

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 - DEVIAZIONE PROVVISORIA SP242

Relazione idrologia e idraulica di piattaforma

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO Ing. Pietro Gianvecchio		-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I B O U 1 A E Z Z C L N V 0 4 4 0 0 0 1 C

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	M.Ingianni	18/10/2021	A.Arighi	19/10/2021	D.Buttafoco (Dolomiti)	20/10/2021	IL PROGETTISTA 03/04/2022
B	Revisione a seguito di istruttoria ITF – IBOU-RV-0000000055	M.Ingianni	20/12/2021	A.Valente	21/12/2021	D.Buttafoco (Dolomiti)	22/12/2021	
C	Revisione a seguito di istruttoria ITF – IBOU-RV-0000000077	L. Terrasi	31/03/2022	A.Valente	01/04/2022	D.Buttafoco	02/04/2022	

File: IBOU1AEZZCLNV0440001C.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:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
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		IB0U	1AEZZ	CL	NV0440001	C	1 di 15

SOMMARIO

1.	PREMESSA.....	2
2.	INQUADRAMENTO GENERALE.....	3
3.	INQUADRAMENTO STATO DI FATTO.....	4
4.	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	5
5.	IDRAULICA DI PIATTAFORMA.....	5
5.1	FASISTICA.....	7
6.	SISTEMAZIONE IDRAULICA DEFINITIVA.....	7
6.1	VERIFICA CADITOIA – SISTEMAZIONE DEFINITIVA.....	8
7.	ANALISI IDROLOGICA.....	9
8.	ANALISI IDRAULICA.....	12
8.1	DIMENSIONAMENTO DELLE CANALETTE GRIGLIATE.....	12
8.2	DIMENSIONAMENTO DELLE CONDOTTE DI DRENAGGIO STRADALE.....	13
9.	VERIFICHE IDRAULICHE.....	14

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"> <tr> <td data-bbox="703 315 831 353">COMMESSA</td> <td data-bbox="831 315 959 353">LOTTO</td> <td data-bbox="959 315 1086 353">CODIFICA</td> <td data-bbox="1086 315 1214 353">DOCUMENTO</td> <td data-bbox="1214 315 1342 353">REV.</td> <td data-bbox="1342 315 1437 353">FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="703 353 831 387">IB0U</td> <td data-bbox="831 353 959 387">1AEZZ</td> <td data-bbox="959 353 1086 387">CL</td> <td data-bbox="1086 353 1214 387">NV0440001</td> <td data-bbox="1214 353 1342 387">C</td> <td data-bbox="1342 353 1437 387">2 di 15</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1AEZZ	CL	NV0440001	C	2 di 15													

1. PREMESSA

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

La presente relazione tecnica illustra la progettazione e le verifiche idrauliche delle opere a servizio della deviazione provvisoria della S.P. 27 (menzionata in PD come S.P. 242), necessaria per la realizzazione delle opere degli interventi relativi all'imbocco della Finestra 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:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 3 di 15

2. INQUADRAMENTO GENERALE

La deviazione stradale della SP 242 (NV044) verrà realizzata nella località di Gudon per uno sviluppo complessivo di circa 200m in variante all'attuale tracciato stradale. L'inizio del tracciato stradale della deviazione è posto in corrispondenza della spalla del ponte esistente sul fiume Isarco e termina in prossimità di una piazzola di sosta e fermata dei mezzi pubblici. La deviazione stradale è realizzata per permettere l'esecuzione delle opere di imbocco nell'ambito della realizzazione della finestra di Funes, senza interrompere il traffico e mantenendo l'operatività dell'infrastruttura stradale. Si propone nell'immagine seguente un inquadramento territoriale delle aree di intervento e il perimetro del bacino del torrente Funes, nel quale viene attualmente scaricata l'acqua raccolta dai presidi idraulici competenti alla attuale SP242.

