

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

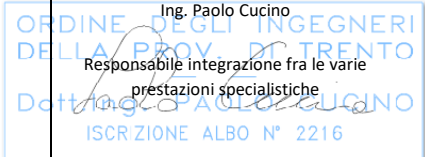


MANDANTI:



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"

11 - OPERE CIVILI

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

VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO

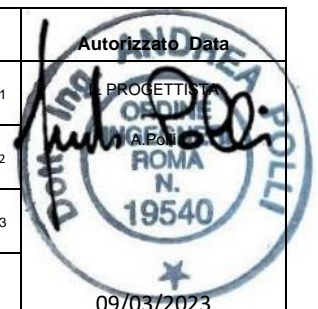
Relazione idrologica e idraulica di piattaforma

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO 		-

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

IBOU 1B E ZZ CL NV0610 005 C

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data
A	Emissione	M. Galanti	03/12/2021	A. Valente	06/12/2021	D. Buttafoco Dolomiti	07/12/2021
B	Emissione a seguito Indicazioni committenza	M. C. Pulici	18/07/2022	A. Valente	19/07/2022	D. Buttafoco (Dolomiti)	20/07/2022
C	Emissione a seguito Di istruttorie e interlocuzioni	B. Fiorentino	25/02/2023	P. Fontana	26/02/2023	D. Buttafoco (Dolomiti)	27/02/2023



APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0610005	REV. C	FOGLIO. 1 di 31	

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO PD.....</b>	<b>4</b>
<b>4. IDROLOGIA.....</b>	<b>5</b>
<b>5. DRENAGGIO DI PIATTAFORMA NV06.....</b>	<b>8</b>
5.1 NV06.....	9
5.2 PIOGGE .....	11
5.3 TEMPI DI CORRIVAZIONE .....	13
<b>6. STIMA PORTATE AL COLMO .....</b>	<b>15</b>
<b>7. ANALISI DRAULICA.....</b>	<b>15</b>
7.1 IDRAULICA DI PIATTAFORMA.....	15
7.1.1 Stima delle piogge di progetto .....	16
7.1.2 Opere di drenaggio.....	17
<b>8. METODOLOGIA PROGETTUALE DI DIMENSIONAMENTO .....</b>	<b>21</b>
8.1 DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI RACCOLTA .....	21
8.2 DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO .....	22
8.3 ELEMENTI DI RACCOLTA.....	23
8.3.1 Collettori circolari in PEAD .....	23
8.3.2 Pozzetti di raccordo e ispezione.....	24
8.3.3 Trincea infiltrante.....	25
ALLEGATO A - TABELLA INTERASSE DISCENDENTI CANALETTA GRIGLIATA DISCONTINUA CON VERIFICA CANALETTA E COLLETTORI .....	1
ALLEGATO B - VERIFICA CANALE TESTA OPERE DI SOSTEGNO.....	2
ALLEGATO C - TABELLA COLLETTORI CIRCOLARI DI ATTRAVERSAMENTO IN PEAD .....	2

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma		IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	2 di 31

