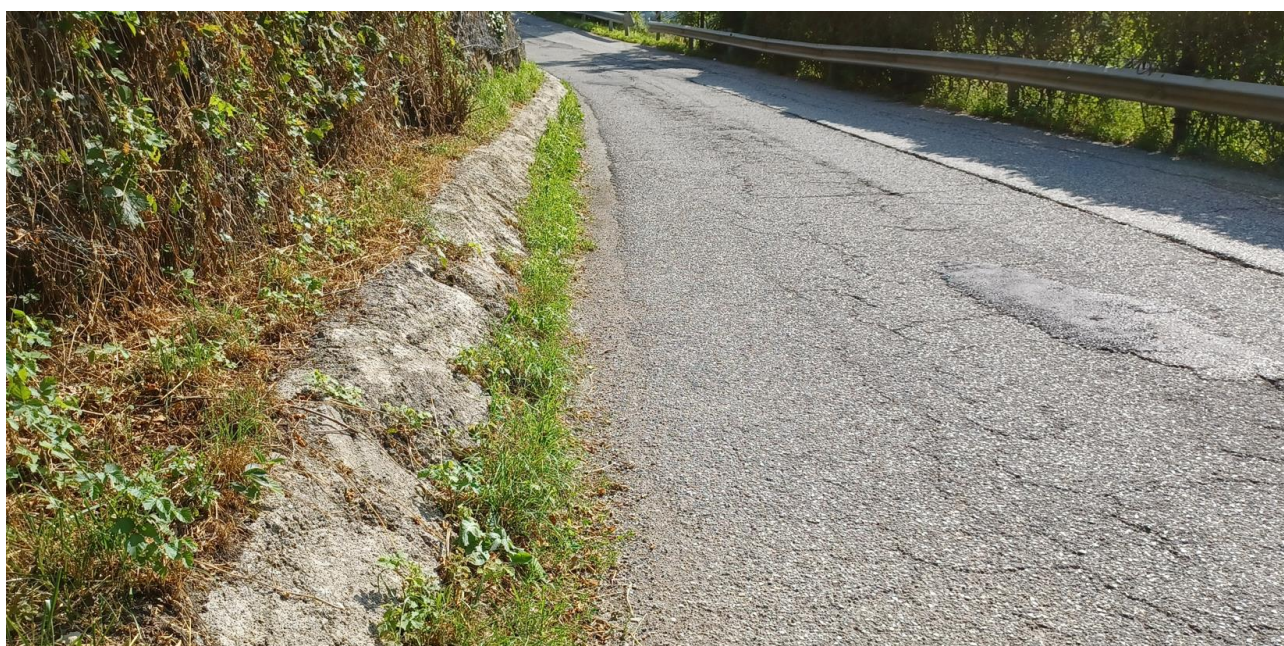


Figure 5-5 – Documentazione fotografica a comprova della presenza di manufatti e opere d'arte nell'intorno della viabilità esistente (nello specifico: sul ciglio di monte si nota il bauletto rinforzato a protezione della fognatura nel tratto dove questa risulta più superficiale: tale presidio si trova a ridosso del piano viabile, ad una quota saltuariamente maggiore di quest'ultimo)

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. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 13 di 41



Figure 5-6 – Documentazione fotografica a comprova della presenza di manufatti e opere d'arte nell'intorno della viabilità esistente (nello specifico: sul ciglio di monte si nota il bauletto rinforzato a protezione della fognatura nel tratto dove questa risulta più superficiale: tale presidio si trova a ridosso del piano viabile, ad una quota saltuariamente maggiore di quest'ultimo; a valle si evidenzia un intervento corticale sulla scarpata; sul ciglio di valle la paramassi a ridosso della barriera di sicurezza stradale)

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>Mandataria:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 14 di 41



Figure 5-7 – Documentazione fotografica a comprova della presenza di manufatti e opere d'arte nell'intorno della viabilità esistente (nello specifico: sul ciglio di monte si notano a ridosso della strada le barriere paramassi; sul ciglio di valle i presidi ferroviari a ridosso della barriera di sicurezza stradale esistente)



Figure 5-8 – Documentazione fotografica a comprova della presenza di manufatti e opere d'arte nell'intorno della viabilità esistente (nello specifico: sul ciglio di monte si nota la barriera paramassi a ridosso della barriera stradale; sul ciglio di valle una barriera paramassi (ricoperta dalla vegetazione) seguita dai presidi ferroviari a ridosso della barriera di sicurezza stradale esistente)

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. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 15 di 41



Figure 5-9 – Documentazione fotografica a comprova della presenza di manufatti e opere d’arte nell’intorno della viabilità esistente (nello specifico: sul ciglio di monte si notano gli interventi corticali sul versante roccioso; sul ciglio di valle una barriera paramassi (ricoperta dalla vegetazione) a ridosso della barriera di sicurezza stradale esistente, a cui è parzialmente tirantata

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. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 16 di 41



Figure 5-10 – Documentazione fotografica a comprova della presenza di manufatti e opere d'arte nell'intorno della viabilità esistente (nello specifico: sul ciglio di monte si nota la barriera paramassi a ridosso della barriera stradale, oltre ad un pozzetto di ispezione della linea fognaria; sul ciglio di valle i presidi ferroviari a ridosso della barriera di sicurezza stradale esistente)



Figure 5-11 – Documentazione fotografica a comprova della presenza di manufatti e opere d'arte nell'intorno della viabilità esistente (nello specifico: sul ciglio di valle i presidi ferroviari a ridosso della barriera di sicurezza stradale esistente e lo stretto affiancamento alla linea)

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 17 di 41

Tra le progressive 0+370.00 e 0+800.00, l'acqua della piattaforma stradale viene raccolta da un sistema di caditoie poste ad interasse massimo di 20 m e convogliata dai collettori sottostanti, allo scarico di nuova realizzazione posto alla progressiva 0+513.50; l'acqua di versante viene invece raccolta mediante una canaletta a sezione trapezia e una canaletta a sezione rettangolare in testa alla paratia e convogliata anch'essa allo scarico posto alla progressiva 0+513.50 (Scarico 2).

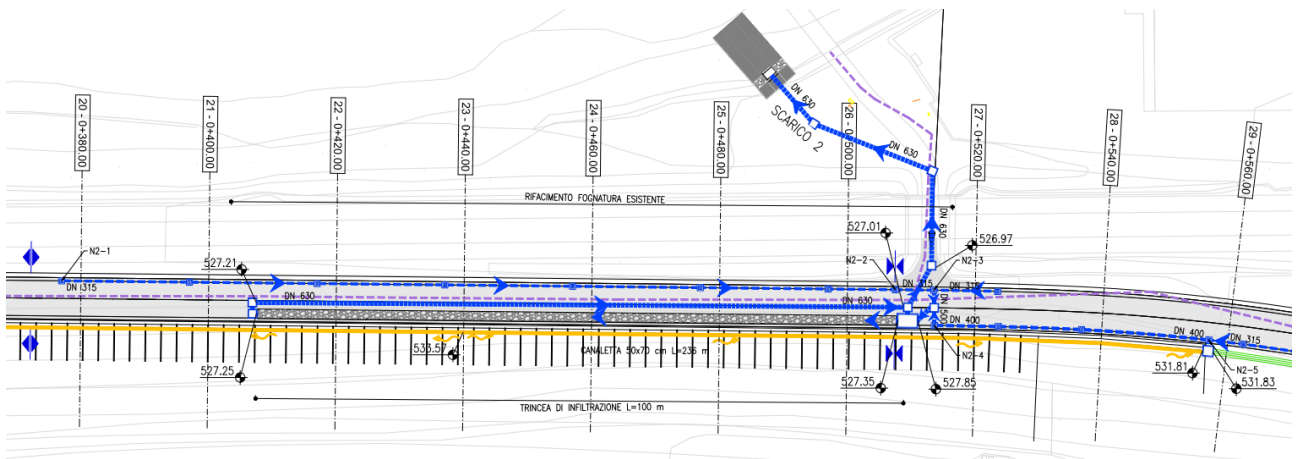


Figure 5-12 - Estratto dalla "Planimetria idraulica" di progetto esecutivo (codifica: IB0U1BEZZP8NV0420001)



Figure 5-13 - Estratto dalla "Planimetria idraulica" di progetto esecutivo (codifica: IB0U1BEZZP8NV0420001)

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 18 di 41

Fra le progressive 0+800,00 fino a fine intervento, si è adottato un sistema di raccolta per mezzo di caditoie che convogliano l'acqua ai collettori sottostanti allo scarico esistente alla progressiva 1+080,00 (Scarico 3). Lo scarico 3 raccoglierà anche una parte delle acque drenate dalla viabilità NV062. Tra le progressive 0+965,00 e 1+150,00 si prevede di inserire una canaletta rettangolare in testa al muro esistente sul lato sinistro della strada. Il sistema di drenaggio è stato dimensionato anche per raccogliere l'acqua proveniente dall'area verde in affiancamento alla viabilità NV043.



Figure 5-14 - Estratto dalla "Planimetria idraulica" di progetto esecutivo (codifica: IBOU1BEZZP8NV0420001)

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. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 19 di 41

5.1.1 Dimensionamento dell'interasse delle caditoie

Al fine di valutare il corretto passo delle caditoie sui cigli stradali, sono stati calcolati gli apporti massimi di pioggia in funzione della larghezza massima della piattaforma pavimentata, variando il passo delle caditoie e verificando la capacità di smaltimento delle stesse.

La portata affluente è data dalla formula:

$$q_0 = \varphi b i = \varphi b a t^{n-1}$$

con b larghezza della falda, φ coefficiente di deflusso ed i intensità di pioggia calcolata con i parametri corrispondenti ad un evento piovoso con tempo di ritorno pari a 30 anni.

Il coefficiente di deflusso è stato posto pari ad 0.9 per le superfici pavimentate e 0.4 per le aree permeabili.

In base alla teoria dell'onda cinematica, la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Si è imposto un tempo di corrivazione minimo pari a 3 minuti per le caditoie che raccolgono esclusivamente le acque provenienti dalla piattaforma stradale e un tempo di corrivazione minimo pari a 5 minuti per le caditoie che raccolgono anche le acque di versante, poiché per tempi molto brevi la curva dell'intensità di pioggia a due parametri tende all'infinito, fornendo quindi dati non realistici.