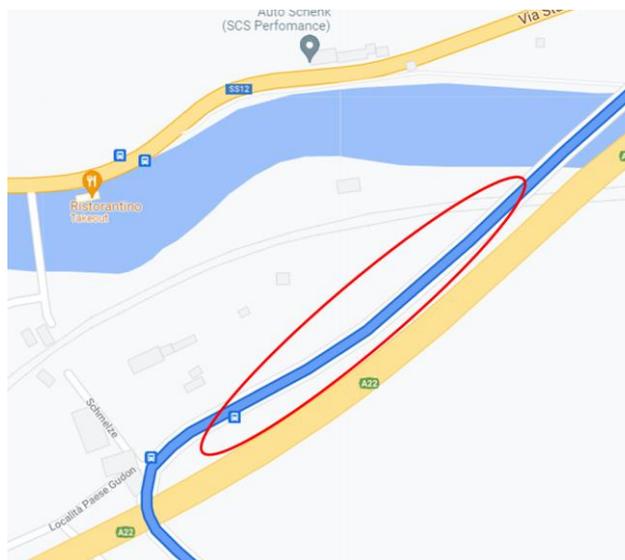


Fig. 1 – Individuazione dell'area oggetto di intervento – compresa fra il ponte esistente e la fermata dell'autobus

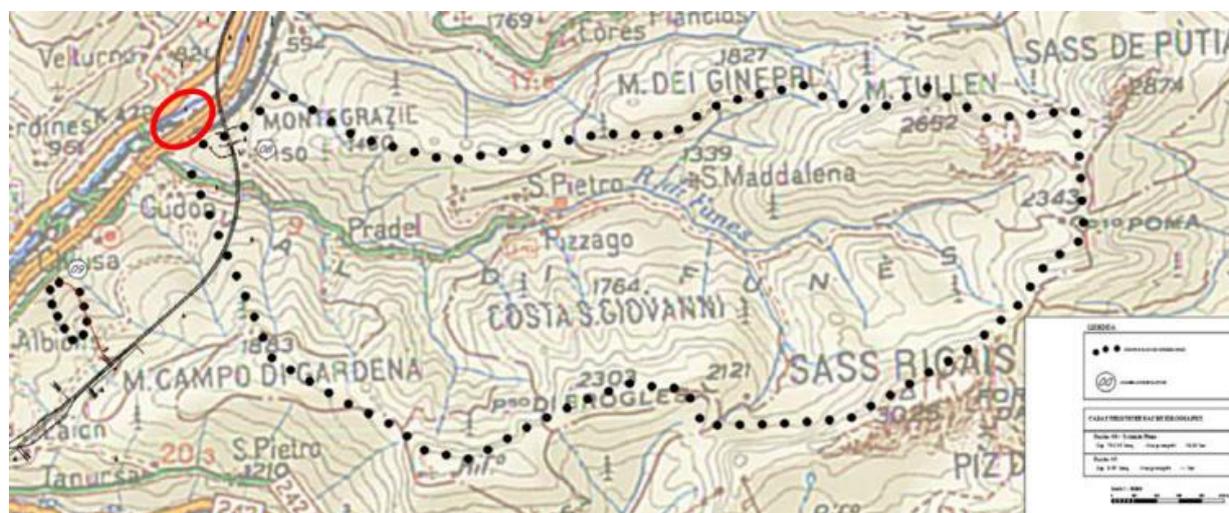


Fig. 2 – Bacino Torrente Funes

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: 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 IB0U	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 4 di 15

3. INQUADRAMENTO STATO DI FATTO

Nel tratto in esame la SP242 presenta un andamento planimetrico pressochè con curve di ampio raggio, in affiancamento alla carreggiata autostradale della A22. L'andamento altimetrico è invece monotono costante, in discesa da Nord (dosso in corrispondenza della spalla Sud del ponte esistente sull'Isarco) verso Sud (oltre al limite di batteria dell'intervento la strada continua a scendere). Attualmente le acque di piattaforma vengono parzialmente raccolte da un fosso in terra posizionato a monte della SP; tale fosso termina in corrispondenza della fermata dell'autobus di Funes, dove una caditoia consente il deflusso in un collettore posto al di sotto della sede stradale e da qui l'allontanamento fino al recettore finale.