## 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.

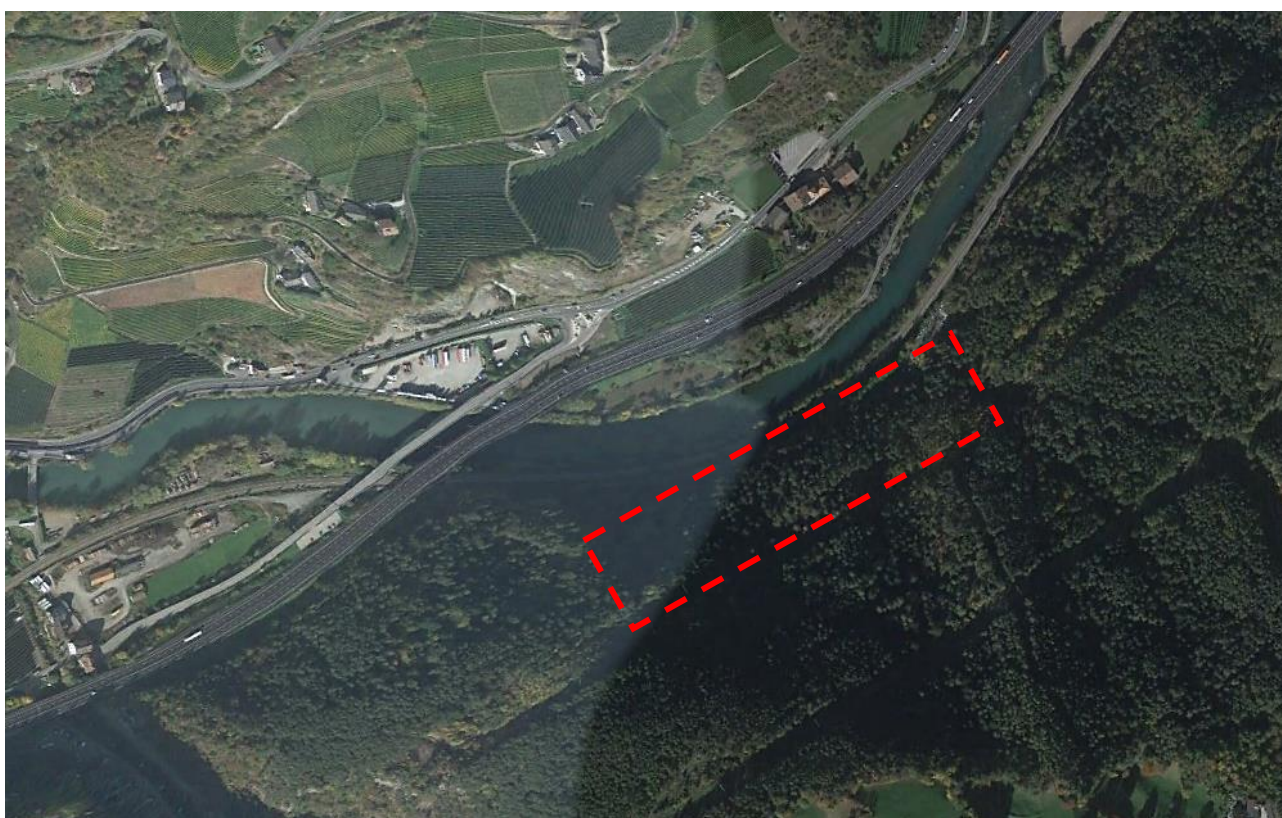


Figura 1 – Vista aerea della zona dell'intervento

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).

APPALTATORE: 	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI          REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA          LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA          TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>																	
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IB0U</td> <td style="text-align: center;">1BEZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">NV0610005</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">3 di 31</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	3 di 31
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	3 di 31													
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO Relazione idraulica di piattaforma																		

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 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. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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"

APPALTATORE: 	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI          REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA          LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA          TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>																	
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IB0U</td> <td style="text-align: center;">1BEZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">NV0610005</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">4 di 31</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	4 di 31
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	4 di 31													
<b>B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI          ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II°          TRATTO</b> Relazione idraulica di piattaforma																		

- 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".
- 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".

### **3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO PD**

- IBL11BD26CLNV0610004B – Relazione idrologica-idraulica
- IBL11BD26P7NV0610004B – Planimetria Idraulica
- IBL11BD26BZNV0610001A – Particolari idraulici

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0610005	REV. C	FOGLIO. 5 di 31

#### 4. IDROLOGIA

Le curve di possibilità pluviometrica della forma:

