

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. Paolo Cucino

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

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 - TITOLO 1

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

VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - 1° TRATTO

Relazione tecnica, idraulica e di tracciamento

APPALTATORE	SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO 	

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

I B O U 1 B E Z Z R H N V 0 6 2 0 0 0 1 D

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	M. Inganni	28/09/2021	A. Arigoni	29/09/2021	D. Buttafoco	30/09/2021	
		PINI		PINI		Dolomiti		
B	Emissione per indicazioni Committenza	M. Galanti	17/01/2022	A. Valente	18/01/2022	D. Buttafoco	19/01/2022	
						Dolomiti		
C	Emissione per indicazioni Committenza	B. Fiorentino	18/07/2022	A. Valente	19/07/2022	D. Buttafoco	20/07/2022	
						Dolomiti		
D	Emissione a seguito di istruttorie e interlocuzioni	B. Fiorentino	25/02/2023	P. Fontana	26/02/2023	D. Buttafoco	27/02/2023	
						Dolomiti		

File: IB0U1AEZZRHN0620001D.docx

n. Elab.: X

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 tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 1 di 40

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
4. DESCRIZIONE INTERVENTO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GALLERIA GARDENA NORD	5
4.1 PACCHETTO DI PAVIMENTAZIONE.....	11
4.2 BARRIERE DI SICUREZZA.....	11
4.3 SEGNALETICA.....	11
5. IDROLOGIA	13
6. DRENAGGIO DI PIATTAFORMA NV06	16
6.1 NV06.....	17
6.2 INTRODUZIONE METODOLOGICA.....	18
6.3 CALCOLO DELLA PIOGGIA DI PROGETTO.....	20
7. STIMA PORTATE AL COLMO	23
8. ANALISI DRAULICA	23
8.1 IDRAULICA DI PIATTAFORMA	23
8.1.1 Stima delle piogge di progetto	24
8.1.2 Opere di drenaggio	25
9. METODOLOGIA PROGETTUALE DI DIMENSIONAMENTO	29
9.1 DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO.....	29
9.2 ELEMENTI DI RACCOLTA.....	30
9.2.1 Sistema di drenaggio – Canaletta grigliata continua	30
9.2.2 Collettori circolari in PEAD	31
9.2.3 Pozzetti di raccordo e ispezione	32
9.2.4 Embrici	32
ALLEGATO A - TABELLA INTERASSE DISCENDENTI CANALETTA GRIGLIATA DISCONTINUA CON VERIFICA COLLETTORI	33
ALLEGATO B - VERIFICA CANALE TESTA OPERE DI SOSTEGNO.....	34
ALLEGATO C - TABELLA COLLETTORI CIRCOLARI IN PEAD.....	34
9.2.5 Scarico nell'Isarco	35
9.2.6 Trincea infiltrante	36

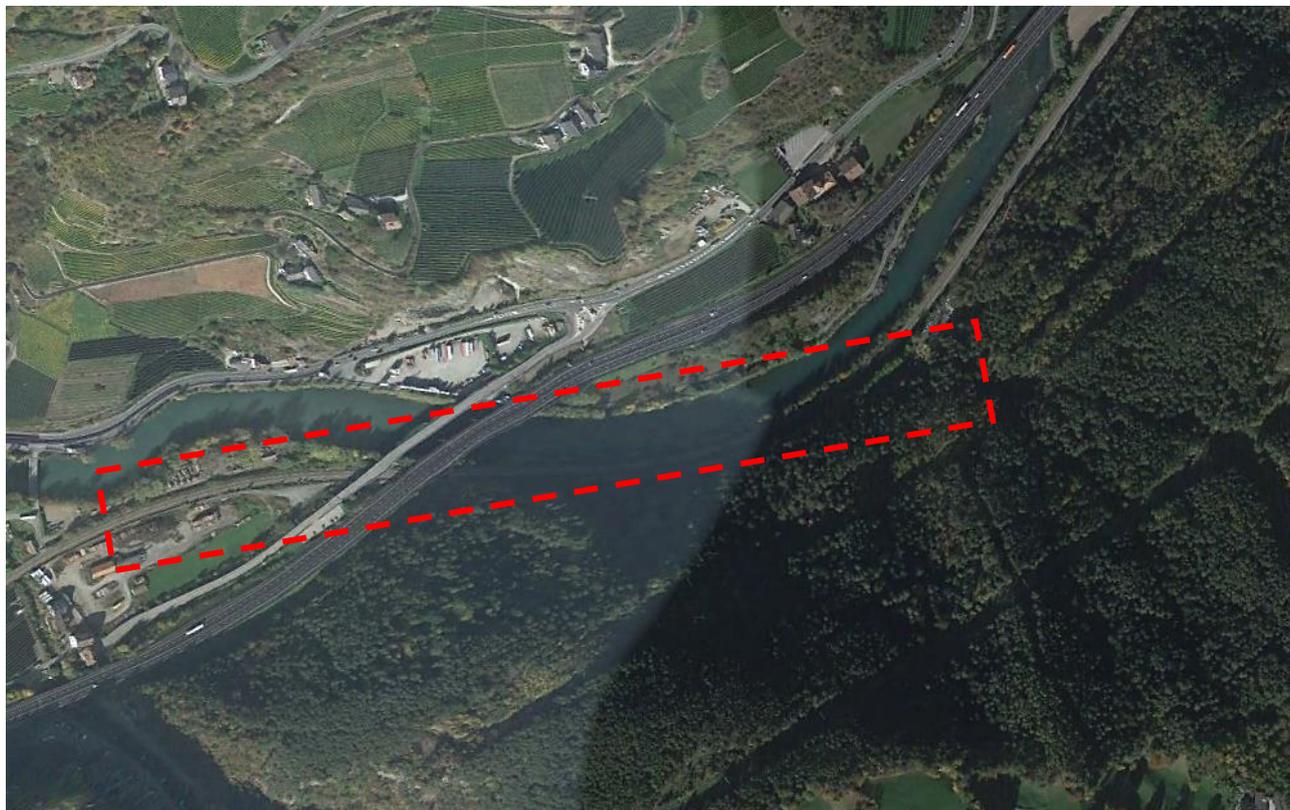
APPALTATORE:			PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 2 di 40

1. PREMESSA

La presente relazione si pone l'obiettivo di descrivere il Progetto Esecutivo (PE) dell'opera in oggetto che si riconducono agli interventi necessari all'esecuzione della viabilità di accesso all'imbocco della galleria Gardena Nord, nell'ambito del progetto della linea Fortezza – Ponte Gardena Lotto 1 Quadruplicamento della Linea Fortezza – Verona.

Il Progetto Esecutivo è stato sviluppato in modo da mantenere la medesima impostazione e i relativi livelli qualitativi e prestazionali dell'opera già previsti nel Progetto Definitivo.

Figura 1 – Vista aerea della zona dell'intervento



L'intervento in oggetto, essendo una strada locale destinata all'accesso al piazzale di servizio antistante la galleria di progetto, si configura come adeguamento di strada esistente per il quale la norma cogente di riferimento è costituita dal D.M. 22/04/2004 ("Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade") secondo cui le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al D.M. 05/11/2001 sono limitate alle sole strade di nuova costruzione, ed indicate quale riferimento per l'adeguamento di quelle esistenti (art. 1 del D.M. 22/04/2004).

Con riferimento ai contenuti dell'art.4 del DM 22/04/2004, nella presente relazione sono analizzati gli aspetti connessi alle esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l'intervento, nel suo complesso, è in grado

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 tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 3 di 40

di produrre un innalzamento del livello di sicurezza, fermo restando la necessità di garantire la continuità di esercizio della infrastruttura.

Sotto il profilo normativo il D.M. del 22/04/2004 modifica l'art.2 e l'art.3 del D.M. 6792/2001 del 05/11/2001 (Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade), stabilendo che le norme in oggetto si applicano per la costruzione di nuovi tronchi stradali e prevedendo (art.3) la predisposizione di nuove norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, restando inteso che i criteri del D.M. 05/11/01 restano "di riferimento" per gli interventi di adeguamento.

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- IB0U1AEZZRHGE0000002A RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA
- IB0U1BEZZRGMD0000001A RELAZIONE GEOTECNICA DI CARATTERIZZAZIONE
- IB0U1BEZZCLNV0620003A Pareti chiodate con reti – Relazione di calcolo
- IB0U1BEZZAXNV0600001A Pareti chiodate con reti – Particolari costruttivi

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Parte stradale

- Manuali di progettazione, RFI B – rev. 22/12/2017
- D.M. 5.11.2001 n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (G.U. n. 3 del 04.01.2002);
- D.M. 22.04.2004 n. 67/s "Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»" (G.U. n. 147 del 25.06.2004);
- D.M. 19.04.2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (G.U. n.170 del 24.07.2006);
- D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i.. "Nuovo codice della Strada";
- D.P.R. n. 495/92 e s.m.i.. "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada".
- DIRETTIVA 24.10.2000 "Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione" (G.U. 28 dicembre 2000, n. 301)
- D.M. 10.07.2002 "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo" (G.U. N. 226 del 26.09.2002)
- UNI EN 1463-1: 2004 Materiali per segnaletica orizzontale - Inerti stradali catarifrangenti - Requisiti delle prestazioni iniziali;
- UNI 11154: 2006 Segnaletica stradale - Linee guida per la posa in opera – Segnaletica orizzontale.
- UNI EN 1436: 2008 Materiali per segnaletica orizzontale – Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada;
- UNI EN 12899:2008 Segnaletica verticale permanente per il traffico 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 tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 4 di 40

Parte idraulica

In questo capitolo vengono descritti i principali riferimenti normativi e gli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale, regionale e provinciale, al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico-idraulico, ambientale e di difesa del suolo, in modo da verificare la compatibilità degli interventi previsti con le prescrizioni dei suddetti strumenti di legge.

Legislazione europea

- Direttiva 2006/7/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 febbraio 2006 relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione
- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000

Legislazione statale

- Decreto legislativo 10 dicembre 2010, n. 219 "Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque.
- Decreto ministeriale 8 novembre 2010, n. 260 "Criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali ... - ... Modifica norme tecniche Dlgs 152/2006 ..."
- Decreto 30 marzo 2010 "Definizione dei criteri per determinare il divieto di balneazione, nonché modalità e specifiche tecniche per l'attuazione del decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 116, di recepimento della direttiva 2006/7/CE, relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione."
- Decreto ministeriale 17 luglio 2009 "Individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque."
- Decreto 14 aprile 2009, n. 56 "Regolamento recante criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo".
- Decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 116 "Attuazione della direttiva 2006/7/CE relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione e abrogazione della direttiva 76/160/CEE"
- Decreto legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"
- Decreto legislativo 8 novembre 2006, n. 284 "Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e successive modifiche ed integrazioni.
- Decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole".

Legislazione provinciale

- Deliberazione della Giunta Provinciale 20 giugno 2011, Nr. 974 "Linee guida sulle caratteristiche di qualità dell'acqua, la vigilanza e la gestione delle piscine naturali".

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 tecnica, idraulica e di tracciamento	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	5 di 40

- Deliberazione della Giunta Provinciale 8 giugno 2009, Nr. 1453 "Caratterizzazione, ovvero tipizzazione e individuazione, dei corpi idrici superficiali e identificazione dei siti di riferimento nella Provincia Autonoma di Bolzano".
- Decreto del Presidente della Provincia 21 gennaio 2008, n. 6 contenente il regolamento di esecuzione alla legge provinciale del 18 giugno 2002, n. 8 recante «Disposizioni sulle acque» in materia di tutela delle acque.
- Legge provinciale 18 giugno 2002, n. 8 "Disposizioni sulle acque"
- Legge provinciale 11 giugno 1975, n. 29 "Norme per la tutela dei bacini d'acqua"
- Provincia di Bolzano, ripartizione 29 – "Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche".