Il dimensionamento dell'interasse degli elementi puntuali si ottiene facendo il rapporto tra la portata massima transitante in un'ipotetica canaletta triangolare delimitata dal manto stradale e dal cordolo, e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

Considerando la caditoia come uno stramazzo in parete grossa si considera valida la seguente espressione per la stima della portata defluente¹:

$$Q = \mu \cdot \eta \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove:

Q = portata sfiorata (m³/s);

μ coefficiente di stramazzo, pari a 0.385;

η coefficiente di riduzione dovuto alla griglia, pari a 0.60;

L = larghezza stramazzo pari a tre lati del pozzetto L=1.50 m;

h = carico idraulico (m);

g = accelerazione di gravità pari a 9,81 m/s².

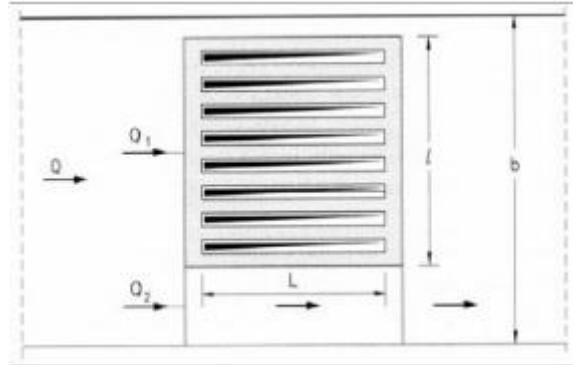
Come limite massimo di allagamento dal ciglio si è scelto un valore pari a 1,5 m ed il carico idraulico risulta funzione della pendenza trasversale della piattaforma stradale.

L'efficienza della luce è il rapporto tra la portata che essa intercetta e quella totale proveniente da monte.

La luce netta L_{netta} è la somma delle lunghezze delle luci libere.

¹ "Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali" - Luigi da Deppo, Claudio Datei - BIOS

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 20 di 41



Si indica con:

Q = portata proveniente da monte ;

Q_1 = portata fluente nella cunetta nella larghezza l ;

Q_2 = portata fluente nella cunetta nella larghezza $b-l$ che prosegue a valle ;

v = velocità media della corrente in cunetta.

Q_1 è catturata integralmente dalla caditoia solo se la velocità della corrente è minore o uguale di una velocità limite che si indica con v_0

$v_0 = 1,86 \times L^{0,79}$ per griglie con barre perpendicolari alla direzione della corrente

$v_0 = 2,54 \times L^{0,51}$ per griglie con barre parallele alla direzione della corrente

Q_1^* aliquota di Q_1 captata dalla griglia, con rendimento $R_1=Q_1^*/Q_1$

$$R_1 = \frac{Q_1^*}{Q_1} = 1 - 0.3x(v - v_0)$$

Analogamente Q_2^* ed $R_2=Q_2^*/Q_2$

$$R_2 = Q_2^*/Q_2 = (1 + (0,083 v^{1,8}/L^{2,3}))^{-1}$$

Mentre l'Efficienza, in moto uniforme si può scrivere come:

$$E_0 = Q_1/Q = 1 - Q_2/Q = 1 - [(b-l)/b]^{8/3} = 1 - [1-l/b]^{8/3}$$

L'espressione dell'efficienza della griglia è allora

$$E = (Q_1^* + Q_2^*)/Q = (R_1 Q_1 + R_2 Q_2)/Q = R_1 Q_1/Q + R_2 Q_2/Q = R_1 E_0 + R_2 (1 - E_0)$$

Si riportano nelle seguenti tabella i risultati ottenuti:

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:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	
Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	IBOU	1BEZZ	CL	NV0420001	C	21 di 41	

Curva di possibilità pluviometrica Tr = 30 anni a = **38.10** n = **0.370**

identificazione tratto	Posizione elementi	Elementi del tratto											Larghezza banchina bagnata	Coefficiente di deflusso	Coefficiente riduzione griglia	Larghezza di stramazzo	Titante idrico max	Portata massima dello specchio considerato	Interasse massimo caditoie	Interasse massimo caditoie adottato		
		Lunghezza del tratto (m)	Pendenza del tratto (%)	Area impermeabile (m ²)	Area permeabile (m ²)	Coeff. d'afflusso medio φ	Area effettiva (m ²)	Area ridotta φ S (m ²)	Pendenza trasversale (%)	Tempo di corrivazione (s)	Intensità media di pioggia (mm/h)	Coefficiente udometrico (l/s ha)									Portata (m ³ /s)	
0+377	0+475	sx	100	0.50	682	0	0.900	682	614	2.500	180	251.5	628.8	0.0429	1.50	0.385	0.60	1.50	0.038	0.0111	26	20
0+475	0+508	sx	31	0.50	199	0	0.900	199	179	2.500	180	251.5	628.8	0.0125	1.50	0.385	0.60	1.50	0.038	0.0111	27	20
0+508	0+513	sx	6	0.60	38	0	0.900	38	34	2.500	180	251.5	628.8	0.0024	1.50	0.385	0.60	1.50	0.038	0.0111	28	20
0+800	0+720	sx	80	4.64	557	0	0.900	557	501	2.500	180	251.5	628.8	0.0350	1.50	0.385	0.60	1.50	0.038	0.0111	25	20
0+720	0+623	sx	97	4.64	634	0	0.900	634	571	2.500	180	251.5	628.8	0.0399	1.50	0.385	0.60	1.50	0.038	0.0111	27	20
0+623	0+557	dx	66	4.22	429	0	0.900	429	386	2.500	180	251.5	628.8	0.0270	1.50	0.385	0.60	1.50	0.038	0.0111	27	20
0+557	0+523	dx	33	3.70	216	0	0.900	216	194	2.500	180	251.5	628.8	0.0136	1.50	0.385	0.60	1.50	0.038	0.0111	27	20
0+812	0+880	sx	62	2.04	608	0	0.900	608	547	3.500	180	251.5	628.8	0.0382	1.50	0.385	0.60	1.50	0.053	0.0185	30	20
0+880	0+907	dx	15	1.80	227	0	0.900	227	204	3.500	180	251.5	628.8	0.0143	1.50	0.385	0.60	1.50	0.053	0.0185	19	15
0+907	0+927	dx	24	4.10	292	0	0.900	292	263	3.000	180	251.5	628.8	0.0184	1.50	0.385	0.60	1.50	0.045	0.0147	19	15
0+927	0+985	dx	57	5.20	390	0	0.900	390	351	2.500	180	251.5	628.8	0.0245	1.50	0.385	0.60	1.50	0.038	0.0111	26	20
0+985	1+065	dx	80	1.00	939	365	0.760	1304	991	3.000	180	251.5	531.0	0.0692	1.50	0.385	0.60	1.50	0.045	0.0147	17	15
1+065	1+083	dx	18	0.50	173	0	0.900	173	156	2.500	180	251.5	628.8	0.0109	1.50	0.385	0.60	1.50	0.038	0.0111	18	15
1+140	1+083	dx	57	1.50	625	0	0.900	625	563	2.500	180	251.5	628.8	0.0393	1.50	0.385	0.60	1.50	0.038	0.0111	16	15

Tabella 5-1 - Verifica interasse delle caditoie. I colori delle aree scolanti fanno riferimento alle immagini riportate in Allegato 1.

identificazione tratto	Posizione elementi	Area impermeabile (m ²)	Area permeabile (m ²)	Coeff. d'afflusso medio φ	Area effettiva (m ²)	Area ridotta φ S (m ²)	Portata (m ³ /s)	Area bagnata (m ²)	Velocità (m/s)	Larghezza caditoia (m)	Lunghezza caditoia (m)	Rendimento frontale grata con barre normali alla direzione della corrente	Rendimento frontale grata con barre parallele alla direzione della corrente	Efficienza	Portata interna (m ³ /s)	Portata frontale captata (m ³ /s)	Rendimento laterale	Portata esterna (m ³ /s)	Portata laterale captata (m ³ /s)	Efficienza totale della griglia
0+377	0+475	sx	136	0	0.9	136.4	122.8	0.009	0.028	0.305	0.5	1.0	1.0	0.6608	0.00567	0.006	0.34152	0.0029	0.0010	0.78
0+475	0+508	sx	130	0	0.9	130.5	117.4	0.008	0.028	0.292	0.5	1.0	1.0	0.6608	0.00542	0.005	0.35966	0.0028	0.0010	0.78
0+508	0+513	sx	127	0	0.9	126.7	114.0	0.008	0.028	0.283	0.5	1.0	1.0	0.6608	0.00526	0.005	0.37209	0.0027	0.0010	0.79
0+800	0+720	sx	139	0	0.9	139.3	125.3	0.009	0.028	0.311	0.5	1.0	1.0	0.6608	0.00579	0.006	0.33320	0.0030	0.0010	0.77
0+720	0+623	sx	131	0	0.9	130.7	117.6	0.008	0.028	0.292	0.5	1.0	1.0	0.6608	0.00543	0.005	0.35893	0.0028	0.0010	0.78
0+623	0+557	dx	131	0	0.9	131.0	117.9	0.008	0.028	0.293	0.5	1.0	1.0	0.6608	0.00544	0.005	0.35808	0.0028	0.0010	0.78
0+557	0+523	dx	131	0	0.9	130.9	117.8	0.008	0.028	0.293	0.5	1.0	1.0	0.6608	0.00544	0.005	0.35834	0.0028	0.0010	0.78
0+812	0+880	sx	196	0	0.9	196.1	176.5	0.012	0.039	0.313	0.5	1.0	1.0	0.6608	0.00815	0.008	0.40899	0.0042	0.0017	0.80
0+880	0+907	dx	232	0	0.9	231.6	208.5	0.015	0.039	0.370	0.5	1.0	1.0	0.6608	0.00962	0.010	0.33903	0.0049	0.0017	0.78
0+907	0+927	dx	183	0	0.9	182.5	164.3	0.011	0.034	0.340	0.5	1.0	1.0	0.6608	0.00758	0.008	0.33847	0.0039	0.0013	0.78
0+927	0+985	dx	137	0	0.9	136.8	123.2	0.009	0.028	0.306	0.5	1.0	1.0	0.6608	0.00569	0.006	0.34021	0.0029	0.0010	0.78
0+985	1+065	dx	176	68	0.8	244.5	185.8	0.013	0.034	0.385	0.5	1.0	1.0	0.6608	0.00858	0.009	0.29063	0.0044	0.0013	0.76
1+065	1+083	dx	144	0	0.9	144.2	129.8	0.009	0.028	0.322	0.5	1.0	1.0	0.6608	0.00599	0.006	0.31947	0.0031	0.0010	0.77
1+140	1+083	dx	164	0	0.9	164.5	148.0	0.010	0.028	0.368	0.5	1.0	1.0	0.6608	0.00683	0.007	0.27024	0.0035	0.0009	0.75

Tabella 5-2 - Verifica efficienza delle caditoie.