Fig. 3 – Immagine da Google Street View – Fotografia della carreggiata della SP a inizio lotto, in prossimità della spalla del viadotto



Figura 4 - Immagine da Google Street View – Fotografia della carreggiata della SP a fine lotto, con caditoia in basso a sinistra

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
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	IB0U	1AEZZ	CL	NV0440001	C	5 di 15

4. ELABORATI DI RIFERIMENTO

Gli elaborati relativi alle opere idrauliche sono codificati:

- IB0U1AEZZP7NV0440004C – Planimetria idraulica
- IB0U1AEZZBNZV0440001C – Particolari idraulici

Gli elaborati relativi al progetto stradale sono codificati:

- IB0U1AEZZRHN0440001A – Relazione tecnica e di tracciamento

Altri elaborati di carattere generale a cui si fa riferimento:

- IB0U1AEZZRHGE0000001A – Relazione geologica - idrogeologica – geomorfologica Imbocchi Finestre Forch, Funes, Chiusa e relative viabilità
- IBL11BD26CLNV0440001A – Relazione idraulica del progetto definitivo

5. IDRAULICA DI PIATTAFORMA

La deviazione della SP verrà realizzata a ridosso del sopra citato fosso in terra, che quindi non potrà continuare a raccogliere, oltre alle acque della sede stradale, le acque provenienti dal vicino rilevato autostradale. Per questo motivo si prevede di realizzare, su entrambi i lati della carreggiata della deviazione, canalette in calcestruzzo vibrato con griglia in ghisa sferoidale; le caratteristiche geometriche sono indicate nella planimetria idraulica (IB0U1AEZZP7NV0440004C) e nei particolari idraulici (IB0U1AEZZBNZV0440001C). La funzione delle canalette è raccogliere le acque provenienti dalla piattaforma stradale e dalla scarpata del rilevato autostradale. Al termine dell'intervento, in prossimità della fermata dell'autobus, l'acqua raccolta dalla canaletta di valle viene convogliata, attraverso una tubazione in PVC con diametro nominale di 400 mm trasversale all'asse stradale, ad un pozzetto di nuova realizzazione nel quale confluisce direttamente la canaletta di monte. Tale pozzetto verrà collegato, attraverso una tubazione in PVC con diametro nominale di 400 mm che si troverà al di fuori dell'asse stradale ad un pozzetto esistente collegato alla rete nella quale vengono attualmente raccolte le acque della SP.

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 1AEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 6 di 15