4. DESCRIZIONE INTERVENTO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GALLERIA GARDENA NORD

L'intervento è finalizzato alla riprofilatura della strada che si sviluppa nel fondo valle tra la ferrovia Verona – Brennero ed il versante roccioso della valle in sponda sinistra del fiume Isarco.

Risulta ottemperata la prescrizione n. 25 del PD di garantire i 3,00 m minimi di larghezza della sede stradale.

Un numero di 4 piazzole di sosta lungo il tracciato consentono ai veicoli di incrociarsi in sicurezza. La loro ubicazione e dimensione è indicata rispettivamente nella tabella e nell'immagine seguente:

Pk iniziale (km)	Pk finale (km)
0+037.460	0+062.610
0+114.885	0+139.496
0+187.673	0+212.457
0+408.218	0+438.452

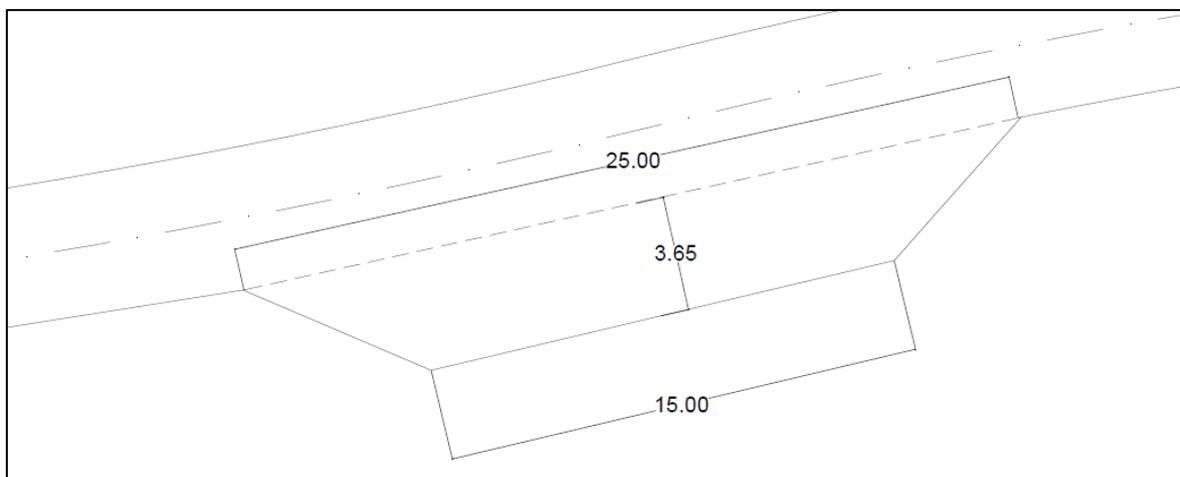


Figura 2– Dimensioni piazzola di sosta

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 tecnica, idraulica e di tracciamento	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	6 di 40

L'intervento parte dalla fine del tratto NV042 e termina in corrispondenza dell'inizio del tratto NV061 di accesso all'imbocco Gardena Nord. La strada garantisce l'accesso ai proprietari dei fondi localizzati e come destinazione finale il piazzale.

Viene confermato sostanzialmente il tracciato piano altimetrico impostato in PD salvo marginali adattamenti locali per adattare il rifacimento della strada al nuovo rilievo di dettaglio.

A differenza del progetto definitivo, la sezione stradale tipo standard prevede una carreggiata di larghezza 3,50 m con pendenza trasversale monofalda al 2,50%, non più a schiena d'asino. In questo modo l'acqua piovana viene convogliata e raccolta lateralmente in caditoie o canalette grigliate.

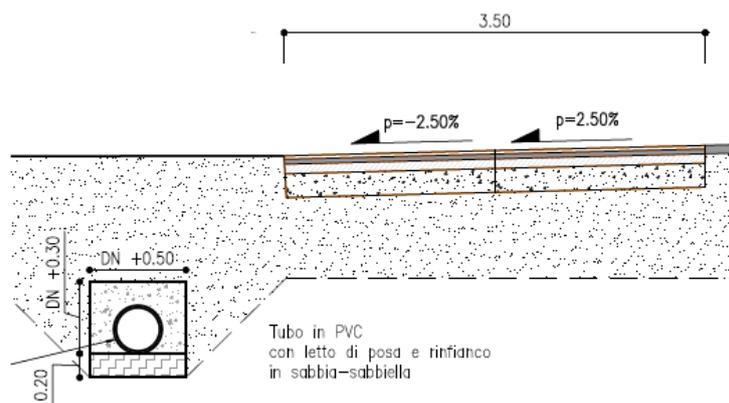


Figura 3 – Sezione stradale tipo larga 3,5m

Nel tratto di strada compreso tra le pk 0+212 e 0+336 circa la sezione stradale tipo prevede una carreggiata di larghezza 3,00 m con pendenza monofalda al 2,50% e l'acqua piovana viene convogliata e raccolta lateralmente in canalette grigliate carrabili alloggiata tra la fine della pavimentazione ed il muretto esistente. In questa zona infatti lo spazio a disposizione per la strada è ricavato dallo scavo della parete rocciosa prevedendo la successiva messa in sicurezza del versante mediante rete metallica chiodata.

In questi tratti viene mantenuto il muretto laterale esistente tra la strada e la ferrovia.

APPALTATORE:	 webuild Impienza CONSORZIO DOLOMITI		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:	Mandanti:							
	SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
11 - OPERE CIVILI	Relazione tecnica, idraulica e di tracciamento			IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	7 di 40

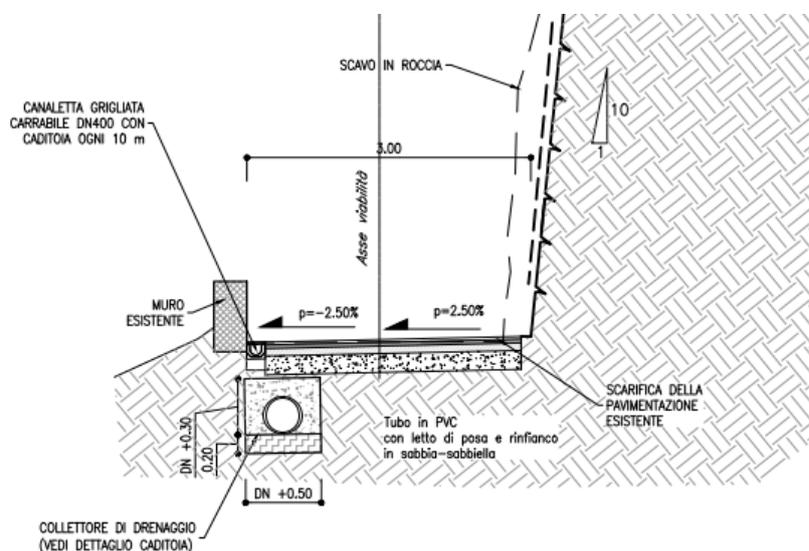


Figura 4 – Sezione stradale tipo larga 3,0m con canaletta

Per quanto riguarda gli aspetti planimetrici, la strada, dimensionata con una velocità di progetto di 30km/h, si sviluppa per 634m mantenendo un andamento sinuoso in aderenza alla strada esistente ed in conformità al PD. L'alternanza di curve circolari e di rettifili non prevede l'interposizione di clotoidi. Il raggio minimo adottato è R=30,0m in corrispondenza del passaggio in adiacenza alle pile del nuovo viadotto ferroviario.

Per quanto riguarda gli aspetti altimetrici, l'andamento è sempre pianeggiante tranne in due punti dove si supera di poco il 5%.

Di seguito si riportano le caratteristiche principali degli elementi planimetrici, delle livellette del profilo longitudinale e dei raccordi altimetrici:

	Elemento	Progressiva iniziale	Progressiva finale	Raggio	Lunghezza
		m	m	m	m
1	Curva	0+000.00	0+020.52	200	20.522
2	Curva	0+020.52	0+050.91	250	30.391
3	Curva	0+050.91	0+096.51	250	45.595
4	Rettifilo	0+096.51	0+118.71	-	22.200
5	Curva	0+118.71	0+134.88	50	16.167
6	Rettifilo	0+134.88	0+137.01	-	2.130
7	Curva	0+137.01	0+152.44	50	15.438

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 tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 8 di 40

8	Rettifilo	0+152.44	0+192.68	-	40.238
9	Curva	0+192.68	0+206.88	500	14.199
10	Rettifilo	0+206.88	0+239.92	-	33.037
11	Curva	0+239.92	0+255.96	500	16.041
12	Rettifilo	0+255.96	0+333.00	-	77.040
13	Curva	0+333.00	0+351.74	30	18.745
14	Rettifilo	0+351.74	0+352.45	-	0.703
15	Curva	0+352.45	0+374.63	30	22.179
16	Rettifilo	0+374.63	0+404.39	-	29.760
17	Curva	0+404.39	0+419.51	30	15.127
18	Rettifilo	0+419.51	0+419.573	-	0.059
19	Curva	0+419.573	0+430.64	30	11.065
20	Rettifilo	0+430.64	0+469.14	-	38.503
21	Curva	0+469.14	0+482.37	200	13.227
22	Rettifilo	0+482.37	0+497.98	-	15.613
23	Curva	0+497.98	0+509.55	200	11.573
24	Rettifilo	0+509.55	0+519.44	-	9.887
25	Curva	0+519.44	0+535.70	500	16.262
26	Rettifilo	0+535.70	0+548.77	-	13.066
27	Curva	0+548.77	0+566.67	500	17.899
28	Rettifilo	0+566.67	0+582.23	-	15.562
29	Curva	0+582.23	0+599.82	500	17.585
30	Rettifilo	0+599.82	0+634.51	-	34.696

Tabella 1 – Caratteristiche elementi del tracciato planimetrico

	Lunghezza	Dislivello	Pendenza
	m	m	%
1	86.099	1.314	1.80
2	59.114	-0.244	-0.82

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 tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 9 di 40

3	170.176	0.687	0.48
4	41.059	0.879	5.22
5	123.136	0.268	0.27
6	40.945	0.073	1.43
7	40.225	0.324	3.11
8	21.726	0.807	5.32
9	28.445	1.078	5.73
10	23.585	0.000	0.00

Tabella 2 – Caratteristiche livellette del profilo longitudinale

	Progressiva vertice	Quota vertice	Raggio	Sviluppo	Variazione di pendenza
	m	m	m	m	%
1	0+086.099	537.300	1000	26.236	-2.624
2	0+145.214	536.813	2500	32.674	1.307
3	0+315.390	537.636	500	23.673	4.735
4	0+356.449	539.779	500	24.739	-4.948
5	0+479.585	540.112	2000	23.214	1.161
6	0+520.530	540.698	2900	48.542	1.674
7	0+560.755	541.947	500	11.056	2.211
8	0+582.481	543.102	500	2.053	0.411
9	0+610.926	544.731	300	17.185	-5.728

Tabella 3 – Caratteristiche raccordi altimetrici

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 tecnica, idraulica e di tracciamento	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	11 di 40

4.1 PACCHETTO DI PAVIMENTAZIONE

Come definito dal Manuale di progettazione RFI in relazione alle strade di accesso ai piazzali di gallerie, per la viabilità in oggetto è stata adottata una configurazione della sovrastruttura stradale di spessore pari a 35 cm costituita dai seguenti strati:

- Strato di usura in conglomerato bituminoso: 3 cm;
- Strato di collegamento in conglomerato bituminoso: 4 cm;
- Strato di base in conglomerato bituminoso: 8 cm;
- Strato di misto naturale (tout-venant): 20 cm.