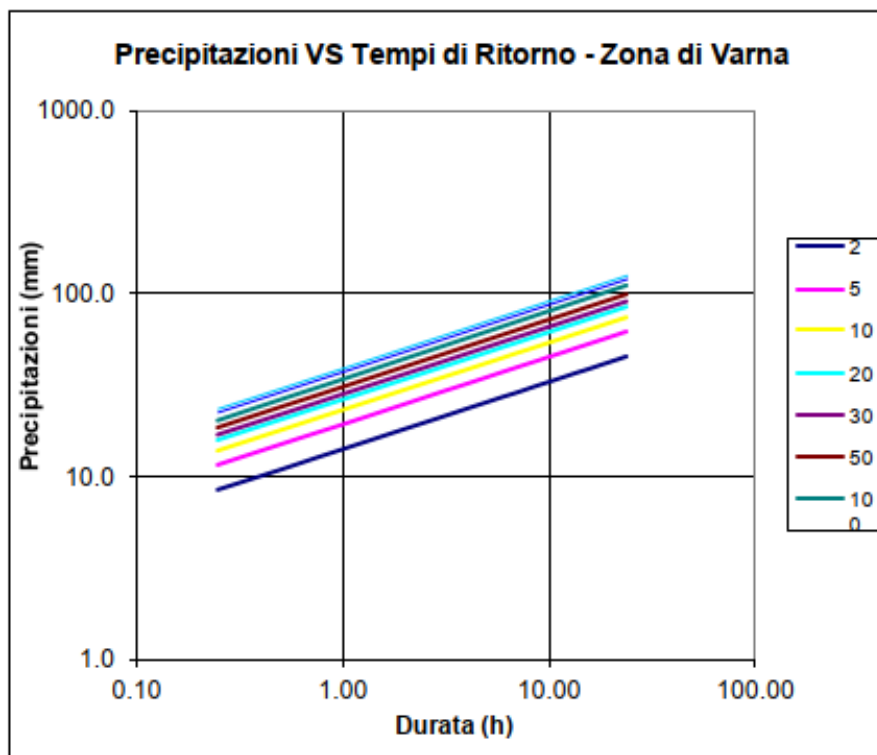
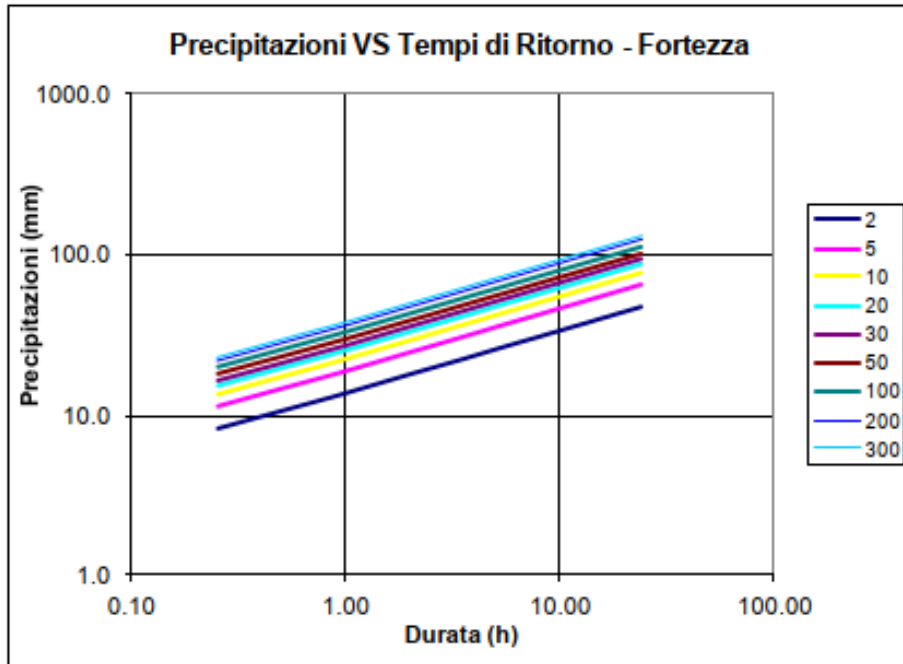
$$h_{t,T} = \mu_t * K_T = a * t^n * K_T$$

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: 	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
<b>B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO</b> Relazione idraulica di piattaforma	<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>IB0U</td> <td>1BEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV0610005</td> <td>C</td> <td>6 di 31</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	6 di 31
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	6 di 31								



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.