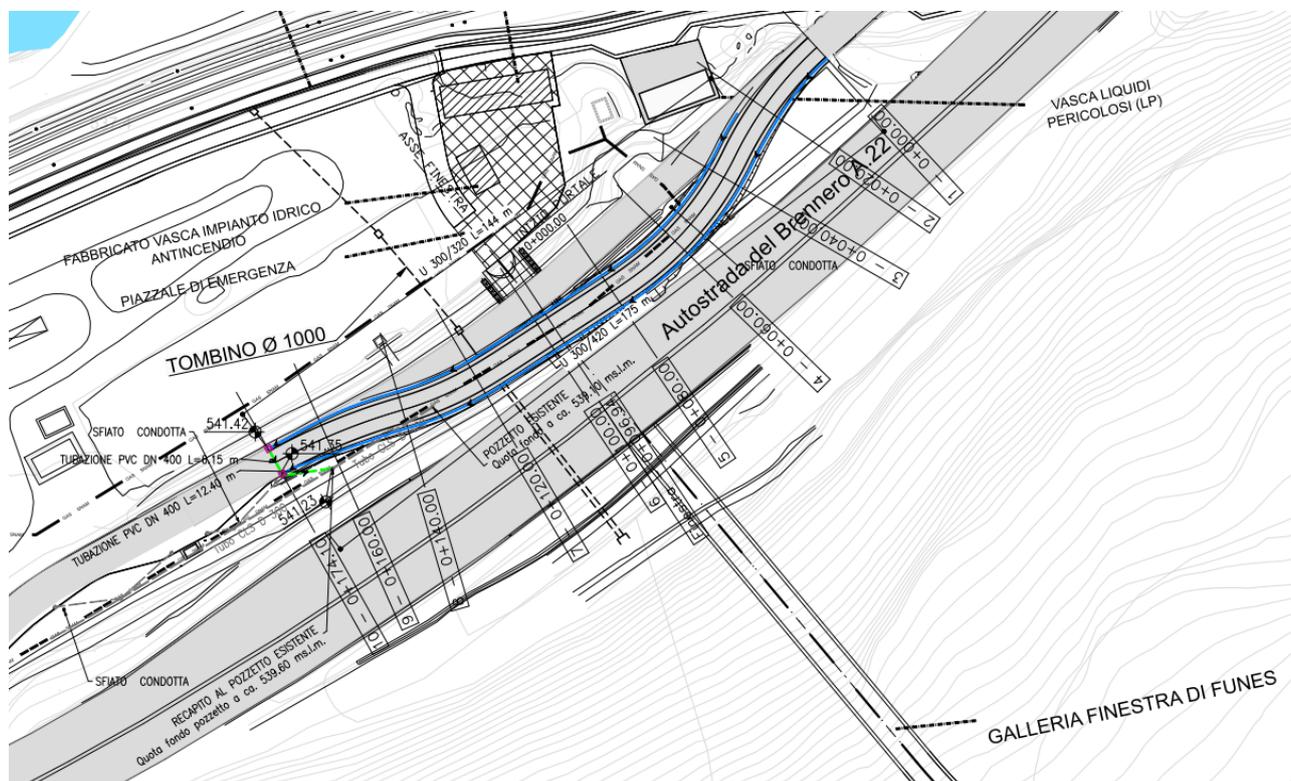


Fig. 5 – Planimetria idraulica rete acque di piattaforma

Gli schemi della rete di smaltimento sono studiati per consentire lo scarico a gravità delle acque di drenaggio verso il recapito finale costituito dalla rete di drenaggio esistente. Si riporta a seguire uno stralcio dello specifico elaborato di progetto in cui è rappresentato il dettaglio della canaletta.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandanti:					
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	IB0U	1AEZZ	CL	NV0440001	C	7 di 15