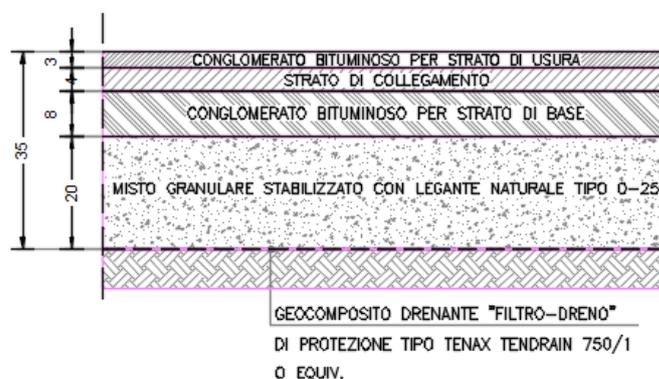


Figura 7 – Pacchetto stradale di progetto

4.2 BARRIERE DI SICUREZZA

Lungo la viabilità sono state predisposte barriere di sicurezza metalliche in accordo con quanto stabilito nel Manuale di Progettazione RFI. Nel MdP Parte II - sezione 3, paragrafo 3.12.3.6.4 vengono delineate le prescrizioni nel caso di parallelismo tra strada e ferrovia. Più precisamente, per evitare che si verifichi l'invasione della sede ferroviaria da parte di un veicolo sviato, "se la sede stradale si trova in posizione superiore alla sede ferroviaria devono essere adottate barriere stradali di classe H4B, tipo bordo laterale o bordo ponte a seconda delle caratteristiche dell'infrastruttura stradale".

L'argomento è stato trattato nel dettaglio nell'elaborato IBOU1BEZZCLNV0620004.

4.3 SEGNALETICA

Allo scopo di consentire una buona leggibilità del tracciato in tutte le condizioni climatiche e di visibilità e garantire informazioni utili per l'attività di guida, si prevede la realizzazione di una segnaletica stradale orizzontale.

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> <u>Mandanti:</u> SWS Engineering S.p.A. PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica, idraulica e di tracciamento	<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>RH</td> <td>NV0620001</td> <td>D</td> <td>12 di 40</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	12 di 40
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	12 di 40								

La segnaletica verticale prevede segnali di prescrizione, pericolo e divieto conformi alla Normativa di riferimento e comunque con criteri che, in relazione alla condizione locale, garantiscano la chiarezza di percettibilità ed inducano l'utenza ad un comportamento consono all'ambiente stradale.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 13 di 40

5. IDROLOGIA

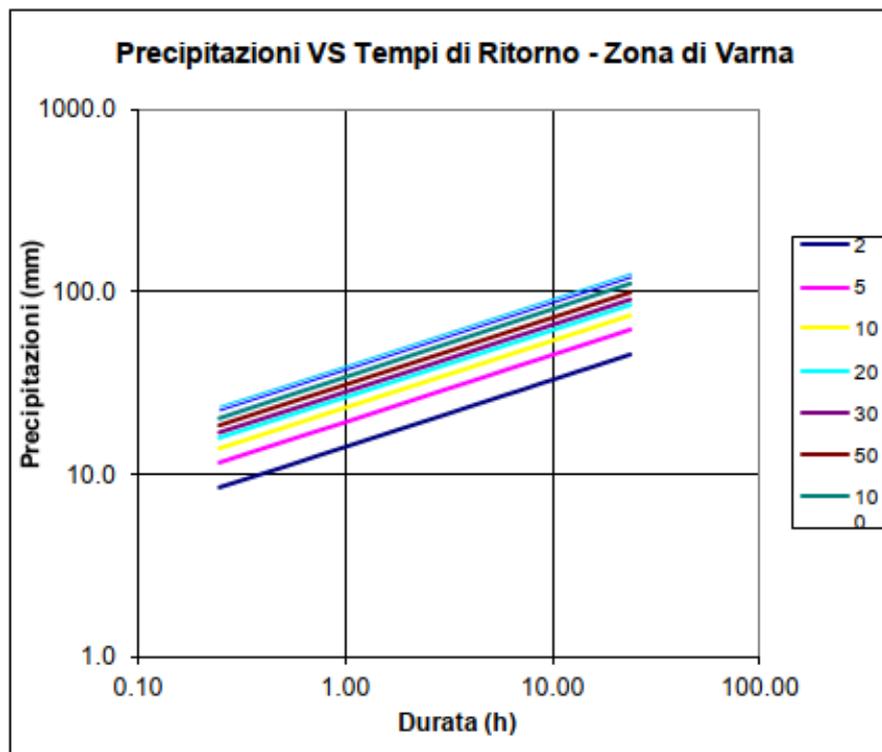
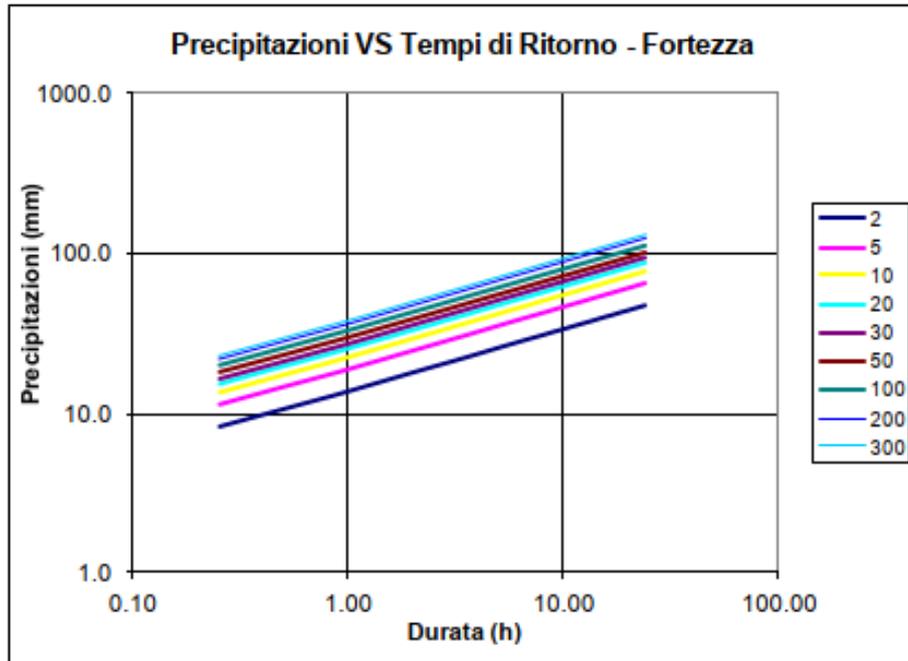
Le curve di possibilità pluviometrica della forma:

$$h_{t,T} = \mu_t * K_T = a * t^n * K_T$$

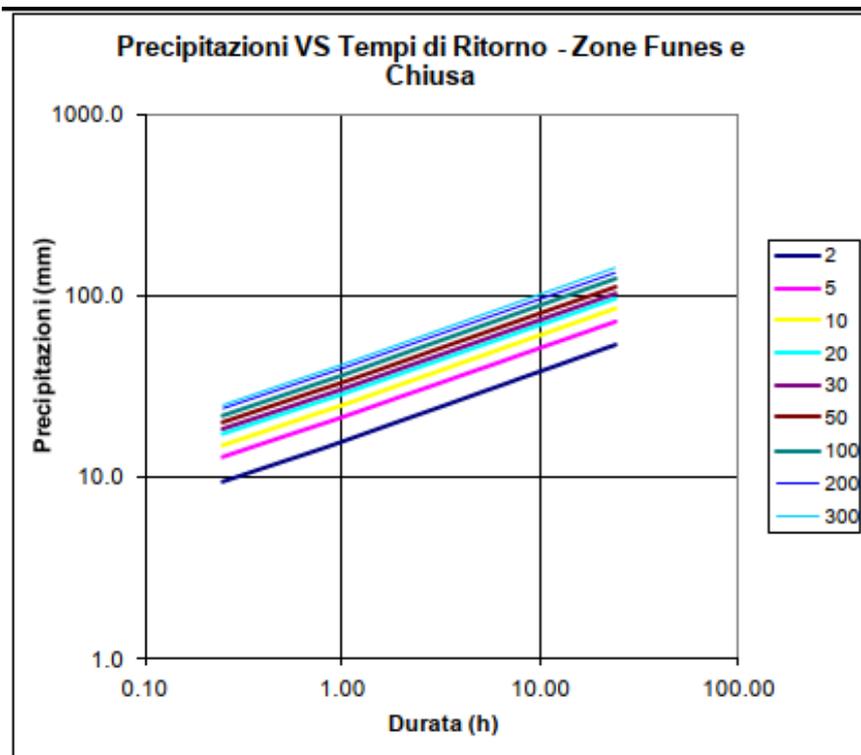
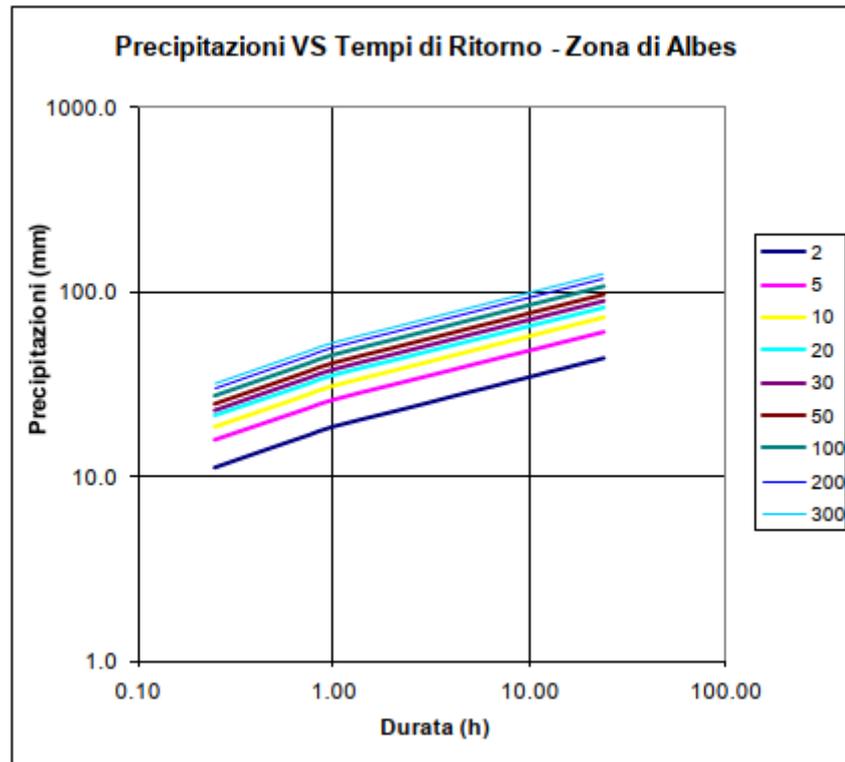
facenti riferimento alle opere in oggetto sono stati ricavati i seguenti dati:

Zona	t <1 ora		t >1 ora	
	a'(mm)	n'	a(mm)	n
Bacini in zona Fortezza	13.8	0.37	13.8	0.39
Bacini in zona Varna - Forch	14.1	0.37	14.1	0.37
Bacini in zona Albes	18.8	0.37	18.8	0.27
Bacini in zona Funes (Viadotto in progetto)	15.7	0.37	15.7	0.38
Bacini in zona Chiusa	15.7	0.37	15.7	0.38
Bacini in zona Ponte Gardena	16.0	0.37	16.0	0.38