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 22 di 41

5.1.2 Dimensionamento delle canalette

Il dimensionamento delle canalette grigliate, delle canalette testa muro e delle canalette trapezoidali rivestite in cls viene eseguita utilizzando le usuali formule dell'idraulica in condizioni di moto uniforme con l'espressione di Chezy. Tale formula è funzione della dimensione, scabrezza e pendenza di posa dello speco, e si fonda sull'assunzione di considerare la pendenza di posa coincidente con la pendenza della linea dei carichi energetici; tale ipotesi è del tutto accettabile nella verifica delle canalette con corrente di flusso a pelo libero, quali quelle in studio.

La portata massima smaltibile dalla canaletta in funzione della pendenza longitudinale della strada è stata calcolata con la legge di Gauckler-Strickler.

La portata vale:

$$Q = K \cdot A_c \cdot R_l^{2/3} \cdot j_c^{1/2}$$

Dove:

K= 70 m^{1/3}/sec (Coefficiente di Gauckler - Strickler);

j_c = pendenza longitudinale;

A_c = area bagnata in mq;

R = raggio idraulico in m.

Per giungere al dimensionamento di tutti i rami della rete di drenaggio occorre preventivamente definire, sulla base degli elementi idrologici, idraulici e geometrici disponibili, le portate generate da un evento meteorico, di pre-assegnata frequenza probabile, assunto come sollecitazione di progetto.

Come già illustrato in precedenza, le ipotesi alla base del progetto sono quelle di considerare un evento corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 50 anni e proporzionare la rete di drenaggio in modo che tutti gli elementi della rete raggiungano un grado di riempimento accettabile. Per la valutazione delle massime portate, affluenti nelle canalizzazioni dei diversi tronchi del sistema di drenaggio, è stata utilizzata la formula, derivata dal metodo razionale:

$$Q_p = \frac{(\Phi_i + A_i + \Phi_s A_s) * i(30, \tau)}{3600}$$

Dove:

Q = portata massima di smaltimento in l/s;

Φ_i = coefficiente di deflusso della superficie pavimentata = 0.9;

Φ_s = coefficiente di deflusso della scarpata = 0.4;

A_i = Area impermeabile in mq;

A_s = Area della scarpata in mq;

i(50, τ) = Intensità di pioggia in funzione del tempo di ritorno (Tr=50 anni) e del tempo di corrivazione τ:

$$\tau = Tr + Ta$$

dove:

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO 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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 23 di 41

Tr = Tempo di rete calcolato per iterazione;

Ta = Tempo di accesso fissato in 5 minuti (cautelativo per le acque di versante).

Si riportano nella seguente tabella i risultati ottenuti:

Note	Progressiva iniziale	Progressiva finale	dx	Tempo di corruzione (s)	Elementi del tratto						Elementi progressivi		Risultati dell'iterazione di calcolo																									
					Lunghezza del tratto		Pendenza del tratto		Area impermeabile		Area permeabile		Tempo di accesso		Area effettiva		Area ridotta φ S		Tempo di rete		Tempo di corruzione		Intensità media di pioggia		Coefficiente udometrico		Portata		Base canalette rettangolari/trapezoidali		Tirante idrico		Velocità		Grado di riempimento		Altezza canaletta	
					(m)	(%)	(m ²)	(m ²)	(-)	(s)	(m ²)	(m ²)	(s)	(s)	(mm/h)	(l/s ha)	(m ³ /s)	(mm)	(m)	(m/s)	(%)	(mm)																
Canaletta rettangolare	0+440	0+320	dx	0	120	2.50	0	2694	0.40	300	2694	1078	77	377	171.5	190.6	0.0513	500	0.067	1.56	9.5	700																
Canaletta rettangolare	0+440	0+560	dx	0	116	1.50	0	2432	0.40	300	2432	973	93	393	167.2	185.8	0.0452	500	0.072	1.25	10.3	700																
Canaletta trapezia	0+810	0+560	dx	0	247	4.20	0	5470	0.40	300	5470	2188	102	402	164.9	183.2	0.1002	300	0.102	2.43	34.1	300																

Tabella 5-3 - Verifica delle canalette. I colori delle aree scolanti fanno riferimento alle immagini riportate in Allegato 1.

La canaletta grigliata carrabile viene prevista nel ciglio sx dalla pk 0+000 alla pk 0+367, di dimensioni 200 h230 mm in modo da limitare il più possibile gli ingombri in banchina e non interferire con il cordolo delle barriere. La verifica viene condotta considerando un grado di riempimento massimo del 70%.

Quando l'apporto di acqua piovana di un determinato tratto stradale, calcolata con la formula razionale, raggiunge la massima portata smaltibile in tutta sicurezza dalla canaletta, è necessario inserire una caditoia che consenta di deviare le acque nel sottostante tubo collettore.

In questo modo si calcola la massima distanza ammissibile tra i pozzetti d'intercettazione al fine di evitare che i deflussi creino condizioni di interferenza o pericolo per la circolazione, garantendo così che i deflussi si propaghino integralmente nella canaletta senza interessare la piattaforma stradale.

Identificazione tratto	Posizione elementi	Lunghezza del tratto (m)	Pendenza del tratto (%)	Area impermeabile (m ²)	Area permeabile (m ²)	Coeff. d'afflusso medio	Area effettiva (m ²)	Area ridotta φ S (m ²)	Tempo di accesso (s)	Area effettiva (m ²)	Area ridotta φ S (m ²)	Tempo di rete (s)	Tempo di corruzione (s)	Intensità media di pioggia (mm/h)	Coefficiente udometrico (l/s ha)	Portata (m ³ /s)	Curva di possibilità pluviometrica		Tr = 30 anni		a = 38.10		n = 0.370					
																	Larghezza canaletta (m)	Altezza canaletta (m)	Tirante idraulico (70% H) (m)	Coefficiente di scabrezza (m ^{1/3} s ⁻¹)	Area bagnata (m ²)	Contorno bagnato (m)	Raggio idraulico (m)	Velocità (m/s)	Portata massima dello specchio considerato (m ³ /s)	Interasse massimo caditoie (m)	Interasse massimo caditoie adottato (m)	
																	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m/s)	(m ³ /s)	(m)	(m)		
0+000	0+070	sk	70	9.00	502	0	0.900	502	452	300	502	452	21	321	174.6	436.5	0.022	0.200	0.230	0.161	70	0.032	0.522	0.062	3.28	0.106	337	-
0+070	0+095	sk	25	5.00	122	2310	0.425	2432	1034	300	2934	1486	10	332	171.2	240.7	0.071	0.200	0.230	0.161	70	0.032	0.522	0.062	2.44	0.079	28	-
0+095	0+131	sk	36	0.50	171	2310	0.434	2481	1078	300	2481	1078	47	347	166.5	200.9	0.050	0.200	0.230	0.161	70	0.032	0.522	0.062	0.77	0.025	18	15
0+131	0+171	sk	40	0.30	200	5243	0.418	5443	2277	300	5443	2277	67	367	160.6	186.7	0.102	0.200	0.230	0.161	70	0.032	0.522	0.062	0.60	0.019	8	8
0+367	0+320	sk	47	1.25	345	0	0.900	345	311	300	345	311	38	338	169.0	422.4	0.015	0.200	0.230	0.161	70	0.032	0.522	0.062	1.22	0.039	127	-
0+320	0+232	sk	87	1.25	508	13826	0.418	14334	5987	300	14679	6298	71	371	159.4	190.0	0.279	0.200	0.230	0.161	70	0.032	0.522	0.062	1.22	0.039	12	10
0+232	0+171	sk	62	0.30	276	5257	0.425	5533	2351	300	5533	2351	104	404	151.2	178.5	0.099	0.200	0.230	0.161	70	0.032	0.522	0.062	0.60	0.019	12	10

Tabella 5-4 - Verifica delle canalette grigliate e interasse caditoie. I colori delle aree scolanti fanno riferimento alle immagini riportate in Allegato 1.

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 24 di 41

5.1.3 Dimensionamento dei collettori

Per il dimensionamento dei collettori si considerano tubi in PVC SN 8 kN/m^2 con diametro nominale minimo DN 315 mm e massimo DN 800 mm, ed un coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0,0125 m^{-1/3} s$ (valido per tubazioni in materiale plastico in esercizio).

Nel dimensionamento dei collettori si è utilizzata la pendenza stradale in corrispondenza dei cigli. Per i tratti molto pianeggianti e nel caso in cui il collettore è in contropendenza rispetto alla livelletta stradale, si è posta una pendenza minima dello 0,3% e una velocità minima di $0,5 m/s$ (per evitare fenomeni di deposito).

Per evitare che i collettori vadano in pressione, si è considerato un riempimento massimo del 50% per $DN < 400$ mm e 70% per $DN \geq 400$ mm.

Il dimensionamento di una rete di drenaggio dipende dalle portate critiche valutate in corrispondenza della sezione terminale di ogni singolo collettore. Tali portate dipendono dalle caratteristiche geometriche della rete e dalle caratteristiche generali delle aree scolanti che compongono il sottobacino a monte della sezione considerata.

Tale dimensionamento è stato condotto utilizzando il *metodo cinematico o della corrivazione* che si presta ad essere utilizzato con risultati cautelativi in bacini dove lo scorrimento dell'acqua prevale sulle zone d'invaso, ipotesi certamente verificata lungo il percorso di una strada.

Tale metodo si basa sulle seguenti ipotesi semplificative:

- la formazione della piena è dovuta unicamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione del punto in cui essa è caduta;
- la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognuna di esse scorre indipendentemente dalle altre;
- la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura (funzionamento sincrono).

L'equazione di base del metodo cinematico che fornisce la portata al colmo è la seguente:

$$Q_c = \frac{C \cdot i \cdot A}{3600}$$

dove:

Q_c è la portata massima espressa in l/s;

A è la superficie del bacino scolante (m^2);

C è il coefficiente di deflusso;

i è l'intensità di precipitazione (mm/h) corrispondente ad una durata della precipitazione pari alla durata critica θ_c della pioggia e dipendente dal tempo di ritorno (Tr 50 anni).