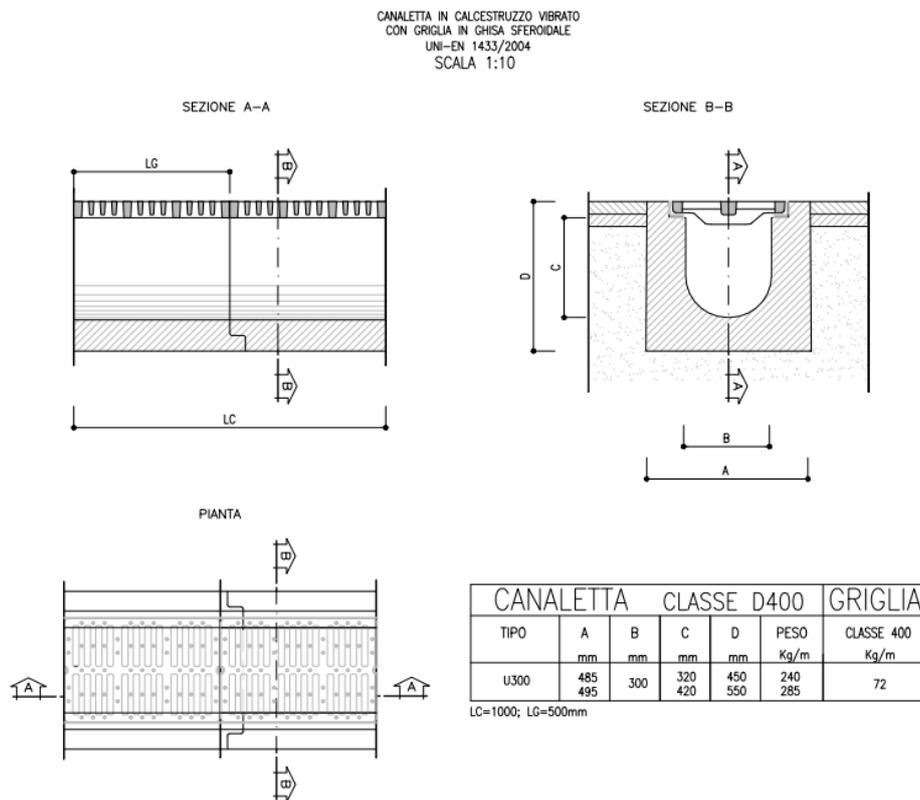


Fig. 6 – Dettagli geometrici canaletta grigliata.

5.1 FASISTICA

La realizzazione delle opere di drenaggio avverrà in due fasi distinte in maniera tale da non dover interrompere la viabilità.

In primo luogo si prevede la messa in opera della canaletta sul ciglio sinistro (lato monte) contestualmente alla realizzazione del sedime stradale della deviazione; tale attività non interferisce con la viabilità esistente.

Nella fase successiva alla messa in funzione della deviazione provvisoria si prevede la realizzazione della canaletta sul ciglio destro (lato valle) e dell'attraversamento idraulico in prossimità della fermata dell'autobus.

6. SISTEMAZIONE IDRAULICA DEFINITIVA

Come indicato nell'elaborato di riferimento (IB0U1AEZZPZGA0600006) la sistemazione idraulica definitiva prevede, subito a monte dell'imbocco, un caditoia con griglia di dimensioni 60x60 cm in grado di raccogliere l'acqua accumulata sulla superficie stradale e contenuta dal cordolo di altezza 5 cm. A valle dell'imbocco è prevista un'ulteriore caditoia in grado di raccogliere l'acqua che eventualmente non viene raccolta dalla caditoia di monte. L'acqua raccolta dalle caditoie viene convogliata a mezzo di tubazioni in PVC DN 315 ad un pozzetto esistente collegato alla rete nella quale vengono attualmente raccolte le acque della SP.

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 IB0U	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 8 di 15

Il modesto contributo di acque meteoriche competenti alle gradonature invece defluirà per mezzo delle pendenze assegnate alle stesse fino a confluire nei sistemi di raccolta idraulica piazzale.

I presidi idraulici dell'imbocco, sia in fase transitoria che definitiva, sono descritti negli specifici elaborati IB0U1AEZZPZGA0600005 e IB0U1AEZZPZGA0600006. Non si ritiene necessaria una relazione idraulica ad hoc per questi contributi in quanto la quantità di acqua competente a tali aree è molto limitata.

6.1 VERIFICA CADITOIA – SISTEMAZIONE DEFINITIVA

La portata affluente nella caditoia a monte dell'imbocco è stata calcolata con la formula:

$$Q_0 = \varphi * A * i$$

con A superficie afferente alla caditoia, 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.

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

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

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.

Dal calcolo è risultato che la portata affluente è minore della portata defluente nella caditoia, perciò la caditoia 60x60 cm a monte dell'imbocco risulta sufficiente.

Curva di possibilità pluviometrica Tr 30 a = 38.100 n = 0.370																	
Posizione elemento drenante	Elementi del tratto											Larghezza banchina bagnata	Coefficiente di stramazzo	Coefficiente riduzione griglia	Larghezza di stramazzo	Titante idrico max	Portata massima dello specchio considerato
	Lunghezza del tratto	Pendenza del tratto	Area impermeabile	Coef. d'afflusso medio ϕ	Area effettiva	Area ridotta ϕS	Pendenza trasversale	Tempo di corrivazione	Intensità media di pioggia	Coefficiente idrometrico	Portata affluente						
dx	(m)	(%)	(m ²)		(m ²)	(m ²)	(%)	(s)	(mm/h)	(l/s ha)	(m ³ /s)	(m)	-	-	(m)	(m)	(m ³ /s)
	33	2.50	250	0.900	250	225	2.500	300	182.3	455.8	0.0114	1.50	0.385	0.60	1.80	0.038	0.0134