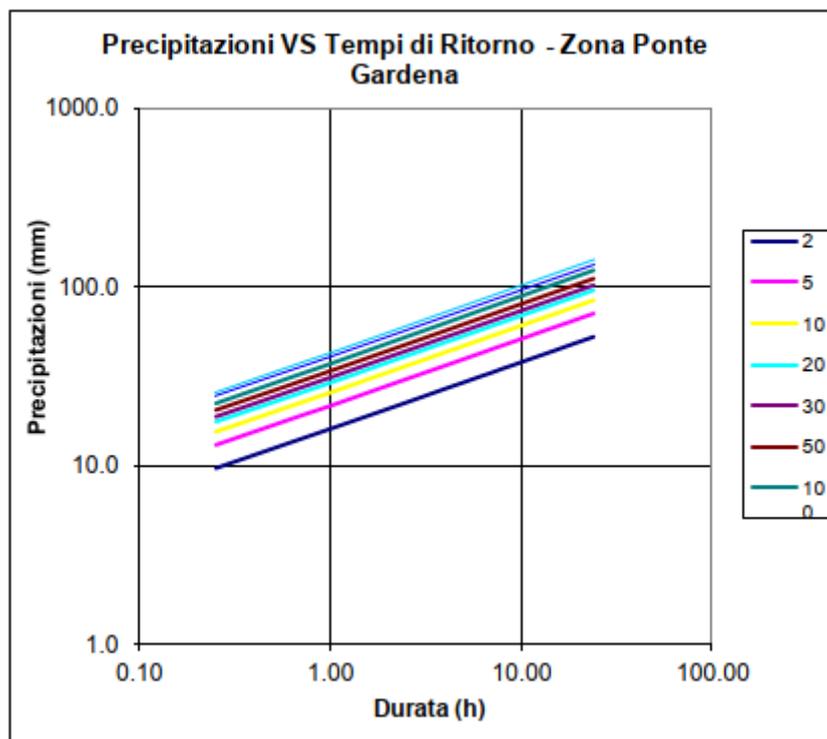
APPALTATORE: <div style="text-align: center;">  </div>	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica, idraulica e di tracciamento	<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>RH</td> <td>NV0620001</td> <td>D</td> <td>14 di 40</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	14 di 40
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	14 di 40								



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 tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 15 di 40



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 tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 16 di 40



6. DRENAGGIO DI PIATTAFORMA NV06

Nel presente paragrafo si fornisce una descrizione delle opere di drenaggio della piattaforma stradale, fornendo gli elementi e i criteri utili per il corretto dimensionamento e verifica delle stesse.

Gli schemi della rete di smaltimento verranno studiati per consentire lo scarico a gravità delle acque di drenaggio verso i recapiti finali costituiti, in accordo con le Linee Guida Provinciali precedentemente citate, da trincee drenanti o bacini di infiltrazione su suolo, nel caso sia necessario prevedere uno scarico a corso d'acqua superficiali, i recapiti sono costituiti prevalentemente dai fossi scolanti, i corsi d'acqua naturali limitrofi al tracciato nelle zone immediatamente a valle delle strade o nel sistema di drenaggio esistente della linea ferroviaria adiacente. Per evitare una concentrazione delle portate sversate il collettamento avviene per brevi tratti e gli scarichi saranno previsti a distanza ravvicinata tra loro stessi. Gli scarichi in corpo idrico superficiale sono, generalmente e cautelativamente, preceduti da un pozzetto di sedimentazione e disoleazione e un altro manufatto (pozzetto di grandi dimensioni) con fondo permeabile atto a favorire una permeazione nel sottosuolo e a minimizzare lo scarico in corpo idrico.

In merito al dimensionamento, sarà 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 25 anni (in alcuni casi e per interventi di magnitudo limitata l'evento di dimensionamento è stato impostato pari a 100 anni); per essa si dovrà verificare che tutti gli elementi idraulici di drenaggio raggiungano un grado di riempimento massimo compatibile con la funzione svolta. In alcuni tratti le viabilità in progetto ripercorreranno le viabilità esistenti

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 tecnica, idraulica e di tracciamento	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	17 di 40

adeguandole alle esigenze attese, in questi casi lo schema di smaltimento rispecchia quanto esistente semplicemente integrando le zone modificate.

I criteri progettuali da rispettare sono i seguenti:

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

6.1 NV06

Si tratta di analisi delle piogge, curva di possibilità climatica, calcolo portate massime afferenti, trincee infiltranti, verifiche idrauliche in moto uniforme, tombini idraulici e scarichi nell'alveo dell'Isarco e del Torrente Funes (suo affluente di sinistra).

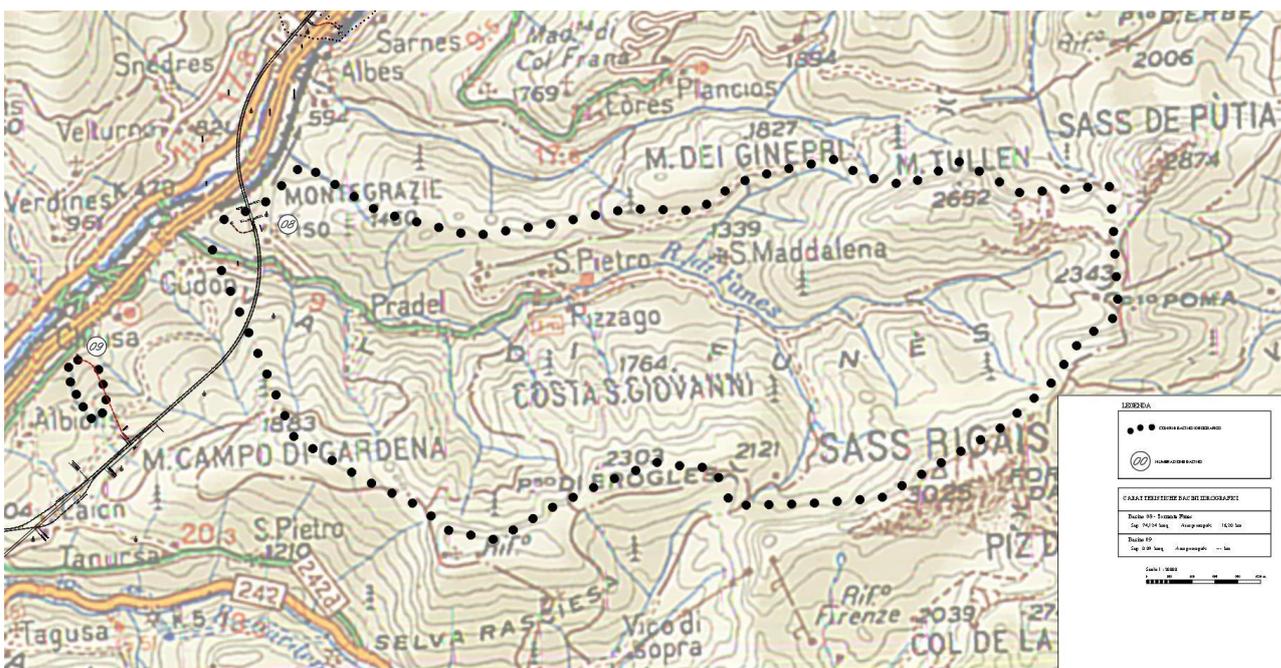


Figura 8 – Bacino Torrente Funes

Le verifiche riguardano 8 opere tipologiche della rete di raccolta e scarico delle acque di piattaforma e del bacino del Torrente Funes:

- Sez. tipo 1 cunetta a monte rettangolare in c.a. 60x60 cm, pendenza min 0.2%, $K_s=60 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$ con franco minimo 10 cm.
- Sez. tipo 2 tubo PEAD strada diam. 315-400-630 cm, pendenza min 0.2-0.5%, $K_s=120 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$ con un riempimento massimo del 50% per tubazioni fino a 400 mm e del 70% per diametri superiori, pozzetti in c.a.v. int. max 20.00 m.
- Sez. tipo 3 tombino nuovo di raccordo per attraversamento in c.a. 200x220 cm, pendenza min 0.2%, $K_s=60 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$ con franco minimo 100 cm.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
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 tecnica, idraulica e di tracciamento	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	18 di 40

- Sez. tipo 4 scarico a servizio del tombino.

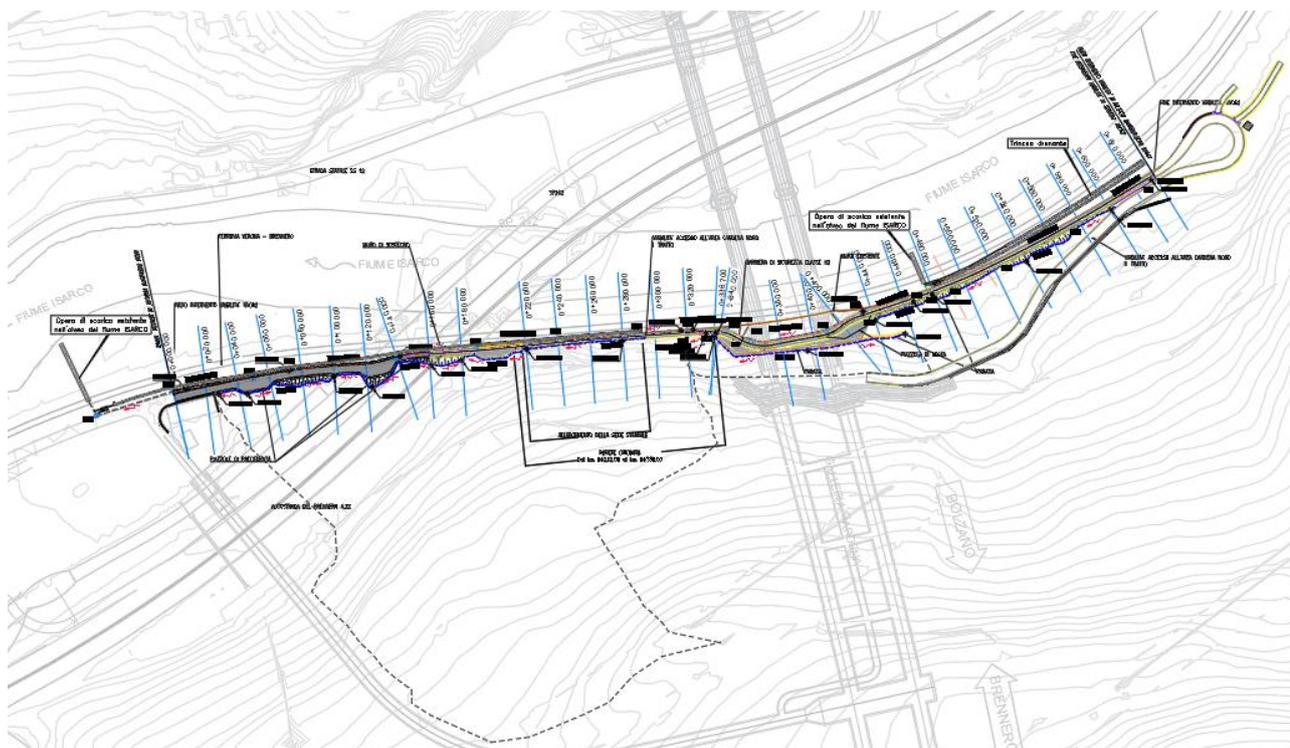


Figura 9 – Planimetria idraulica

6.2 INTRODUZIONE METODOLOGICA

Il dimensionamento idraulico delle opere di captazione e smaltimento delle acque di pioggia è legato alle caratteristiche delle aree scolanti ed alla probabilità che il sistema di regimazione risulti adeguato, individuata dal tempo di ritorno.

Le verifiche idrauliche relative al dimensionamento della rete di drenaggio della piattaforma stradale e dei fossi di guardia sono state condotte considerando cautelativamente la piena centennale: si è fatto riferimento, quindi, a precipitazioni con tempo di ritorno pari a $T_r = 100$ anni, mediante la determinazione delle corrispondenti *curve segnalatrici di possibilità pluviometrica*.