Il coefficiente C è un parametro minore dell'unità tramite il quale si tiene globalmente conto del complesso delle perdite del bacino (compresa la ritenzione nelle depressioni superficiali), a causa delle quali la portata al colmo è minore della portata di pioggia.

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 25 di 41

In base al metodo cinematico la durata critica ϑ_c della pioggia, per la quale si ha la massima portata alla sezione di calcolo, è pari al tempo di corrivazione del bacino (per il quale si verifica la condizione di bacino totalmente contribuente). Il coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 0.9 per la piattaforma stradale e 0.4 per le aree permeabili di scarpata. Una volta definiti i sottobacini, la durata critica della pioggia viene valutata facendo riferimento al percorso idraulico più lungo, a partire dalla seguente formulazione:

$$\mathcal{S}_c = t_a + t_r$$

dove t_a rappresenta il tempo d'accesso alla rete, mentre t_r il tempo di percorrenza all'interno di essa.

Il dimensionamento della rete è stato effettuato come 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 A del sottobacino contribuente a monte di esso e la corrispondente area ridotta dal coefficiente di deflusso medio pesato;

Si è assunto un tempo di accesso alla rete, relativo all'i-esimo sottobacino drenato, cautelativo pari a 5 minuti²:

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 A circolare il cui raggio idraulico è, quindi, pari a $\varnothing/4$ 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:

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

² AA.VV. – Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione – Centro studi deflussi urbani – Ed. Hoepli.

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: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV0420001</td> <td>C</td> <td>26 di 41</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	CL	NV0420001	C	26 di 41
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IBOU	1BEZZ	CL	NV0420001	C	26 di 41													
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma																		

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 ϑ_c come somma di t_a e del tempo di rete t_r di primo tentativo. Noto ϑ_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.

Il rapporto tra il tirante d'acqua relativo alla portata critica Q_c ed il diametro interno della condotta, fornisce il grado di riempimento h/\varnothing .

Nel dimensionamento delle condotte si è considerato un massimo grado di riempimento (rapporto tra l'altezza del pelo liquido e il diametro del tubo) pari a 0,70 per tubazioni di diametro $\varnothing \geq 400$ mm e pari a 0,50 per $\varnothing < 400$ mm; dove il diametro di primo tentativo non avesse rispettato tale condizione, si è provveduto a modificarlo cercando, inoltre, di contenere la velocità dell'acqua entro valori non superiori a 4 m/s e non inferiori a 0,5 m/s per evitare problemi di deposito.

Lo scarico alla pk. 1+085 (scarico 3), riceve anche le acque provenienti dalla viabilità NV062: la portata scaricata (295.68 l/s) e la superficie totale drenata (3288.49 m²) sono state ricavate dalla "Relazione tecnica, idraulica e di tracciamento" (IBOU1BEZZRHNVO620001B), alla quale si rimanda per maggiori dettagli.

Di seguito si riportano i tabulati di calcolo per il dimensionamento idraulico dei collettori circolari della rete di drenaggio della piattaforma stradale.

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			
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C FOGLIO. 27 di 41	

			Curva di possibilità pluviometrica							Tr = 50 anni		a = 41.400		n = 0.370							
Prog. Iniziale	Prog. Finale	Tratto	Elementi del tratto						Elementi progr.		Risultati dell'iterazione di calcolo					Tipo di condotta	Tirante Idraulico	Velocità	Grado di Riempimento	Diametro Interno	
			Tempo di corruzione	Lunghezza del tratto	Pendenza del tratto	Area Impermeabile (0.9)	Area Permeabile (0.4)	Coef. d'afflusso medio ϕ	Tempo di accesso	Area effettiva	Area idotta ϕ S	Tempo di rete	Tempo di corruzione	Intensità media di pioggia	Coefficiente udometrico						Portata
			(s)	(m)	(%)	(m ²)	(m ²)	(-)	(s)	(m ²)	(m ²)	(s)	(s)	(mm/h)	(l/s ha)	(m ³ /s)	(mm)	(m)	(m/s)	(%)	(mm)
0+095	0+120	SX	332	25	1.50	745	3820	0.48	300	4565	2199	12	344	181.60	242.94	0.11	Ø 400	0.18	2.02	49	Ø 380
0+120	0+131	SX	344	10	0.50	50	800	0.43	300	5415	2564	7	352	179.24	235.70	0.13	Ø 500	0.24	1.38	51	Ø 475
0+131	0+171	SX	352	41	0.40	200	5243	0.42	300	10858	4841	28	379	170.85	211.58	0.23	Ø 630	0.32	1.47	54	Ø 599
Attr.	0+320	SX	0	8	0.50	0	2695	0.40	300	2695	1078	7	307	195.41	217.12	0.06	Ø 400	0.18	1.14	46	Ø 380
0+320	0+232	SX	338	87	1.24	853	13826	0.43	300	17374	7376	35	373	172.81	203.79	0.35	Ø 630	0.30	2.51	50	Ø 599
0+232	0+171	SX	373	62	1.00	276	5257	0.42	300	22907	9727	25	398	165.79	195.56	0.45	Ø 630	0.37	2.44	62	Ø 599
scarico 1	0+171		398	40	0.50	0	0	0.90	300	33765	14568	19	417	160.89	192.82	0.65	Ø 800	0.50	2.06	66	Ø 761
0+377	0+475	SX	0	100	0.32	682	0	0.90	300	682	614	126	426	158.85	397.13	0.03	Ø 315	0.15	0.79	49	Ø 300
0+475	0+508	SX	426	31	0.45	199	0	0.90	300	881	793	32	458	151.75	379.38	0.03	Ø 315	0.15	0.95	50	Ø 300
0+508	0+514	SX	458	6	0.50	38	0	0.90	300	919	827	6	464	150.51	376.27	0.03	Ø 315	0.15	1.00	49	Ø 300
0+800	0+720	SX	0	80	4.64	557	0	0.90	300	557	501	39	339	183.44	458.59	0.03	Ø 315	0.07	2.05	23	Ø 300
0+720	0+623	SX	339	97	4.64	634	0	0.90	300	1191	1072	39	378	171.32	428.31	0.05	Ø 315	0.10	2.50	33	Ø 300
attr.	0+623		378	6	1.10	0	0	0.90	300	1191	1072	4	381	170.27	425.67	0.05	Ø 315	0.15	1.48	49	Ø 300
0+623	0+557	DX	381	66	4.22	429	0	0.90	300	1620	1458	25	407	163.57	408.91	0.07	Ø 315	0.12	2.61	39	Ø 300
0+557	0+513	DX	407	43	2.00	216	7902	0.41	300	9738	4813	16	423	159.53	219.03	0.21	Ø 400	0.26	2.62	67	Ø 380
attr.	0+513		423	6	0.60	0	0	0.90	300	9738	4813	3	426	158.75	217.96	0.21	Ø 500	0.32	1.66	68	Ø 475
0+525	0+513	SX	0	10	3.70	65	0	0.90	300	65	59	10	310	194.20	485.50	0.00	Ø 315	0.03	1.04	9	Ø 300
scarico 2	0+513		464	40	0.50	0	0	0.90	300	10722	5699	25	489	145.63	215.01	0.23	Ø 630	0.30	1.61	51	Ø 599
0+812	0+880	SX	0	62	2.04	607	0	0.90	300	607	546	39	339	183.26	458.15	0.03	Ø 315	0.09	1.57	30	Ø 300
attr.	0+880		339	7	0.50	0	0	0.90	300	607	546	7	347	180.81	452.02	0.03	Ø 315	0.13	0.94	43	Ø 300
0+880	0+907	DX	347	15	1.80	227	0	0.90	300	834	751	9	356	177.90	444.74	0.04	Ø 315	0.11	1.62	36	Ø 300
0+907	0+927	DX	356	24	4.10	292	0	0.90	300	1126	1013	10	366	174.77	436.93	0.05	Ø 300	0.10	2.36	33	Ø 300
0+927	0+985	DX	366	57	5.20	390	0	0.90	300	1516	1364	21	387	168.86	422.15	0.06	Ø 315	0.11	2.77	36	Ø 300
0+985	1+065	DX	387	80	1.00	939	365	0.76	300	2820	2356	47	434	157.06	364.42	0.10	Ø 400	0.20	1.70	52	Ø 380
1+065	1+083	DX	434	18	0.50	173	0	0.90	300	2993	2511	14	447	154.04	359.01	0.11	Ø 500	0.22	1.32	47	Ø 475
1+140	1+083	DX	0	57	1.50	625	0	0.90	300	625	563	40	340	182.99	457.46	0.03	Ø 315	0.10	1.42	33	Ø 300
attr.	1+083	DX	447	7	0.50	0	0	0.90	300	3618	3074	5	452	153.03	361.14	0.13	Ø 500	0.25	1.39	52	Ø 475
scarico 3	1+083		452	40	0.50	0	0	0.90	300	3618	3074	21	473.33	148.63	350.76	0.42	Ø 800	0.38	1.87	50	Ø 761

Tabella 5-5 – Verifica dei collettori. I colori delle aree scolanti fanno riferimento alle immagini riportate in Allegato 1.

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 28 di 41

5.1.4 Dimensionamento trincee infiltranti

Le acque meteoriche relative al tratto stradale in progetto non necessitano di trattamento prima dello scarico nel Fiume Isarco in quanto appartenenti alla categoria di acque meteoriche non inquinate, secondo i criteri riportati nelle linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche della Provincia di Bolzano. Le acque riferite a tale tratto di strada sono da considerarsi non inquinate in quanto il traffico giornaliero medio (TGM) previsto è largamente inferiore a 500 autoveicoli al giorno. Vista la particolare condizione morfologica approfondita in fase di progettazione esecutiva, si è ritenuto di confermare la scelta (già peraltro proposta in sede di progettazione definitiva) di inviare a dispersione anche le acque provenienti dai versanti insieme a quelle provenienti dalla piattaforma stradale.

Sulla base delle indicazioni della Provincia di Bolzano, il recapito privilegiato per le acque di piattaforma sono trincee infiltranti previa disoleazione e sedimentazione. A valle si può avere lo scarico nell'alveo dell'Isarco per il troppo pieno del sistema infiltrante.