Figura-1 Verifica caditoia a monte dell'imbocco – Sistemazione Definitiva

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 IB0U	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 9 di 15

7. 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'AdB, che il modello probabilistico che meglio si adotta 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:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI Relazione idrologica e idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 10 di 15

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

Fig. 7 – 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

Fig. 8 – 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: 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 IB0U	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 11 di 15

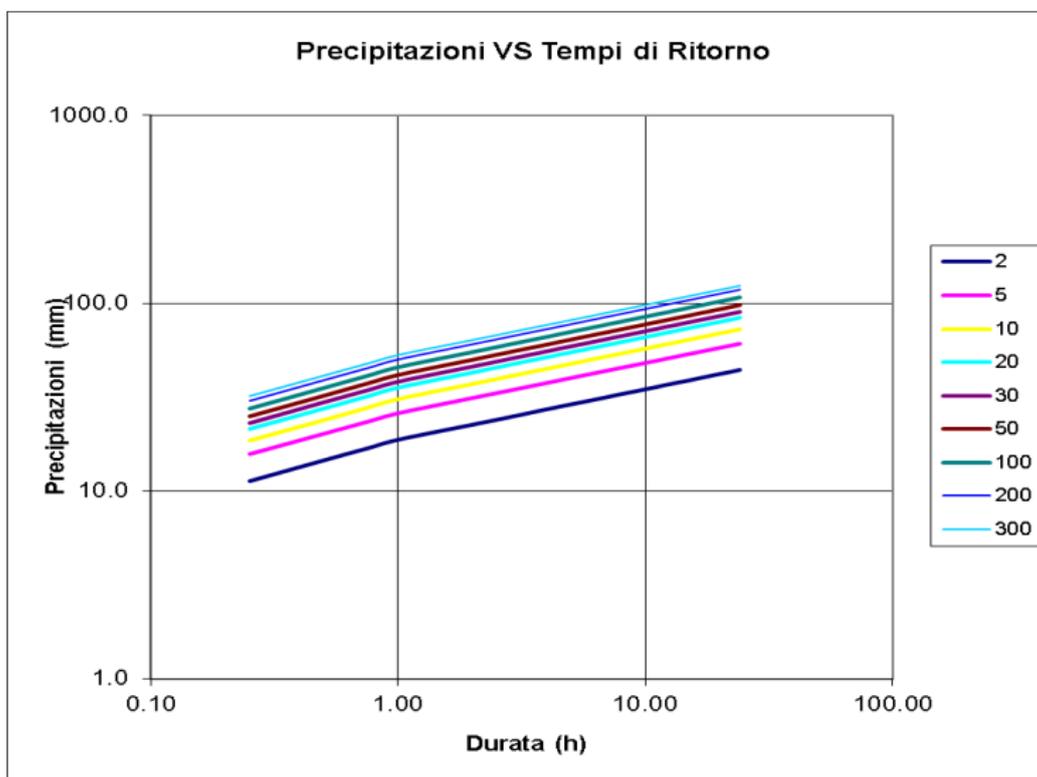


Fig. 9 – Precipitazioni per differenti durate e tempi di ritorno.

Si adottano per le varie tipologie idrauliche i seguenti parametri 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

Fig. 10 – Parametri a e n adottati.

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

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

che, com'è noto, 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:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
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		IB0U	1AEZZ	CL	NV0440001	C	12 di 15

8. ANALISI IDRAULICA

Nel presente paragrafo si forniscono gli elementi e i criteri utili per il corretto dimensionamento e verifica delle opere di drenaggio della piattaforma stradale.

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 del drenaggio delle acque di piattaforma, la sollecitazione meteorica da assumere alla base del progetto è quella corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 30 anni; per essa si dovrà verificare che tutti gli elementi idraulici di drenaggio raggiungano un grado di riempimento massimo compatibile con la funzione svolta.