Per le verifiche idrauliche si è proceduto attraverso l'applicazione del *modello cinematico lineare* (comunemente utilizzato per il calcolo di progetto e di verifica delle fognature bianche a servizio di aree scolanti in cui siano trascurabili gli effetti di laminazione). Si adotta un modello di trasformazione afflussi-deflussi del tipo deterministico razionale, in considerazione delle modeste dimensioni delle superficie scolanti.

Il *modello cinematico o della corrivazione* si basa sulle seguenti ipotesi:

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
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 tecnica, idraulica e di tracciamento	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	19 di 40

- 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 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).

Ne consegue che esiste un tempo di concentrazione t_c caratteristico del bacino che rappresenta il tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura; si può dimostrare che la portata massima al colmo nella sezione di chiusura del bacino si ottiene per piogge di durata pari proprio al tempo t_c , nell'ipotesi che la curva aree – tempi sia lineare e che la pioggia sia uniformemente distribuita nel tempo e nello spazio.

La determinazione dell'intensità di pioggia i è subordinata al calcolo del tempo di concentrazione del bacino ed alla ricerca dei dati idrologici relativi all'area in esame.

Per una fognatura urbana il tempo di corrivazione t_c può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete fognaria fino alla sezione di chiusura considerata e risulta dalla somma di due termini:

$$\tau_c = t_a + t_r$$

dove:

t_a = tempo di accesso alla rete;

t_r = tempo di rete.

Il tempo di accesso è sempre di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area, la sua natura, le caratteristiche pluviometriche ed il livello di realizzazione dei drenaggi. Un modello comunemente usato nell'ambito dei drenaggi urbani per la stima del tempo di accesso t_{ai} alla rete relativo all' i -esimo sottobacino drenato, è quello del "condotto equivalente", che utilizza la seguente equazione (AA.VV. – Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione – Centro studi deflussi urbani – Ed. Hoepli):

$$t_{ai} = \left(\frac{3600^{\frac{n-1}{4}} \cdot 120 \cdot S_i^{0.30}}{S_i^{0.375} \cdot (a \cdot \varphi_i)^{0.25}} \right)^{\frac{4}{n+3}}$$

in cui:

t_{ai} = tempo d'accesso dell' i -esimo sottobacino (s);

s_i = pendenza media dell' i -esimo sottobacino (m/m);

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
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 tecnica, idraulica e di tracciamento	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	20 di 40

S_i = superficie dell'i-esimo sottobacino;

j_i = coefficiente d'afflusso dell'i-esimo sottobacino;

a, n = parametri della curva di possibilità pluviometrica ragguagliata, essendo a espresso in (mm/h^n) , mentre n un numero puro.

Per il dimensionamento dei fossi di guardia che sottendono bacini imbriferi caratterizzabili come versanti planari, senza impluvi o fossi di incisione distinguibili morfologicamente, per il calcolo del tempo di corrivazione si adotta l'espressione consigliata dal *Civil Engineering Department dell'Università del Maryland*, particolarmente indicata per il calcolo delle portate che gravano su cunette e fossi di guardia (L. Da Deppo, C. Datei – Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali – Ed. Bios):

$$\tau_c = 26.3 \frac{(L/K_s)^{0.6}}{j^{0.4} \cdot i_m^{0.3}} \quad (\text{secondi})$$

con:

L = lunghezza della cunetta o della superficie scolante (m);

K_s = coefficiente di resistenza di *Gauckler-Strickler* ($\text{m}^{1/3}/\text{s}$), variabile da 70÷75 per pavimentazioni in asfalto a 2÷5 per superfici erbose;

j = intensità di precipitazione (m/ora);

i = pendenza media della superficie scolante (m/m).

In ogni caso, il valore normalmente assunto nella progettazione varia entro l'intervallo 5 ÷ 15 minuti, assumendo i valori più bassi per le aree impermeabili di minore estensione, più attrezzate e di maggiore pendenza ed i valori più alti per i casi opposti, compresi i drenaggi dei versanti tramite fossi di guardia. Ciò permette di tenere in conto il forte effetto d'invaso che si ha nelle superfici stradali che scolano nelle cunette all'inizio della precipitazione:

Il tempo di rete t_r viene calcolato, invece, come somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria, facendo riferimento alle velocità di moto uniforme V_u che assume la portata di piena nelle singole canalizzazioni:

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

nella quale la sommatoria va estesa a tutti i rami che costituiscono il percorso più lungo della rete fognaria. Per il dimensionamento esecutivo delle sezioni terminali dei collettori, si dovrà determinare, per ogni sezione di verifica, l'area totale sottesa S ed il coefficiente d'afflusso medio pesato ϕ , il tempo di accesso t_a ed il tempo di corrivazione t_c come somma di t_a e del tempo di rete t_r di primo tentativo. Noto t_c , si determinerà l'intensità media della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione e quindi la portata al colmo di piena in funzione della quale si proporzionerà lo speco e si calolerà la velocità di moto uniforme corrispondente, procedendo, iterativamente, fino a quando la velocità calcolata non coincida con quella stimata al passo precedente.

6.3 CALCOLO DELLA PIOGGIA DI PROGETTO

Per valutare le portate di deflusso nelle sezioni di verifica, con un assegnato tempo di ritorno, è necessario valutare l'entità del fenomeno piovoso per l'area scolante e per il tempo dato.

In relazione alle aree d'interesse è stata utilizzata la curva di possibilità pluviometrica fornita dalla

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 tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 21 di 40	

U.O. Corpo Stradale e Geotecnica di Italferr S.p.A.

I dati pluviometrici su cui si fondano le calcolazioni idrologiche ed idrauliche che seguiranno, sono dedotti dalle serie storiche dei dati di pioggia massima annua della durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore e delle piogge di notevole intensità e breve durata (<1 ora).

I risultati dell'analisi statistica sono stati utilizzati per ottenere le *curve segnalatrici di possibilità climatica* per diversi tempi di ritorno T_r , ipotizzando una formulazione classica a due parametri del tipo:

$$h(t, T_r) = a t^n$$

dove:

h è l'altezza di pioggia espressa in mm;

t è la durata dell'evento in ore;

a (mm/oraⁿ) ed n sono i parametri caratteristici della curva, dipendenti dal tempo di ritorno.

Nel campo bilogarithmico la curva ha una forma lineare con coefficiente angolare pari ad "n" ed ordinata corrispondente ad un tempo unitario pari ad "a". Nel diagramma seguente si riportano le precipitazioni nel tempo di ritorno e la curva segnalatrice di possibilità pluviometrica più significativa in relazione all'ubicazione dell'intervento, per durate di pioggia ≤ 1 ora e ≥ 1 ora.

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

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 tecnica, idraulica e di tracciamento	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0620001</td> <td>D</td> <td>22 di 40</td> </tr> </table>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	22 di 40								

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

Tabella 4 – Precipitazioni di notevole intensità e breve durata (scrosci < 1 ora) e di massima intensità (durata oraria) - Stazione di Gardena

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

Tabella 5 – Parametri della curva di possibilità climatica per la stazione Gardena al variare del tempo di ritorno e per durate di pioggia < 1 ora e > 1 ora

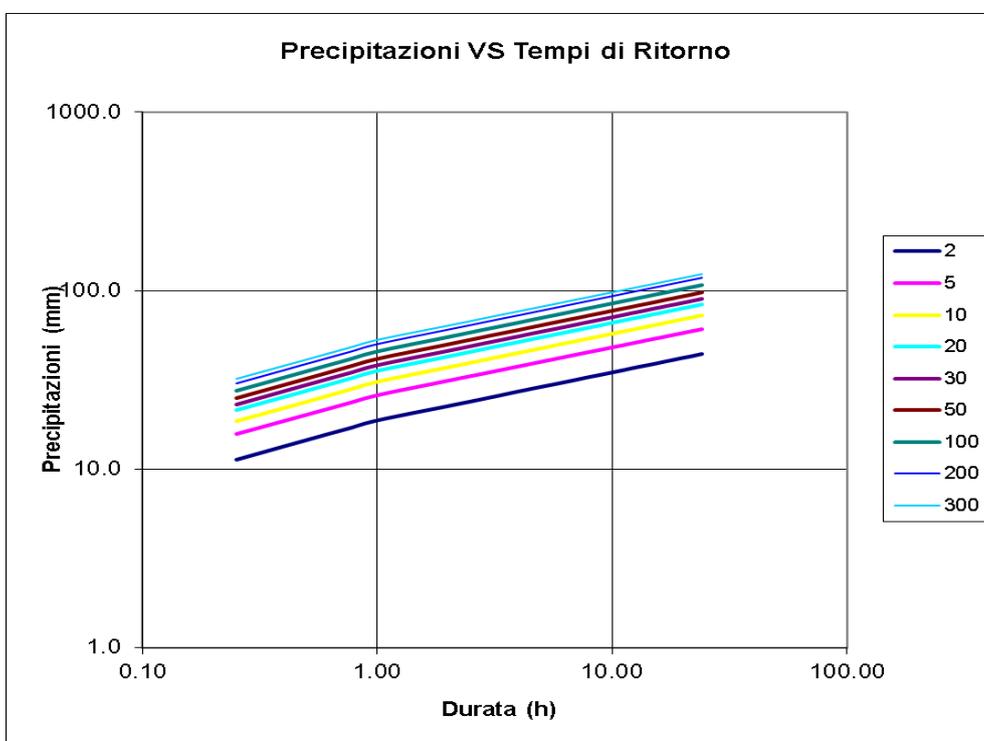


Figura 8 – Curve di possibilità pluviometrica in forma logaritmica della stazione Gardena al variare del tempo di ritorno.

Si adottano per le varie tipologie idrauliche i seguenti parametri ei 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:	<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 tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 23 di 40

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

Tabella 6 – Parametri delle curve di possibilità pluviometrica con $Tr=100$ anni e $tp \leq 1$ ora

7. STIMA PORTATE AL COLMO

La valutazione delle portate di progetto al colmo, caratterizzate dai tempi di ritorno di 30-50-200 anni, è stata effettuata tramite la ben nota Formula Razionale:

$$Q = i[\Theta T r (\Theta A)] \cdot \Phi \cdot A \cdot \varepsilon (\Theta)$$

In cui:

- ✓ i rappresenta l'intensità di precipitazione, i , di assegnata durata d e periodo di ritorno Tr ;
- ✓ Φ il coefficiente di assorbimento;
- ✓ A la superficie del bacino;
- ✓ $\varepsilon(t)$: il coefficiente di laminazione;
- ✓ Θ indica il valore di durata critica,
- ✓ $r(\Theta, A)$, rappresenta il fattore di ragguaglio della precipitazione all'area del bacino, espresso in funzione della durata, Θ , e della superficie del bacino, A .

8. ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica è volta alla definizione dei profili di corrente relativi ai tempi di ritorno per i quali sono state determinate le portate di piena nell'ambito dell'attività di analisi idrologica; tali profili sono necessari alla progettazione dei nuovi attraversamenti previsti. Verranno inoltre dimensionate le varie opere di drenaggio.

8.1 IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Nel presente paragrafo si fornisce una descrizione delle opere di drenaggio della piattaforma stradale, 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 (ove possibile) delle acque di drenaggio verso i recapiti finali costituiti prevalentemente dai fossi scolanti e i corsi d'acqua naturali

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" 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 tecnica, idraulica e di tracciamento	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	24 di 40

limitrofi al tracciato.

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, assumendo 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.

Fanno eccezione i fossi di guardia o cunette esterne dell'asse principale, i quali sono verificati per un Tr pari a 50 anni. Si adottano 200 anni per i tratti finali e gli scarichi.