Tale sistema, a monte, è costituito da un pozzetto ispezionabile che svolge anche la funzione di sedimentazione e di ritenzione di eventuali olii in sospensione (attraverso un elemento a "tee"), così come concordato con i tecnici della Provincia di Bolzano, a seguito di specifiche interlocuzioni sul tema. L'infiltrazione nel terreno avviene tramite la trincea disperdente prevista nei vari tratti. L'eventuale portata in eccesso che non viene infiltrata, sarà scaricata nei recapiti esistenti o direttamente nell'Isarco.

La trincea infiltrante, di opportuna lunghezza in funzione delle portate in arrivo dal collettore stradale, ha larghezza 1.50 m e altezza complessiva 3.50 m, riempita con ghiaia lavata di pezzatura 80-100 mm, avvolto in geotessuto di separazione tra materiale di scavo e ghiaia di riempimento. Al suo interno viene posata una condotta forata dello stesso diametro del collettore in arrivo, che ha lo scopo di veicolare le acque in arrivo dalla strada lungo tutto lo sviluppo della trincea drenante. Tale condotta prosegue fuori della trincea drenante con tubo cieco, fino al pozzetto di recapito con funzione di "troppo pieno". Si prevede un troppo pieno – by pass anche nel pozzetto d'ispezione e sedimentazione di monte. Attraverso la condotta di cui è munita la trincea, è anche possibile fare interventi di pulizia; per favorire le operazioni di manutenzione è stato aggiunto un pozzetto di ispezione a metà di ciascuna trincea.

La realizzazione delle trincee drenanti (comprensiva della posa di tubazioni e pozzetti) e delle sovrastrutture stradali dovranno essere eseguite conformemente alle prescrizioni dei capitolati e dei manuali di progettazione RFI oltre che delle indicazioni progettuali riportate negli specifici elaborati:

- * sovrastruttura stradale: IB0U1BEZZBZNV0420001 - Sezioni tipologiche stradali con opere strutturali
- * trincee drenanti: IB0U1BEZZBZNV0420003 - Particolari idraulici

Le trincee drenanti avranno un ricoprimento minimo di 95 cm, incluso i 35 cm del pacchetto stradale, garantendo così uno spessore minimo di 60 cm di materiale da rilevato, sufficiente per distribuire efficacemente i carichi stradali ed evitare qualsiasi cedimento differenziale.

L'opera di scarico è costituita, nel caso degli scarichi 1 (pk 0+171) e 3 (pk 1+085), da recapiti esistenti; mentre per lo scarico 2 (pk 0+513), da un manufatto in c.a. dotato di valvola a clapet con funzione antirigurgito e rivestimento perimetrale in materassi tipo "Reno" di spessore minimo 30 cm e gabbioni al piede lato valle in alveo.

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 29 di 41

Vista la particolare condizione morfologica approfondita in fase di progettazione esecutiva, si è ritenuto di modificare l'ubicazione delle trincee drenanti per consentire una più agiata realizzazione in fregio al rilevato ferroviario ed ottimizzare i volumi di terreno da scavare prima e riportare poi.

Il dimensionamento di tutti i sistemi d'infiltrazione va eseguito confrontando le portate in arrivo al sistema (quindi l'idrogramma di piena di progetto) con la capacità d'infiltrazione del terreno e con l'eventuale volume di immagazzinamento nel sistema; tale confronto può essere espresso tramite l'equazione di continuità, che rappresenta il bilancio delle portate entranti e uscenti per il mezzo filtrante, in cui per semplicità viene trascurata l'evaporazione:

$$(Q_p - Q_f)\Delta t = \Delta W$$

Q_p portata influente;

Q_f portata infiltrata;

Δt intervallo di tempo;

ΔW variazione del volume invasato nel mezzo filtrante, nell'intervallo Δt ;

Per la portata di progetto in genere si fa riferimento ad eventi con tempo di ritorno di 2 anni, nei casi in cui si temano pesanti conseguenze di eventuali allagamenti, si può giungere a tempi di ritorno anche di 5-10 anni [Jonason, 1984]. Nel caso in progetto è stato adottato un tempo di ritorno cautelativo pari a 10 anni: tale assunzione risulta allineata ai valori che possono essere determinati secondo una best practice di progettazione. Si precisa che il pozzetto di monte delle trincee drenanti è comunque dotato di bypass per garantire lo scarico diretto nel recapito finale in caso di eventi eccezionali o intasamento della trincea stessa.

La capacità di infiltrazione può essere stimata in prima approssimazione con la legge di Darcy:

$$Q_f = K J A$$

Q_f portata d'infiltrazione [m^3/s];

K permeabilità (o coefficiente di permeabilità) [m/s]

J cadente piezometrica [m/m]

A superficie netta di infiltrazione [m^2]

Nel caso specifico si assume un valore di permeabilità $K = 0.00001$ m/s e la cadente piezometrica $J = 1$, considerando il tirante idrico sulla superficie filtrante trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante e la superficie piezometrica della falda convenientemente al di sotto del fondo disperdente³.

Si precisa che il valore del coefficiente di permeabilità risulta allineato ai valori che possono essere determinati secondo una best practice di progettazione. La variazione di volume invasato all'interno della trincea può essere determinata con la seguente espressione:

$$\Delta W = L b \Delta h n$$

Dove L e b sono rispettivamente la lunghezza totale e la larghezza della trincea, mentre n è la porosità del materiale di riempimento.

³ AA.VV. – Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione – Centro studi deflussi urbani – Ed. Hoepli.

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. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria							<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV0420001</td> <td>C</td> <td>30 di 41</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IBOU	1BEZZ	CL	NV0420001	C	30 di 41													

La superficie drenante della trincea è calcolabile con l'espressione:

$$A = L b + 2(L + b) \Delta h$$

La soluzione può essere risolta per passi.

Si riportano di seguito le verifiche svolte per i singoli bacini afferenti gli scarichi.

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 31 di 41

5.1.4.1. Trincea drenante scarico alla PK 0+172 (scarico 1)

A monte dello scarico nel ricettore finale alla progressiva 0+172 è prevista una trincea drenante di sezione rettangolare con base $b=1.50$ m, altezza utile $H=3.00$ m e lunghezza $L=100$ m.

Si riportano nelle seguenti tabelle i parametri utilizzati per il dimensionamento.

TR 10	d<1	d>1
a	30.9	30.9
n	0.37	0.27

A	4872	[m ²]	Superficie ridotta del bacino influente ($\varphi=0.9$ per aree impermeabili, $\varphi=0.4$ per aree esterne)
H	3.00	[m]	Altezza geometrica efficace della trincea infiltrante
b	1.50	[m]	Base della trincea infiltrante
L _f	100	[m]	Lunghezza della trincea
K	0.00001	[m/s]	Permeabilità
η	35%		Porosità del dreno
Q	0.00759	[m ³ /s]	Portata dispersa per infiltrazione
W	450	[m ³]	Volume totale
W _f	157.5	[m ³]	Volume efficace

ΔW	127.3	[m ³]	Volume da invasare ($W_e - W_u$ -infiltrazione)
W _f	157.5	[m ³]	Volume efficace

$$\Delta W < W_f$$

La verifica risulta soddisfatta, in quanto il massimo volume da invasare richiesto risulta essere pari a 127.3 m³, mentre la trincea drenante può contenere un volume pari a 157.50 m³.

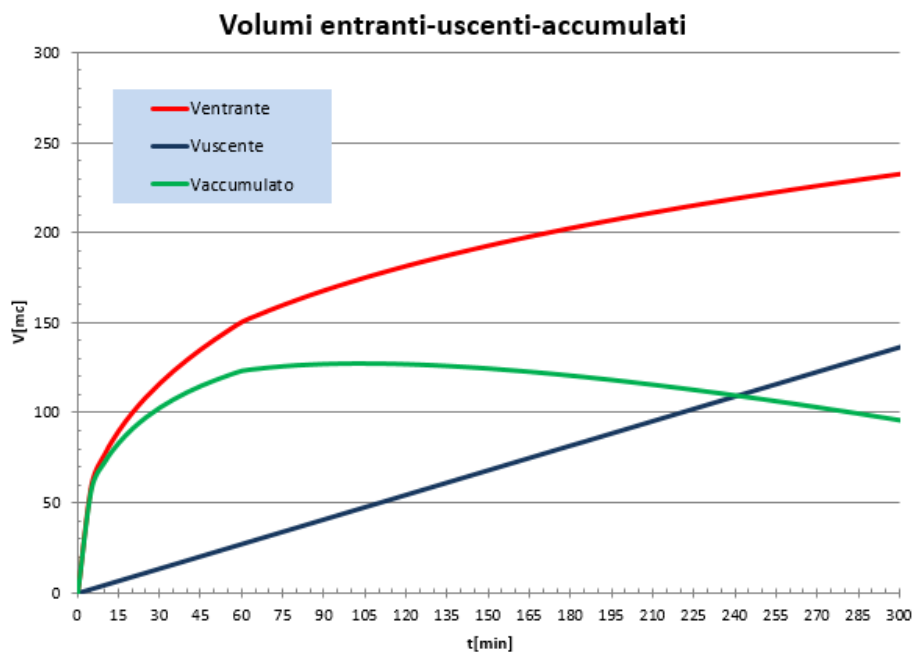


Figure 5-15 - Volumi entranti-uscenti-accumulati scarico 1

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 32 di 41

5.1.4.2. Trincea drenante scarico alla PK 0+513 (scarico 2)

A monte dello scarico alla progressiva 0+172 è prevista una trincea drenante di sezione rettangolare con base $b=1.50$ m, altezza utile $H=3.00$ m e lunghezza $L=105$ m. Si riportano nelle seguenti tabelle i parametri utilizzati per il dimensionamento.

TR 10	d<1	d>1
a	30.9	30.9
n	0.37	0.27

A	5699	[m ²]	Superficie ridotta del bacino influente ($\varphi=0.9$ per aree impermeabili, $\varphi=0.4$ per aree esterne)
H	3	[m]	Altezza geometrica efficace della trincea infiltrante
b	1.5	[m]	Base della trincea infiltrante
L _f	105	[m]	Lunghezza della trincea
K	0.00001	[m/s]	Permeabilità
η	35%		Porosità del dreno
Q	0.00797	[m ³ /s]	Portata dispersa per infiltrazione
W	473	[m ³]	Volume totale
W _f	165.4	[m ³]	Volume efficace

ΔW	155.0	[m ³]	Volume da invasare ($W_e - W_u$ -infiltrazione)
W _f	165.4	[m ³]	Volume efficace

La verifica risulta soddisfatta, in quanto il massimo volume da invasare richiesto risulta essere pari a 155.0 m³, mentre la trincea drenante può contenere un volume pari a 165.4 m³.