8.1 DIMENSIONAMENTO DELLE CANALETTE GRIGLIATE

La verifica ed il dimensionamento delle sezioni idrauliche di progetto 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:

- $K = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$ (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 30 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:

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.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
11 – OPERE CIVILI		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idrologica e idraulica di piattaforma		IB0U	1AEZZ	CL	NV0440001	C	13 di 15

- 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 = 0.5;
- A_i = Area impermeabile in mq;
- A_s = Area della scarpata in mq;
- $i(30, \tau)$ = Intensità di pioggia in funzione del tempo di ritorno ($T_r=30$) e del tempo di corrivazione τ :

$$\tau = T_r + T_a$$

dove:

- T_r = Tempo di rete calcolato per iterazione;
- T_a = Tempo di accesso fissato in 5 minuti.

8.2 DIMENSIONAMENTO DELLE CONDOTTE DI DRENAGGIO STRADALE

Il dimensionamento delle tubazioni finali che convogliano l'acqua dalle canalette grigliate al recapito esistente è stato effettuato con il metodo cinematico.

La portata massima smaltibile dalle tubazioni è stata calcolata con la legge di Gauckler-Strickler.

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

Dove:

- $K = 120 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$ (Coefficiente di Gauckler - Strickler);
- j_c = pendenza longitudinale;
- A_c = area bagnata in mq
- R = raggio idraulico in m.

Come già illustrato in precedenza, è stato considerato un evento corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 30 anni e per la valutazione delle massime portate affluenti è stata utilizzata la formula, derivata dal metodo razionale:

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

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 = 0.5;
- A_i = Area impermeabile in mq;
- A_s = Area della scarpata in mq;
- $i(30, \tau)$ = Intensità di pioggia in funzione del tempo di ritorno ($T_r=30$) e del tempo di corrivazione:

$$\tau = T_r + T_a$$

Dove:

- T_r = Tempo di rete calcolato per iterazione;
- T_a = Tempo di accesso fissato in 5 minuti.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
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	1AEZZ	CL	NV0440001	C	14 di 15

9. VERIFICHE IDRAULICHE

Si riportano nel seguito i risultati delle verifiche idrauliche condotte. Per facilitare l'interpretazione delle aree dei bacini scolanti considerati per i singoli tratti, aree impermeabili e permeabili sono state indicate del medesimo colore in Tabella 9-1 e Figura 9-1.

Progressiva iniziale	Progressiva finale	Tempo di corruzione	Elementi del tratto										Elementi progr.		Risultati dell'iterazione di calcolo									
			Lunghezza del tratto	Pendenza del tratto	Area impermeabile	Area permeabile	Coeff. d'afflusso medio f	Area effettiva	Area ridotta f S	Tempo di accesso	Area effettiva	Area ridotta f S	Tempo di rete	Tempo di corruzione	Intensità media di pioggia	Coefficiente idrometrico	Portata	tipo di sversamento (tubi circolari) - Base canale - rettangolare/trapezoidale	Tirante idrico	Velocità	Grado di riempimento	Diametro interno (tubi circolari) - Altezza canale rettangolare/trapezoidale		
0+000.00	0+83.00	sx	0	85.00	0.50	1187	795	0.74	1982	1466	300	1982	1466	87	387	155.4	319.2	0.0633	300	0.215	0.98	51.1	420	
0+83.00	0+174.10	sx	387	93.00	2.50	1470	950	0.74	2420	1798	300	4402	3264	43	430	145.4	299.4	0.1318	300	0.203	2.16	48.4	420	
0+025.00	0+83.00	dx	0	56.00	0.50	645	0	0.90	645	581	300	645	581	71	371	159.3	398.4	0.0257	300	0.109	0.78	33.9	320	
0+83.00	0+174.10	dx	371	92.00	2.50	709	0	0.90	709	638	300	1354	1219	55	426	146.1	365.3	0.0495	300	0.098	1.68	30.5	320	
Tubo finale			430	12.00	1.00	0	0	0.00	0	0	300	5756	4482	5	434	144.4	312.4	0.1798	400	0.219	2.65	57.5	380.4	