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.

8.1.1 Stima delle piogge di progetto

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 tubazioni e nelle canalizzazioni dei diversi tronchi del sistema di drenaggio, è stata utilizzata la formula, derivata dal metodo razionale:

$$Q_p = \frac{\phi_c \times b_c + \phi_s \times b_s + \phi_e \times b_e}{3600} \times L \times i_c \quad (l/s)$$

in cui:

- ✓ Q_p = portata massima di pioggia (l/s)
- ✓ $\phi_c = 0.9$ coefficiente di deflusso della piattaforma stradale (adim.);
- ✓ $\phi_s = 0.5$ coefficiente di deflusso delle scarpate (adim.);
- ✓ $\phi_e = 0.4$ coefficiente di deflusso delle aree esterne (adim.);

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
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 tecnica, idraulica e di tracciamento	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	25 di 40

- ✓ bc = larghezza della piattaforma stradale (mq);
- ✓ bs = larghezza della scarpata stradale (mq);
- ✓ be = larghezza della fascia esterna (mq);
- ✓ L = lunghezza tratto (m);
- ✓ Ic = intensità della pioggia critica (mm/h) (Tr=30 anni, Tc=5 minuti e Tr=50 anni, Tc=10 minuti per i fossi di guardia dell'asse principale).

Per il calcolo dell'intensità di pioggia si fa riferimento a quanto già sopra descritto. La forma della curva di possibilità pluviometrica è del tipo:

$$h(\text{mm}) = a t^n$$

e quindi

$$i(\text{mm/h}) = h/t = a t^{n-1}$$

dove:

- ✓ t = è la durata della pioggia critica;
- ✓ a = è coefficiente della curva di possibilità climatica
- ✓ n = è l'esponente della curva di possibilità climatica

Nel seguente prospetto sono riportati, con riferimento ai tempi di ritorno adottati in progetto, le stime delle intensità di pioggia e le relative portate, riferite ai tempi critici stabiliti per la piattaforma.

8.1.2 Opere di drenaggio

Nel presente paragrafo si fornisce una descrizione delle opere di drenaggio della piattaforma stradale, fornendo gli elementi e i criteri utili per il corretto dimensionamento e verifica delle stesse.

Calcolo dell'interasse degli embrici in rilevato

Sulle scarpate dei rilevati delle rampe sono previste canalette di scarico, costituite da embrici, per l'allontanamento dalla sede stradale delle acque meteoriche che si raccolgono nella banchina limitata all'estremità esterna dall'arginello.

Si realizza così un canale di bordo triangolare con una larghezza b, avendo previsto una tale ampiezza massima d'impegno della banchina, e con un tirante d'acqua dipendente dalla pendenza trasversale i della carreggiata.

Per la determinazione dell'interasse tra gli embrici si, utilizza la formula di Gauckler-Strickler, applicata ad un canale di sezione triangolare:

$$Q = K A R^{2/3} i^{1/2}$$

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 tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 26 di 40	

con $K = 70 \text{ m}^{1/3} \text{ sec}^{-1}$ (pari a Manning $n = 0.014$)

Con pendenza trasversale p_t che varia tra 2.5% e 7.0%, si ha:

$A = \text{area bagnata} = p_t B^2/2$

$C = \text{contorno bagnato} = B(1+p_t)$

$R = \text{raggio idraulico} = A/C = B/2 p_t / (1+p_t)$

Calcolo dell'interasse delle caditoie in trincea

Le caditoie sono previste nella carreggiata esterna dei tratti in curva della strada ed hanno le caratteristiche geometriche indicate nelle sezioni tipo. La loro funzione è quella di raccogliere le sole acque provenienti dalla piattaforma stradale.

La portata massima smaltibile in funzione della pendenza longitudinale della strada è stata calcolata con la legge di Gauckler-Strickler, avendo fissato il massimo riempimento $y = 5 \text{ cm}$.

La portata vale:

$$Q_s = K \cdot A_c \cdot R_I^{2/3} \cdot j_c^{1/2}$$

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

$j_c = \text{pendenza longitudinale}$

$A_c = \text{Area Bagnata in mq con}$

$$A_c = \frac{b \cdot y}{2}$$

dove b è la larghezza della caditoia

$R = \text{Raggio idraulico in m, con}$

$$R_I = \frac{A_c}{C} \text{ e}$$

$$C = y \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \frac{1}{j^2}} \right) = \text{Contorno bagnato}$$

La portata affluente è stata calcolata con la formula seguente:

$$Q = \frac{(\Phi_1 \cdot l + \Phi_2 \cdot S) \cdot L \cdot i(25, \tau)}{3600}$$

dove:

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" 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 tecnica, idraulica e di tracciamento	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	27 di 40

L = sviluppo massimo assegnabile in m; Q = portata massima di smaltimento in l/s;

l = larghezza di piattaforma in m;

S = larghezza media, in proiezione orizzontale, della scarpata verticale;

ϕ_1 = coefficiente di deflusso della superficie pavimentata = 0.9;

ϕ_2 = coefficiente di deflusso della scarpata = 0.5.

Quando l'apporto di acqua piovana di un determinato tratto di strada raggiunge la predetta portata massima, la canaletta non sarà più in grado di smaltire le portate affluenti, per cui si dovrà prevedere una caditoia, che consenta di deviare le acque defluenti nel tubo collettore posto al di sotto della caditoia.

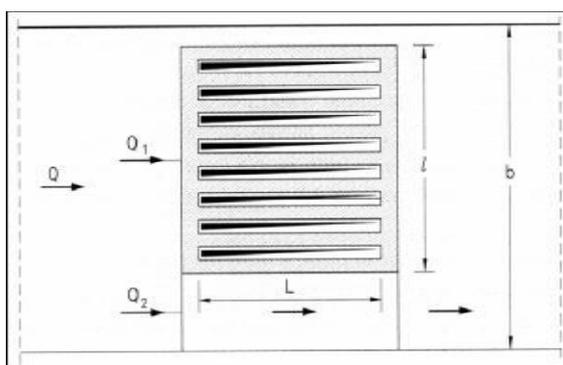
Con questo procedimento si ricava l'interasse tra i pozzetti di raccolta; il calcolo dell'interasse massimo prima dello scarico è stato determinato tratta per tratta.

Verifica della capacità di deflusso delle caditoie

La verifica della capacità di deflusso delle caditoie viene effettuata scegliendo una luce per la grata, inserendo le sue dimensioni geometriche nelle formule di efflusso e calcolando la portata che capta, la sua efficienza e la luce netta. Nel dimensionamento e posizionamento delle caditoie si è verificato che la caditoia potesse smaltire tutta la portata in arrivo, altrimenti si è diminuito l'interasse di progetto ricavato con la metodologia esposta al precedente paragrafo.

La capacità della luce è la portata massima che essa può addurre al sottostante canale di fognatura. L'efficienza della luce è il rapporto tra la portata che essa intercetta e quella totale proveniente da monte d'intercettazione.

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



Q = portata proveniente da monte

Q_1 = portata fluente nella caditoia nella larghezza l

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

v = velocità media della corrente

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
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 tecnica, idraulica e di tracciamento	IB0U	1BEZZ	RH	NV0620001	D	28 di 40

Q1 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

Q1* aliquota di Q1 captata dalla griglia, con rendimento $R_1 = Q_1^*/Q_1$

$$R_1 = \frac{Q_1^*}{Q_1} = 1 - 0,3 \times (v - v_0)$$

Analogamente Q2* ed $R_2 = Q_2^*/Q_2$

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

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

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

L'espressione dell'efficienza della griglia è allora

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

Le verifiche sono state condotte verificando che l'efficienza sia pari al 100% ovvero che la Q2 sia nulla e che quindi la caditoia capti integralmente la portata fluente.

Per il dimensionamento delle grate si è considerata in vece la seguente impostazione teorica.

La capacità di una grata di derivare la portata Q1, dipende dalle sue caratteristiche geometriche, ovvero dalla percentuale delle aperture sul totale e dalla lunghezza L.

Si può ritenere che il fenomeno sia governato dal numero di Froude $F = v/(g y)^{1/2}$ della corrente incidente.

Per verificare la lunghezza L0 necessaria si può utilizzare la teoria dei getti liberi (proposta dalla John Hopkins University, 1956) la quale assegna a L0 l'espressione:

$$L_0 = [2q^2/(g y_0)]^{1/2}$$

Nella quale q è la portata per unità di larghezza e y_0 la relativa altezza all'imbocco della grata. Posto $q = v y_0$ può anche scriversi in modo dimensionale:

$$L_0/y_0 = F_0 (2)^{1/2}$$

Ma anche una frazione della portata esterna alla corrente che affluisce frontalmente alla grata può essere derivata.

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 tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 29 di 40

$$L_1/y_0 = 1,20 F_0 \operatorname{tg} \theta [1 - l/(y_0 \operatorname{tg} \theta)]^{1/2}$$

Se fosse $L < L_1$ la portata Q_2 non derivata sarebbe:

$$Q_2 = 1/4 (L_1 - L) y_0 (g y_0)^{1/2} [1 - l/(y_0 \operatorname{tg} \theta)]^{3/2}$$

9. METODOLOGIA PROGETTUALE DI DIMENSIONAMENTO

La metodologia di dimensionamento idraulico si differenzia se stiamo considerando gli elementi di raccolta o quelli di convogliamento.

9.1 DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento è fatto facendo il confronto tra la portata transitante e quella massima ammissibile dall'elemento in questione. Anche in questo caso la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Quest'ultimo in questo caso è pari alla somma del tempo di afflusso (dato dalla formula vista nel paragrafo precedente) e del tempo di traslazione (t_r) lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo ("asta principale"). Il tempo di traslazione si ottiene quindi dalla formula:

$$t_r = \sum_{i=1}^N \frac{l_i}{v_i}$$

dove:

N = numero dei tronchi della rete a monte della generica sezione, facenti parte dell'asta principale;

l_i = lunghezza del tronco i -esimo;

v_i = velocità nel tronco i -esimo.

Il moto all'interno della rete si descrive adottando uno schema di moto uniforme. In particolare si utilizza la formula di Chézy per ottenere le scale di deflusso:

$$Q = \chi A \sqrt{R j} = k \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{j}$$

dove:

Q portata di dimensionamento della canalizzazione (m^3/s);

$k = 1/n$ coefficiente di scabrezza di Strickler ($m^{1/3}/s$);

A area bagnata (m^2);

C contorno bagnato (m);

j pendenza media della condotta (m/m);

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		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 tecnica, idraulica e di tracciamento	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	30 di 40

$$\mathfrak{R} = \frac{A}{C} \text{ raggio idraulico (m).}$$

Per ottenere la velocità di percorrenza del singolo tratto basta dividere la portata Q per l'area bagnata A .

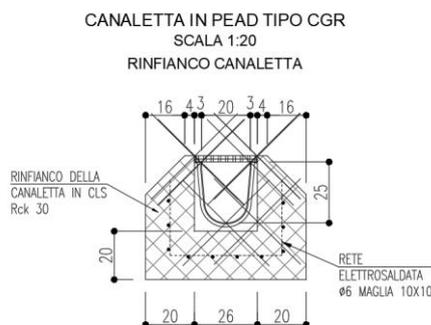
9.2 ELEMENTI DI RACCOLTA

9.2.1 Sistema di drenaggio – Canaletta grigliata continua

La canaletta grigliata viene utilizzata per raccogliere l'acqua di piattaforma in trincea.

Quando la canaletta raggiunge il riempimento massimo ammissibile, l'acqua viene mandata, tramite un pozzetto, ad un collettore in PEAD che viaggia parallelamente alla strada. Lo scarico dalla canaletta grigliata al collettore sottostante avviene tramite un discendente DN160 sempre in PEAD.