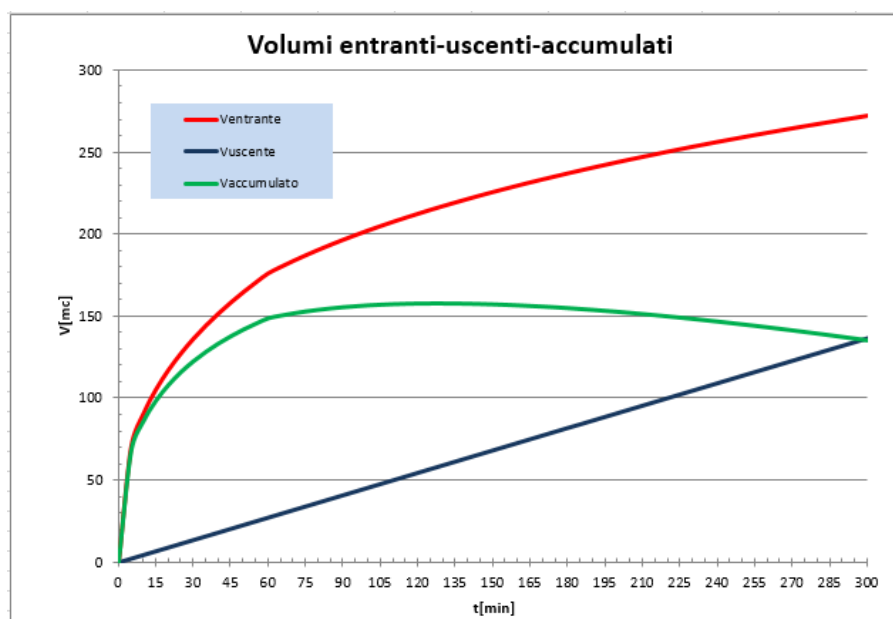


Figure 5-16 - Volumi entranti-uscenti-accumulati scarico 2.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 33 di 41

5.1.4.3. Trincea drenante scarico alla PK 1+085 (scarico 3)

A monte dello scarico alla progressiva 1+085 è prevista una trincea drenante di sezione rettangolare con base $b=1.50$ m, altezza utile $H=3.00$ m e lunghezza $L=115$ m. Si riportano nelle seguenti tabelle i parametri utilizzati per il dimensionamento.

TR 10	d<1	d>1
a	30.9	30.9
n	0.37	0.27

A	6361.5	[m ²]	Superficie ridotta del bacino influente ($\varphi=0.9$ per aree impermeabili, $\varphi=0.4$ per aree esterne)
H	3	[m]	Altezza geometrica efficace della trincea infiltrante
b	1,5	[m]	Base della trincea infiltrante
L _f	115	[m]	Lunghezza della trincea
K	0.00001	[m/s]	Permeabilità
η	35%		Porosità del dreno
Q	0.00872	[m ³ /s]	Portata dispersa per infiltrazione
W	517.5	[m ³]	Volume totale
W _f	181.1	[m ³]	Volume efficace

ΔW	174.3	[m ³]	Volume da invasare ($W_e - W_u$ -infiltrazione)
W _f	181.1	[m ³]	Volume efficace

$$\Delta W < W_f$$

La verifica risulta soddisfatta, in quanto il massimo volume da invasare richiesto risulta essere pari a 174.3 m³, mentre la trincea drenante può contenere un volume pari a 181.1 m³.

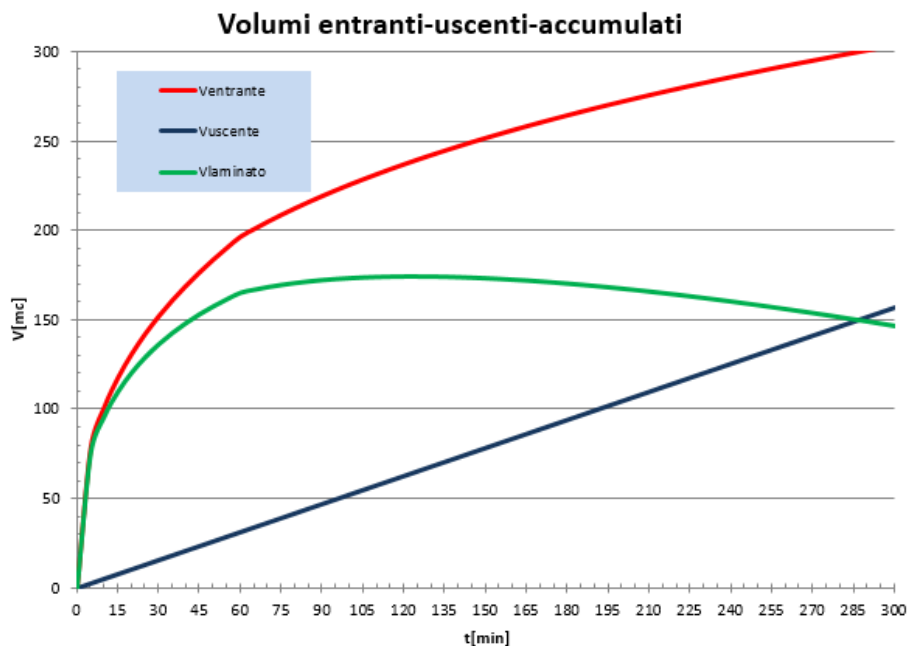


Figure 5-17 - Volumi entranti-uscenti-accumulati scarico 3

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 34 di 41

6. VERIFICHE IDRAULICHE PONTE TORRENTE FUNES

In corrispondenza della sezione 47 il tracciato della NV042 supera il Torrente Funes per mezzo di un ponte monocampata con travi in c.a.p.; per gli elaborati di dettaglio relativi all'opera si rimanda all'apposito progetto; per le verifiche idrauliche sull'asta del torrente Funes si richiamano gli elaborati:

IBOU1BEZZW9ID0000105A - Sezioni trasversali e profilo longitudinale con livelli idrici

IBOU1BEZZRIID0000101C - Relazione idraulica fiume Isarco

Le suddette verifiche hanno fissato a 536.96 m.s.l.m. la quota della piena duecentennale in corrispondenza del ponte sul torrente Funes. Rispetto all'intradosso dell'impalcato si ha un franco di 1.53 m, superiore al franco richiesto dalla normativa pari a 1.5 m, come meglio specificato nella figura seguente estratta dall'elaborato IBOU1BEZZW9ID0000105A.

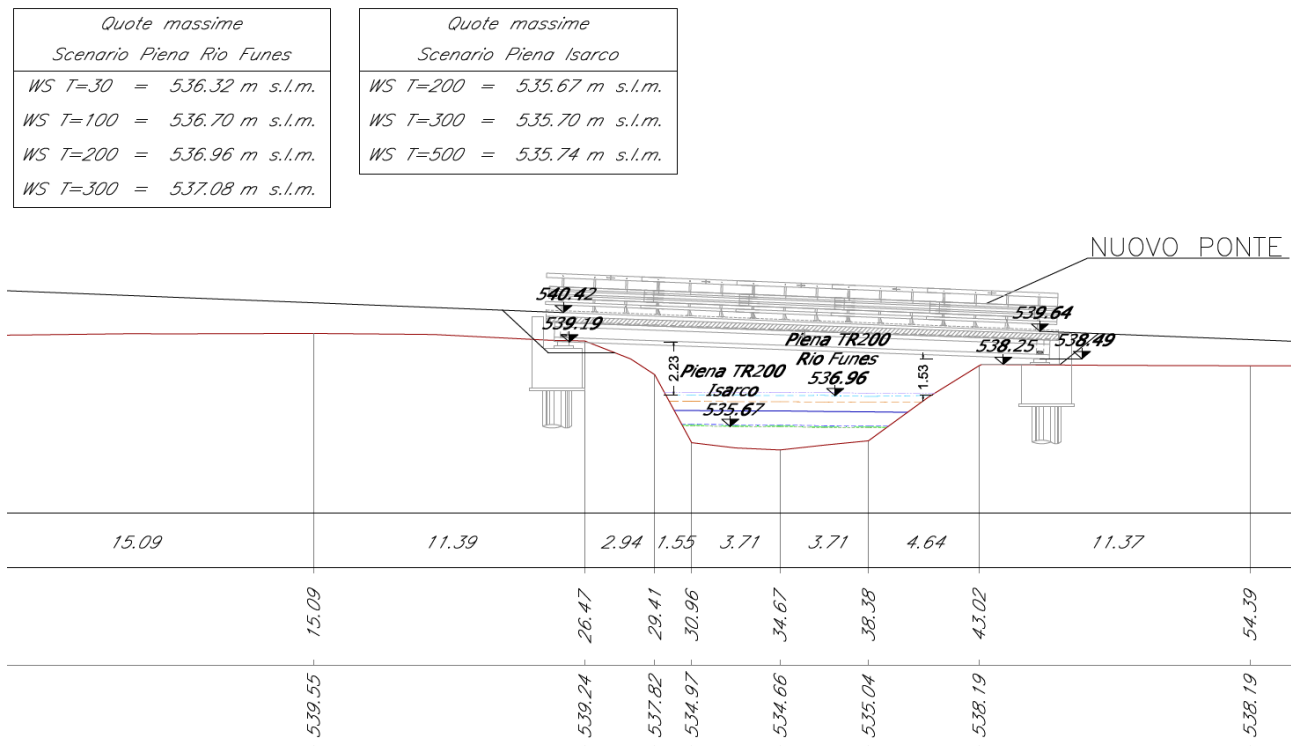


Figure 6-1 – Sezione in corrispondenza del ponte sul torrente Funes con indicate quote di piena

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. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 35 di 41

7. INTERFERENZA CON FOGNATURA ESISTENTE

7.1 Progetto definitivo approvato

Fra le pk 0+000 e 0+800, le soluzioni progettettuali presentate in PD per tracciato ed idraulica di piattaforma comportavano numerose interferenze con la linea fognaria esistente, in particolare:

- Tra le progressive 0+000 e 0+120 il collettore idraulico di progetto posto sul ciglio destro interferiva in maniera limitata con la rete esistente, costituita da una condotta di diametro 250 cm posizionata a centro carreggiata.
- Tra le progressive 0+120 e 0+270 le opere di sostegno di previste sul ciglio destro interferivano pesantemente con la rete esistente, costituita da una condotta di diametro 250 cm e posizionata sul ciglio della carreggiata; si sarebbe quindi resa necessaria la risoluzione dell'interferenza spostando a ridosso della carreggiata la linea fognaria; tale intervento avrebbe avuto pesanti ripercussioni per garantire al termine dei lavori le pendenze presenti pre-intervento.
- Tra le progressive 0+270 e 0+280 sarebbe stato necessario risolvere un'interferenza puntuale con la rete idraulica, in quanto la fogna esistente si trova a centro carreggiata
- Tra le progressive 0+510 e 0+520 sarebbe stato necessario risolvere un'interferenza puntuale con la rete idraulica a causa dell'attraversamento idraulico che collega il collettore di monte con quello di valle e scende fino allo scarico nel fiume Isarco (in corrispondenza del sottopasso l'intera linea fognaria sarebbe stata da smantellare e rifare a seguito del posizionamento dei tubi dello scarico 1).
- Tra le progressive 0+520 e 0+570 le trincee drenanti poste sul ciglio sinistro interferivano pesantemente con la rete esistente, costituita da una condotta di diametro 250 cm e posizionata sul ciglio della carreggiata; si sarebbe quindi reso necessario lo smantellamento della rete fognaria e il rifacimento al termine della realizzazione delle trincee drenanti.
- In corrispondenza dell'intersezione 3 e del raccordo con la viabilità esistente (progressiva 0+820) la condotta posta sul ciglio destro interferiva con la rete esistente e sarebbe stato necessario progettare un intervento finalizzato alla risoluzione dell'interferenza.
- In corrispondenza della pk 0+950 non è possibile determinare se si sarebbe determinata un'interferenza in quanto nel progetto definitivo non sono stati inclusi i profili idraulici delle tubazioni; si può comunque desumere, dalle quote del tracciato e per differenze discrete, che entrambi i collettori (in destra ed in sinistra) sarebbero stati interferenti con la fognatura esistente.

7.2 Progetto esecutivo

Con lo sviluppo della presente revisione del progetto esecutivo le situazioni sopra descritte sono state affrontate e risolte come segue:

- Tra le progressive 0+000 e 0+510, al fine di razionalizzare lo schema di raccolta delle acque di piattaforma e per evitare l'interferenza con la rete fognaria esistente è stata prevista una pendenza trasversale della carreggiata monotona verso il ciglio di valle; di conseguenza sia il presidio di raccolta (canaletta grigliata) che quello di collettamento (tubazione in banchina) sono poste al di sotto del ciglio di valle (non c'è interferenza con la linea fognaria che si trova lungo il ciglio di monte).

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.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria		PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 36 di 41

- si riscontra una interferenza puntuale in corrispondenza della pk 0+320, dove l'attraversamento idraulico si trova ad una quota sufficientemente più bassa della fogna attuale; si prevede quindi di risolvere puntualmente la criticità senza necessità di intervenire sui tracciati delle tubazioni.
- In corrispondenza dello scarico 2 (pk 0+510), l'interferenza con la fognatura esistente è stata evitata intervenendo puntualmente sulle quote di scorrimento delle tubazioni interferenti, in particolare il DN500 è stato alzato (aumentata la quota di scorrimento dell'attraversamento stradale), con conseguente impiego, per brevi tratti di tubazioni in corrispondenza dell'attraversamento, di ricoprimento inferiore al metro e soletta di cls di rinforzo sopra la tubazione per compensare il basso ricoprimento; il DN 630 non interferisce con la linea fognaria in quanto si trova a profondità maggiore. Tuttavia si evidenzia che lo spostamento della trincea drenante a centro strada, fra le progressive 0+400 e 0+510, richiede una temporanea interruzione della rete (con conseguente demolizione dei tubi) per consentire la realizzazione del corpo principale e della tubazione di "troppo-pieno"; al termine delle lavorazioni, la fogna potrà essere ripristinata dov'era. Si precisa che nel primo tratto della trincea drenante 2 si riscontra il valore minimo del ricoprimento pari a 95 cm (si faccia riferimento al capitolo sul dimensionamento delle trincee infiltranti per maggiori informazioni).
- In corrispondenza della pk 0+620 si è verificato che il collettore di progetto e la fognatura esistente non sono interferenti; tuttavia si rende necessaria una temporanea interruzione della rete (con conseguente demolizione dei tubi) per consentire la realizzazione dell'attraversamento; al termine delle lavorazioni, la fogna potrà essere ripristinata dov'era.
- In corrispondenza della pk 0+950 il tracciato è stato innalzato rispetto alla configurazione di progetto definitivo (variante necessaria per rispettare il franco idraulico di 1.50m sul torrente Funes) e questo ha portato a risolvere implicitamente l'interferenza fra la rete fognaria ed il collettore idraulico.

8. ALLEGATI

8.1 Allegato 1: Bacini scolanti

Per facilitare l'interpretazione delle aree dei bacini scolanti considerati per i singoli tratti nelle verifiche idrauliche, nelle seguenti immagini sono state individuate le aree impermeabili e permeabili con differenti colori. Le aree utilizzate nelle verifiche idrauliche sono state evidenziate con i medesimi colori delle aree individuate in planimetria.

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. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 37 di 41