Tabella 9-1 Verifiche canalette e tubi

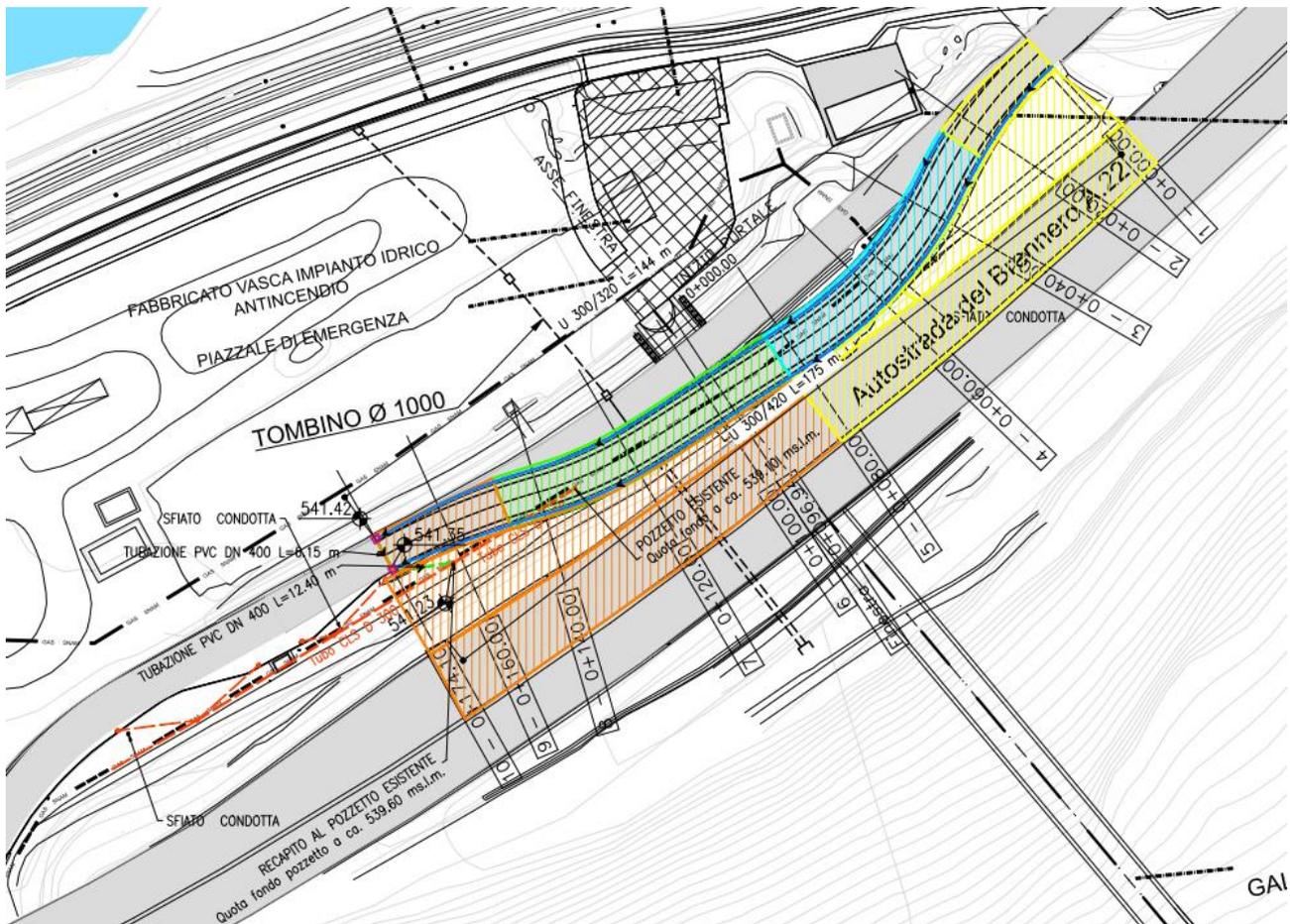


Figura 9-1 Aree scolanti ai singoli tratti