Il sistema di raccolta con canaletta grigliata e collettore sottostante è il più costoso dal punto di vista realizzativo, ma garantisce una tenuta idraulica perfetta ed impedisce che le acque di piattaforma si mescolino con quelle di versante. È quindi particolarmente indicato se si vogliono tutelare le aree di maggior pregio.



Dal punto di vista della manutenzione, la griglia impedisce l'ingresso nei collettori dei materiali grossolani. La canaletta è lavabile tramite rimozione della griglia ed utilizzo di una lancia a pressione. La canaletta è prefabbricata e realizzata in PEAD.

La portata massima che può portare il discendente può essere calcolata con la formula del funzionamento sotto battente:

$$Q = C_q A \sqrt{2gh}$$

Essendo $C_q = 0.6$, A l'area del discendente e h il carico sulla sezione contratta.

Considerando h pari a 20 cm si ottiene che il discendente DN160, avente diametro interno pari a 131 mm, è in grado di smaltire una portata pari a 21,0 l/s. Si è quindi posto l'interesse dei discendenti in modo che questo valore non venga superato dalla portata affluente.

L'interesse massimo dei discendenti si è posto pari a 10 m, avendo considerato un tempo di corrivazione minimo di 3 minuti.

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 tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 31 di 40

Per il dimensionamento della canaletta si è posto un riempimento massimo di 20 cm sui 25 totali (80% circa). Con tale riempimento si ha che:

$$A = 0,0396 \text{ m}^2$$

$$C = 0,5744 \text{ m}$$

La portata massima transitante nella canaletta grigliata è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 80 ($n = 0.0125$).

Si è quindi verificato che la portata affluente per una lunghezza di 10 m (interasse discendenti) sia inferiore alla portata massima transitabile nella canaletta grigliata.

Per il dimensionamento del collettore sottostante si è posto un grado di riempimento dell'80%. Con tale riempimento si ha rispettivamente che

$$\text{DN 200 } A = 0,022 \text{ m}^2$$

$$C = 0,375 \text{ m}$$

La portata massima transitante nel collettore è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 80 ($n = 0.0125$) e assumendo una pendenza minima pari a 0.2%, valore valido anche per i tratti in contropendenza.

Si è quindi verificato che la portata affluente al collettore sia inferiore alla portata massima transitabile nel collettore stesso.

I risultati delle verifiche sono riportati negli Allegati A.

9.2.2 Collettori circolari in PEAD

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo, essi scaricano nei collettori sottostanti. Sono utilizzati dei collettori in PEAD (Polietilene ad alta densità) SN 8 kN/m² conformi alla norma UNI 10968 (Pr EN 13476-1).

Per il dimensionamento si è considerato il diametro interno ed un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,0125 per le tubazioni in PEAD.

DN	Spessore	Diametro interno
(mm)	(mm)	(mm)
315	20.87	272
400	26.5	347
500	33.5	433
630	47.5	535
800	61	678
1000	74	852
1200	85	1030

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" 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 tecnica, idraulica e di tracciamento	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	32 di 40

I collettori sono stati verificati considerando un riempimento massimo del 50% per tubazioni fino a 400 mm e del 70% per diametri superiori ed una velocità minima di 0.5 m/s, per evitare da un lato che tali condotti vadano in pressione e dall'altro che si possano formare accumuli di materiale fine sul fondo del tubazione.

Per consentire un'agevole manutenzione e pulizia dei tratti di collettore, si pone pari a 50 m l'interasse massimo tra due pozzetti. In caso di parziale occlusione, la condotta si può svuotare utilizzando una lancia a pressione.

I risultati delle verifiche sono presentati in Allegato C.

9.2.3 Pozzetti di raccordo e ispezione

A collegare le tubazioni e gli scatoletti della rete di raccolta ed a permettere l'ispezione sulle linee sono stati predisposti una serie di pozzetti quadrati prefabbricati aventi 1,00 m, 1,20 m o 1,50 m di lato a seconda dei diametri delle tubazioni in ingresso/uscita, in cemento ad alta resistenza.

Il posizionamento dei pozzetti è stato vincolato dal progetto stradale e dalla necessità di evitare il più possibile l'inserimento di tali opere in corrispondenza degli stalli, in previsione di interventi manutentivi, anche straordinari, che di fatto potrebbero non risultare imminenti qualora un mezzo pesante si trovasse a sostare al di sopra del pozzetto in questione.

9.2.4 Embrici

Le canalette sono previste nella carreggiata esterna dei tratti in curva della strada ed hanno le caratteristiche geometriche indicate nelle sezioni tipo. La loro funzione è quella di raccogliere le sole acque provenienti dalla piattaforma stradale.

La portata massima smaltibile dalla cunetta in funzione della pendenza longitudinale della strada è stata calcolata con la legge di Gauckler-Strickler, avendo fissato il massimo riempimento $y = 5$ cm.

La portata vale:

$$Q_s = K \cdot A_c \cdot R_I^{2/3} \cdot j_c^{1/2}$$

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

j_c = pendenza longitudinale

A_c = Area Bagnata in mq con

$$A_c = \frac{b \cdot y}{2}$$

dove b è la larghezza della cunetta

R = Raggio idraulico in m, con

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:	PROGETTO ESECUTIVO					
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 tecnica, idraulica e di tracciamento	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	33 di 40

$$R_I = \frac{A_c}{C} \text{ e}$$

$$C = y \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \frac{1}{j^2}} \right) = \text{Contorno bagnato}$$

La portata affluente è stata calcolata con la formula seguente:

$$Q = \frac{(\Phi_1 \cdot l + \Phi_2 \cdot S) \cdot L \cdot i(25, \tau)}{3600}$$

dove:

L = sviluppo massimo assegnabile alla cunetta in m; Q = portata massima di smaltimento in l/s;

l = larghezza di piattaforma più cunetta in m;

S = larghezza media, in proiezione orizzontale, della scarpata verticale;

ϕ_1 = coefficiente di deflusso della superficie pavimentata = 0.9;

ϕ_2 = coefficiente di deflusso della scapata = 0.5.

Quando l'apporto di acqua piovana di un determinato tratto di strada raggiunge la predetta portata massima, la canaletta non sarà più in grado di smaltire le portate affluenti, per cui si dovrà prevedere una caditoia, che consenta di deviare le acque defluenti nel tubo collettore posto al di sotto della cunetta.

Con questo procedimento si ricava l'interasse tra i pozzetti di raccolta; il calcolo dell'interasse massimo prima dello scarico è stato determinato tratta per tratta.

ALLEGATO A - TABELLA INTERASSE DISCENDENTI CANALETTA GRIGLIATA DISCONTINUA CON VERIFICA COLLETTORI

Asse	Prog. inizio	Prog. fine	L (m)	Largh. (m)	Area (m ²)	t _a (min)	i (mm/h)	j _i (%)	j _t (%)	j (%)	L _{eff} (m)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)	Verifica	Tipo
dx	634.51	580.00	54.51	6.00	327.07	6.36	69.55	5.73	2.50	6.25	15.00	0.12	21.00	20	Ok	CG

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 tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 34 di 40

	580.00	480.00	100.00	6.00	600.00	6.36	69.55	5.73	2.50	6.25	15.00	0.12	21.00	20	Ok	CG
sx	435.00	320.00	115.00	6.00	690.00	6.28	70.12	5.22	2.50	5.79	13.89	0.12	21.00	20	Ok	CG
	320.00	280.00	40.00	6.00	240.00	6.28	70.12	5.22	2.50	5.79	13.89	0.12	21.00	10	Ok	CGR
	280.00	140.00	140.00	6.00	840.00	5.48	76.43	0.48	2.50	2.55	6.11	0.13	21.00	10	Ok	CGR
	140.00	75.00	65.00	6.00	390.00	5.47	76.54	0.25	2.50	2.51	6.03	0.25	21.00	20	Ok	CG
	75.00	0.00	75.00	6.00	450.00	5.66	74.92	1.80	2.50	3.08	7.39	0.12	21.00	20	Ok	CG
dx	466.81	336.70	130.11	6.00	780.66	5.90	72.93	3.10	2.50	3.98	9.56	0.12	21.00	20	Ok	CG
	336.70	320.00	16.70	6.00	100.20	5.47	76.53	0.27	2.50	2.51	6.03	0.13	21.00	10	Ok	CGR

Asse	Prog. inizio	Prog. fine	L (m)	Largh.(m)	Area (m ²)	t _a (min)	i (mm/h)	j _i (%)	j _t (%)	j (%)	L _{eff} (m)	q (l/s m)	Q (l/s)	DN	j _{collettore} (%)	Q _{coll%} (l/s)	h/DN (%)	Verifica	Tipo
dx	634.51	580.00	54.51	6.00	327.07	6.36	69.55	5.73	2.50	6.25	15.00	0.77	163.291	400	5.73	194.42	40	OK	CG
	580.00	480.00	100.00	6.00	600.00	6.36	69.55	5.73	2.50	6.25	15.00	0.12	174.883	400	5.73	194.42	45	OK	CG
sx	435.00	320.00	115.00	6.00	690.00	6.28	70.12	5.22	2.50	5.79	13.89	0.24	43.230	315	5.22	100.79	32	OK	CG
	320.00	280.00	40.00	6.00	240.00	6.28	70.12	5.22	2.50	5.79	13.89	0.36	57.441	315	5.22	100.79	38	OK	CGR
	280.00	140.00	140.00	6.00	840.00	5.48	76.43	0.48	2.50	2.55	6.11	0.48	125.014	630	0.48	315.41	35	OK	CGR
	140.00	75.00	65.00	6.00	390.00	5.47	76.54	0.25	2.50	2.51	6.03	0.61	164.679	630	0.25	227.63	51	OK	CG
	75.00	0.00	75.00	6.00	450.00	5.66	74.92	1.80	2.50	3.08	7.39	0.61	295.679	700	1.80	789.47	34	OK	CG
dx	466.81	336.70	130.11	6.00	780.66	5.90	72.93	3.10	2.50	3.98	9.56	0.12	15.814	315	3.10	77.70	25	OK	CG
	336.70	320.00	16.70	6.00	100.20	5.47	76.53	0.27	2.50	2.51	6.03	0.25	23.571	315	0.27	30.56	50	OK	CGR

ALLEGATO B - VERIFICA CANALE TESTA OPERE DI SOSTEGNO

	Prog. inizio	Prog. fine	b	h	Tipologia manufatto	L	i	φ	S	u	Q=u*S	h	%	f	V
			m	m		m	%	medio pesante	m ²	l/s*ha	m ³ /s	m	m	m/s	
sx	42.77	24.78	0.6	0.6	CR	18	0.2	0.4	5023.60	3.99	0.102	0.16	26.4	0.44	1.07
	42.77	100	0.6	0.6		59	0.2	0.4	8742.90	3.99	0.177	0.28	46.0	0.32	1.07
	160	100	0.6	0.6		72	0.2	0.4	11136.86	3.99	0.226	0.35	58.5	0.25	1.07
	160	180	0.6	0.6		19	0.2	0.4	9283.40	3.99	0.188	0.29	48.8	0.31	1.07
	293.22	180	0.6	0.6		118	0.2	0.4	13280.92	3.99	0.269	0.42	69.8	0.18	1.07
	455.13	336.70	0.6	0.6		126	0.2	0.4	2664.32	3.60	0.054	0.08	14.0	0.52	1.07
	602	440	0.6	0.6		171	0.2	0.4	3789.00	3.60	0.077	0.12	19.9	0.48	1.07

ALLEGATO C - TABELLA COLLETTORI CIRCOLARI IN PEAD

Inizio	Fine	j (%)	Q (l/s)	Diametro (mm)	Materiale	Area - A (m ²)	Per bagnato - C (m)	K Strickler (m ^{1/3} /s)	Q _% (l/s)	V (m/s)	h/DN (%)
PS17	Isarco	2.7	174.88	400	PEAD	0.13	1.26	80	177.94	2.83	50