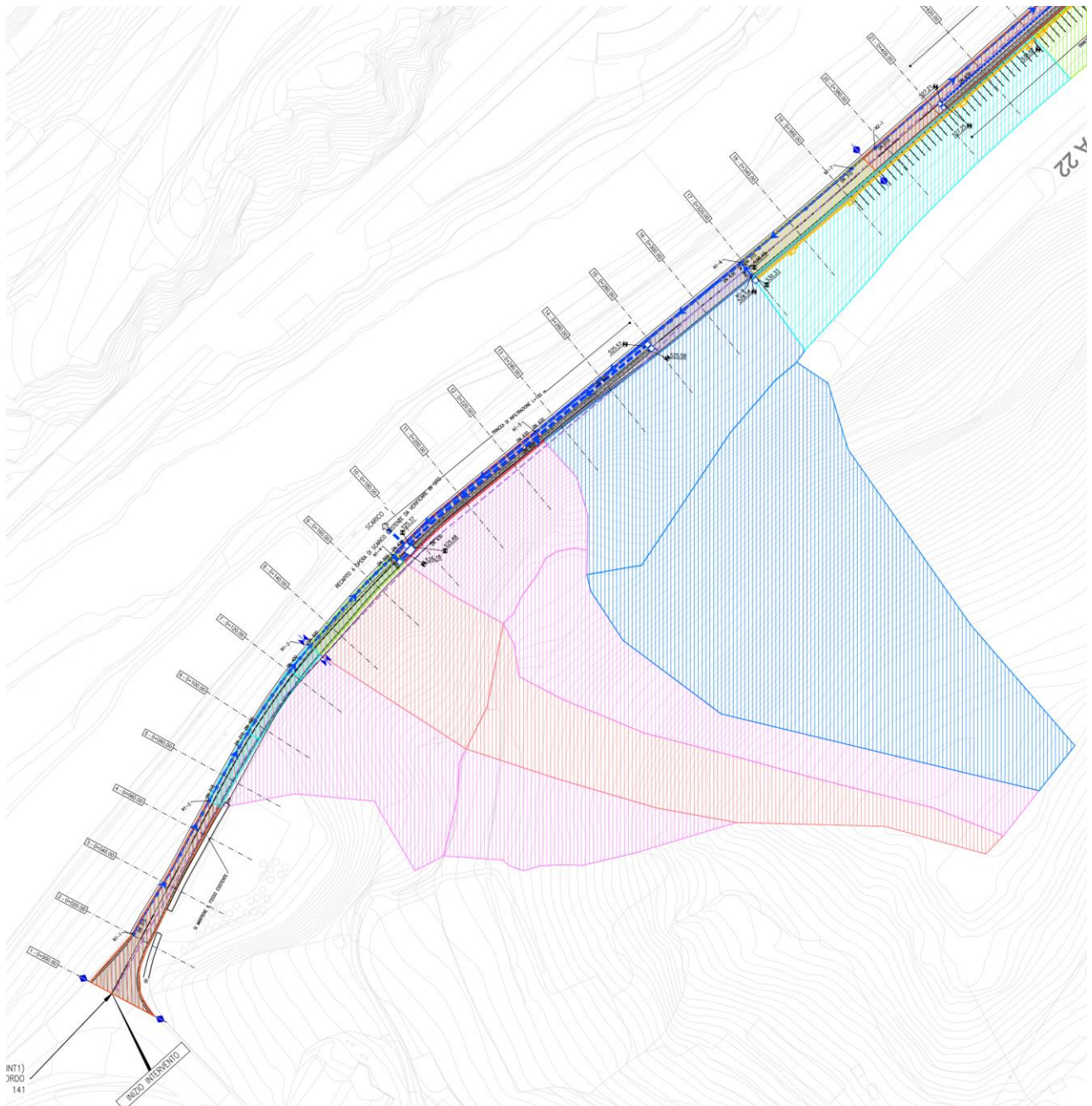


Figura 8-1 – Aree scolanti riferite ai singoli tratti

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 38 di 41



Figura 8-2 – Aree scolanti riferite ai singoli tratti

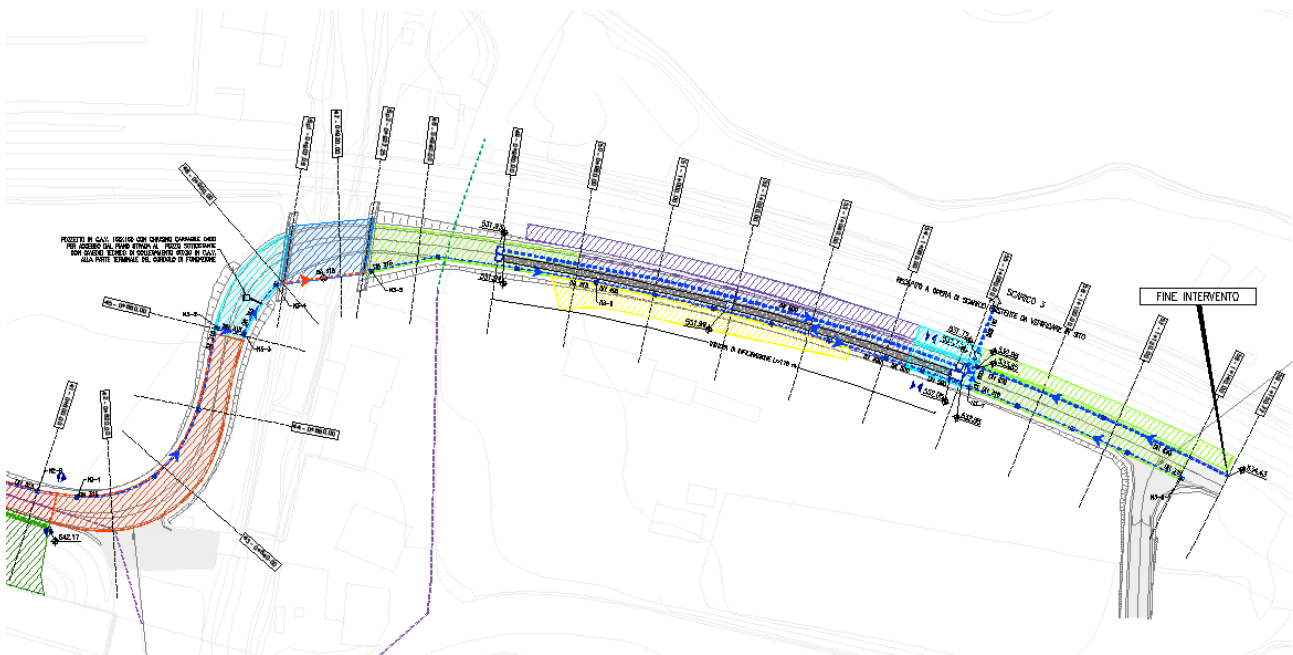


Figura 8-3 – Aree scolanti riferite ai singoli tratti

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 39 di 41

8.2 Allegato 2: Verifiche idrauliche per l'area impianti

Per il piazzale posto al termine della viabilità, il cui progetto è oggetto di specifici elaborati (quale, per la rampa di accesso: IBOU1BEZZPZNV0420003 - Planimetria di progetto, profilo e sezioni accesso piazzale"), la raccolta delle acque meteoriche avviene attraverso pozzetti con griglie carrabili in ghisa che scaricano nel collettore sottostante mentre il recapito finale è costituito da 3 pozzi perpendenti preceduti da un pozzetto con modulo a Tee per la separazione degli olii e la sedimentazione.

Formalmente, le acque ricadenti nelle aree pavimentate non saranno trattate in quanto riclassificate come acque non inquinanti come da art.39.a CAPO IV del Decreto del Presidente della Provincia 21 gennaio 2008, n.6. Pertanto quale unico trattamento si prevede il transito nel pozzetto di sedimentazione / disoleazione.

Le diverse aree del piazzale così come la rampa di accesso saranno dotate di pendenze trasversali e longitudinali che consentono il deflusso per gravità nei punti di raccolta (pozzetti dotati di caditoia) e successivamente nei collettori in PVC posti al di sotto della pavimentazione. Le caditoie sono costituite da pozzetti prefabbricati in calcestruzzo con griglia in ghisa sferoidale carrabile secondo UNI EN 124.

Per il dimensionamento dei collettori dell'area impianti si considerano tubi in PVC SN 8 kN/m² con diametro nominale minimo DN 200 mm e massimo DN 400 mm, ed un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,0125 m^{1/3} s (valido per tubazioni in materiale plastico in esercizio).

Nel dimensionamento dei collettori si è utilizzata una pendenza minima dello 0,5 %. e una velocità minima di 0,5 m/s (per evitare fenomeni di deposito).

Per evitare che i collettori vadano in pressione, si è considerato un riempimento massimo del 50% per DN<400 mm e 70% per DN≥400 mm.

Le verifiche sono state condotte con il metodo cinematico per un Tr di 50 anni come per i collettori della viabilità di accesso all'area di Funes (NV042).

Di seguito si riportano i tabulati di calcolo per il dimensionamento idraulico dei collettori circolari della rete di drenaggio dell'area impianti.

PIAZZALE																					
P1	P4	0	27.10	0.50	360.00	0.00	0.90	300	360.00	324.00	33	333	185.47	463.68	0.02	Ø 315	0.10	0.82	33	Ø 300	
P5	P4	0	9.20	0.50	170.00	0.00	0.90	300	170.00	153.00	13	313	192.85	482.11	0.01	Ø 200	0.08	0.70	44	Ø 190	
P4	SED2	333	3.70	0.50	0.00	0.00	0.90	300	530.00	477.00	4	337	184.07	460.17	0.02	Ø 315	0.12	0.92	41	Ø 300	
P6	P10	0	28.70	6.10	260.00	0.00	0.90	300	260.00	234.00	15	315	192.20	480.50	0.01	Ø 200	0.05	1.95	28	Ø 190	
P10	P12	315	13.00	0.50	300.00	0.00	0.90	300	560.00	504.00	14	329	187.05	467.62	0.03	Ø 315	0.13	0.94	43	Ø 300	
P14	P12	0	10.10	0.50	220.00	0.00	0.90	300	220.00	198.00	14	314	192.44	481.09	0.01	Ø 315	0.08	0.71	26	Ø 300	
P12	P18	329	5.70	0.50	0.00	0.00	0.90	300	780.00	702.00	6	334	185.05	462.62	0.04	Ø 315	0.15	1.01	50	Ø 300	
P17	P18	0	11.00	0.50	130.00	0.00	0.90	300	130.00	117.00	17	317	191.37	478.42	0.01	Ø 200	0.07	0.65	38	Ø 190	
P15	P18	0	17.40	0.50	135.00	0.00	0.90	300	135.00	121.50	27	327	187.71	469.28	0.01	Ø 200	0.07	0.65	38	Ø 190	
P18	SED2	334	2.50	0.50	0.00	0.00	0.90	300	1045.00	940.50	2	337	184.25	460.62	0.05	Ø 400	0.16	1.08	41	Ø 380	

Tabella 8-1 – Verifica dei collettori. I colori delle aree scolanti fanno riferimento all' immagine riportata sotto.

Per facilitare l'interpretazione delle aree dei bacini scolanti considerati per i singoli tratti nelle verifiche idrauliche, nella seguente immagine sono state individuate le aree impermeabili con differenti colori.

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					
11 - OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0420001	REV. C	FOGLIO. 40 di 41

Le aree utilizzate nelle verifiche idrauliche sono state evidenziate con i medesimi colori delle aree individuate in planimetria.

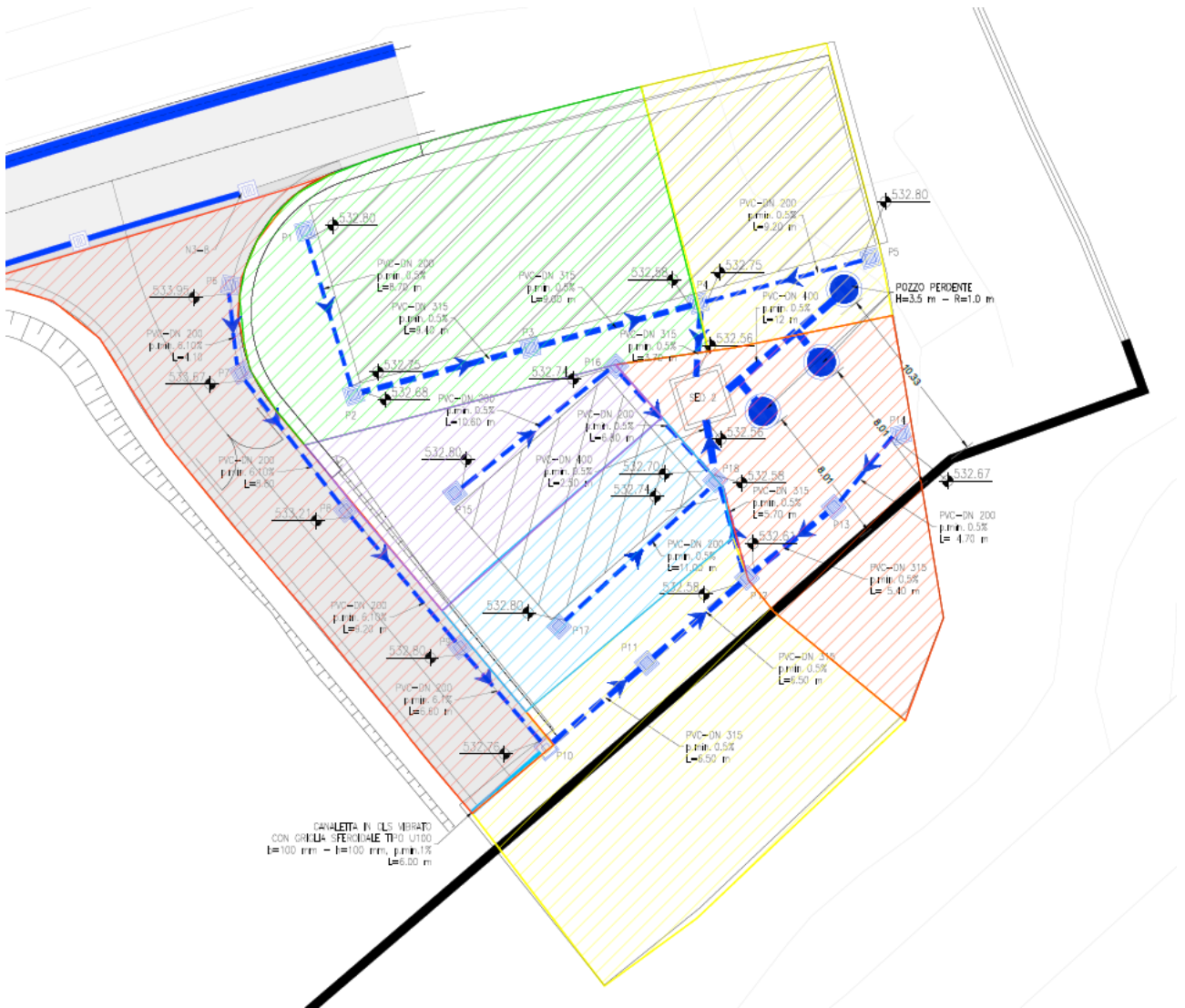


Figure 8-1 - Aree scolanti riferite ai singoli tratti.