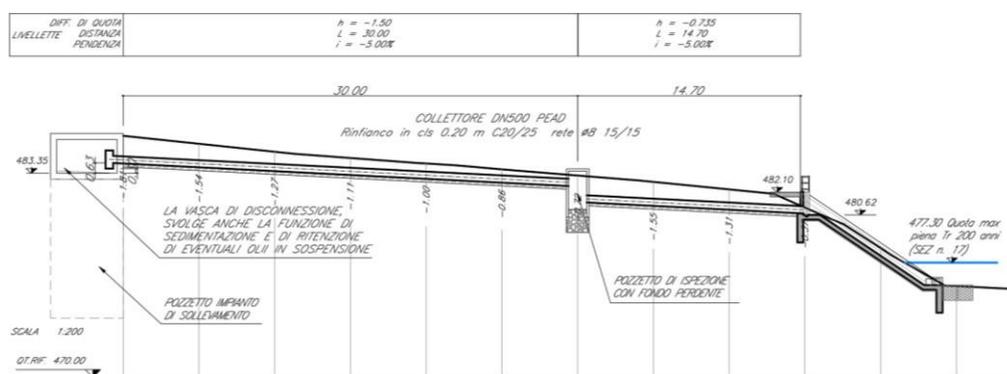
APPALTATORE:			PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario:	Mandanti:						
	SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica, idraulica e di tracciamento	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	35 di 40		

PS26	PS16	0.20	11.00	315	PEAD	0.08	0.99	80	11.18	0.58	32
PS16	PS15	0.25	26.814	315	PEAD	0.08	0.99	80	29.40	0.74	50
PS10	PS09	0.20	23.571	315	PEAD	0.08	0.99	80	26.30	0.67	50
PS25	PS27	0.20	40.00	400	PEAD	0.13	1.26	80	40.34	0.74	45
PS24	PS05	0.20	28.00	400	PEAD	0.13	1.26	80	32.64	0.69	40
PS23	PS03	0.20	5.00	315	PEAD	0.08	0.99	80	7.23	0.46	25

9.2.5 Scarico nell'Isarco

Lo scarico avviene in corrispondenza dell'opera esistente a valle della linea ferroviaria.

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.

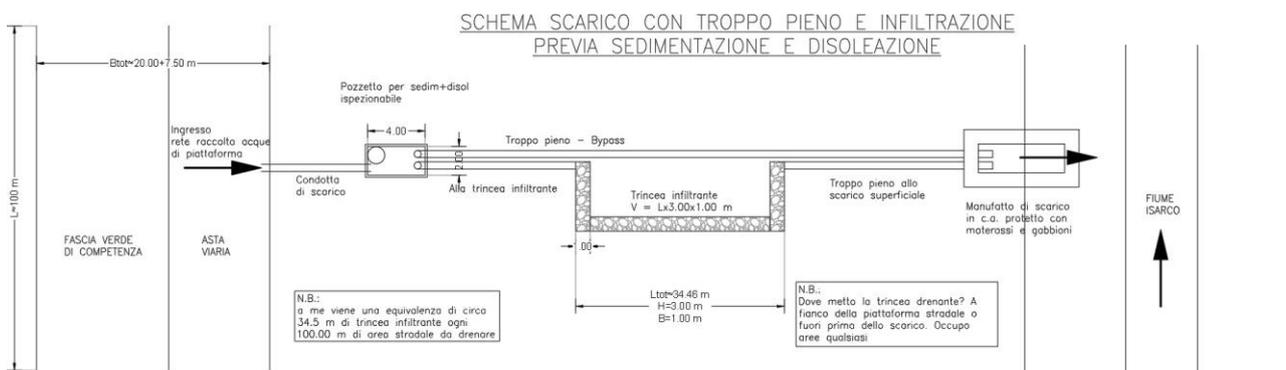


L'opera di scarico è costituita da un manufatto in c.a. a forma triangolare dotato di gargami per i panconi di manutenzione e rivestimento perimetrale in materassi tipo "Reno" (e gabbioni lato valle in alveo) di spessore minimo 30 cm.

Il sistema a monte, svolge anche la funzione di sedimentazione e di ritenzione di eventuali olii in sospensione, attraverso un tubo a gomito, così come concordato con i tecnici della Provincia, a seguito di interlocuzioni sul tema. Il pozzetto è ispezionabile; l'infiltrazione nel terreno avviene tramite la trincea disperdente prevista nei vari tratti. La portata in eccesso che non viene infiltrata sarà scaricata nell'Isarco tramite un'opera di restituzione mista in cls e gabbioni onde preservare l'erosione delle sponde.

Si è realizzato anche un troppo pieno-By pass dal pozzetto di sedimentazione relativo, si riporta uno schema riassuntivo:

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 tecnica, idraulica e di tracciamento	IBOU	1BEZZ	RH	NV0620001	D	36 di 40



Le portate massime scaricate nell'Isarco sono :

Tr	Tipo	Tc	a	n	i_{max}	Q_{max}
[anni]	-	[min]	-	-	[mm/h]	[l/sec]
200	Tombini-Fiumi	8.33	39.6	0.37	174.72	912.20

9.2.6 Trincea infiltrante

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 sopra descritto.

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.

Si analizza un bacino contribuente tipo di lunghezza 100.00 m lungo un ramo viario con larghezza della sede pavimentata 7.50 m e della fascia verde di competenza 20.00 m. In tale condizioni le valutazioni idrauliche portano ad avere una trincea infiltrante di sezione base 1.00 m per 3.00 m e di lunghezza minima pari a 34.50 m.

Lo schema per il calcolo dei sistemi di infiltrazione è il seguente :

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 tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 37 di 40

Il criterio di 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 invasato nel sistema; tale confronto può essere espresso con la seguente equazione di continuità, che rappresenta il bilancio delle portate entranti e uscenti per il mezzo filtrante, in cui per semplicità è stata trascurata l'evaporazione:

$$(Q_p - Q_f) * Dt = DW \quad \text{con:}$$

Q_p portata influente;

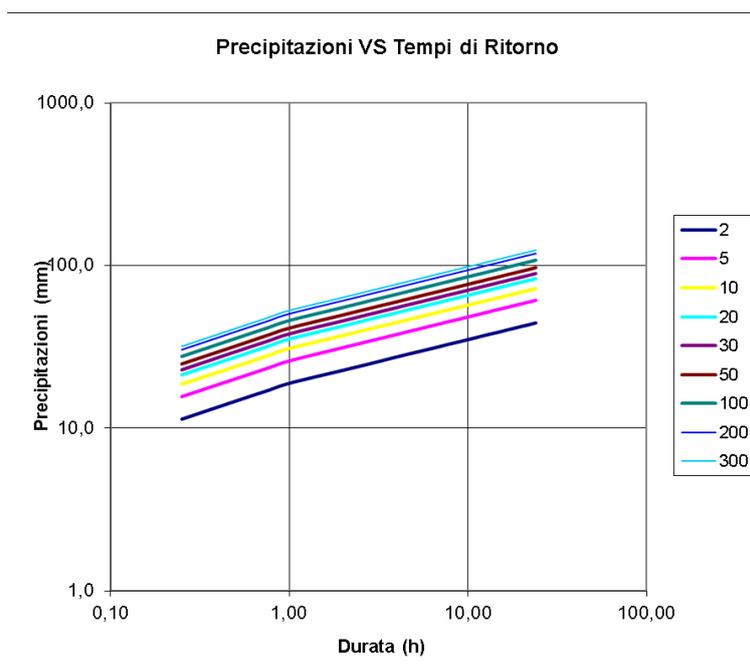
Q_f portata infiltrazione

Dt intervallo di tempo

DW variazione del volume invasato nel mezzo filtrante nell'intervallo Dt .

Per quanto riguarda i metodi di determinazione dell'idrogramma di piena, e quindi della portata Q_p , si fa riferimento in genere a un 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]. Ulteriore parametro da fissare è la durata dell'evento di pioggia, che assume notevole importanza in tutti quei casi in cui entra in gioco la capacità d'invaso del sistema d'infiltrazione. In linea di massima vanno scelte brevi durate (da 10 minuti a 1 ora), e quindi elevate intensità di pioggia, nel caso di suoli molto permeabili, e al contrario lunghe durate (da qualche ora a 1 giorno), e quindi basse intensità di pioggia, nel caso di suoli con permeabilità modesta [Jonason, 1984].

Per valutare le portate si adottano i seguenti dati 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 tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 38 di 40	

PARAMETRI C.P.P.										
a										n
Tempo di Ritorno										rata 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

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	

Si riportano ora le valutazioni svolte per i singoli bacini afferenti gli scarichi :

Tratti	Lstrada	Bstrada	Bverde	Lfogna	Qgall	Ltrincea	Htrincea	Btrincea	φScarico	Note
	[m]	[m]	[m]	[m]	[l/sec]	[m]	[m]	[m]	[mm]	
NV062 fine e NV061 e Piazzale e galleria Gardena Nord	708,00	7,50	20,00	708,00	50,00	243,98	3,00	1,00	700,00	-

Si riporta in conclusione il calcolo svolto (l'evento piovoso più critico è costituito dalla pioggia di durata 15 min e tempo di ritorno 10 anni) per il bacino del piazzale Gardena Nord, in cui si ha in aggiunta la portata dei drenaggi della galleria ferroviaria:

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica, idraulica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0620001	REV. D	FOGLIO. 39 di 40

Bacino tipo L=100.00 m

Trincea drenante :	L	B	psi	Atot	Anet	
	[m]	[m]	[puro]	[mq]	[mq]	
Area impermeabile =	100,00	7,50	0,95	750,00	712,50	
Area scarpata limitrofa =	100,00	20,00	0,50	2 000,00	1 000,00	
Atot =				2 750,00	1 712,50	[mq]
				0,275	0,171	[ha]
Pioggia :						
Acontrib. =	1 712,50	mq				T=2-10 anni
$h_{Tr=10\text{ anni}, 15\text{ min}, B403} =$	18,60	mm	(Da foglio xls B403)			t_p : 10 min-1ora suoli molto permeabili e A_p piccoli
t =	15,00	min				t_p : qualche ora-1giorno suoli con permeabilità modesta
i =	0,00002	m/sec				
		74,40	mm/h			
Qp_max =		0,04	mc/sec			
Terreno:						
kperm =	0,00001	m/sec				
Fsmin =	1,20	puro				
Trincea :						
B =	1,00	m				
Htot =	3,50	m				
Heffic =	3,00	m				
n_porosità dreno =	0,35	% vuoti				
Dtubo =	0,15	m				
ntubo =	1,00	puro				
L trincea di prova min. =	28,6	m	(L trincea di prova per avere "Prova 1=0" !!!)			
Vol tot trincea=	85,8	mc				
Vol eff vuoti trincea=	30,03	mc				
Atrin filtrante=	200,2	mq				
j =	1,00	m/m	-1 se il tirante idrico sulla superficie filtrante è molto minore dell'altezza dello strato filtrante e la superficie piezometrica della falda è convenientemente al di sotto del fondo disperdente			
Qfiltr =	0,002002	mc/sec				
		2,002	l/sec			
Prova 1 =	0,0207	~0,00	(Deve essere il più possibile vicino a zero!!!)			
Lprogetto =	34,463		(Ltrincea infiltrante da adottare)			
VerFS =	1,21	>=	1,20	VER.		

N.B.: Lo svuot., dopo la fine di un evento piovoso deve essere inferiore a quello medio tra due eventi piovosi. Solitamente tempo di svuot. < a 4 giorni

La trincea infiltrante risulta verificata.