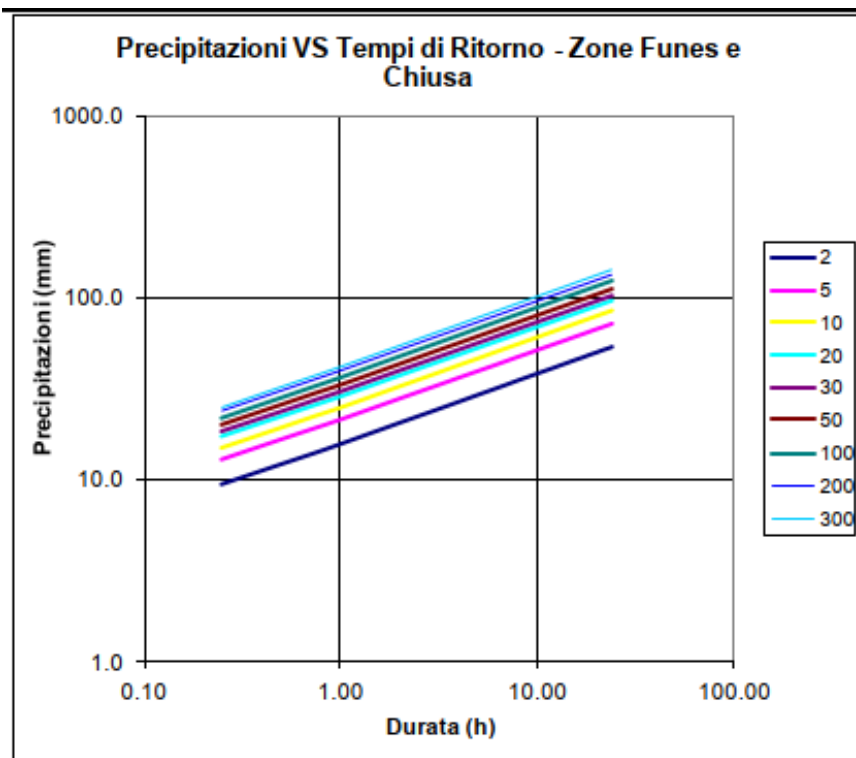
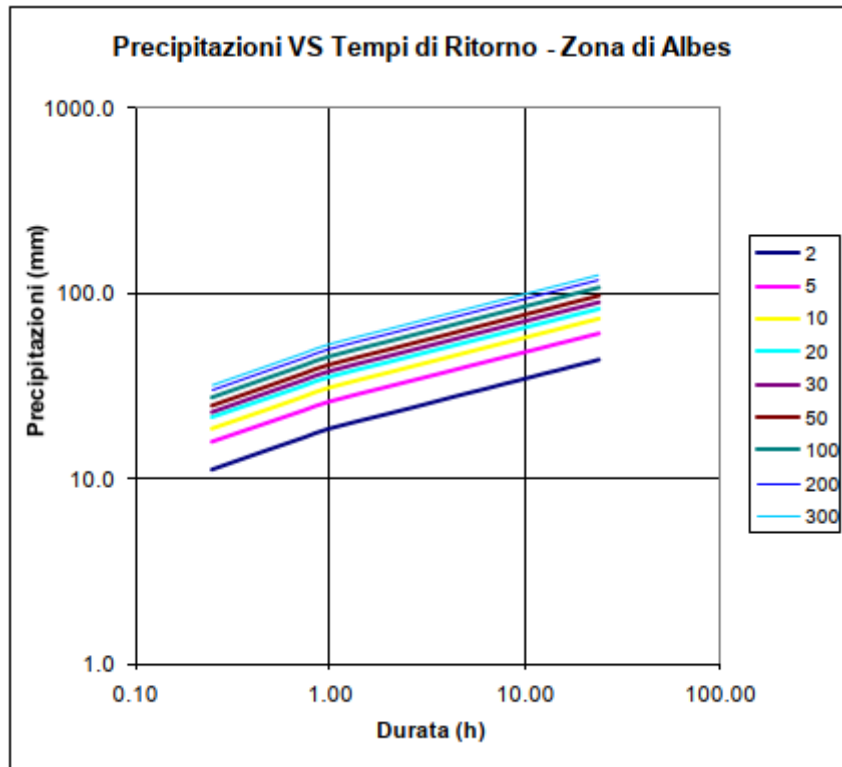
Mandanti:

PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST  
M Ingegneria

PROGETTO ESECUTIVO

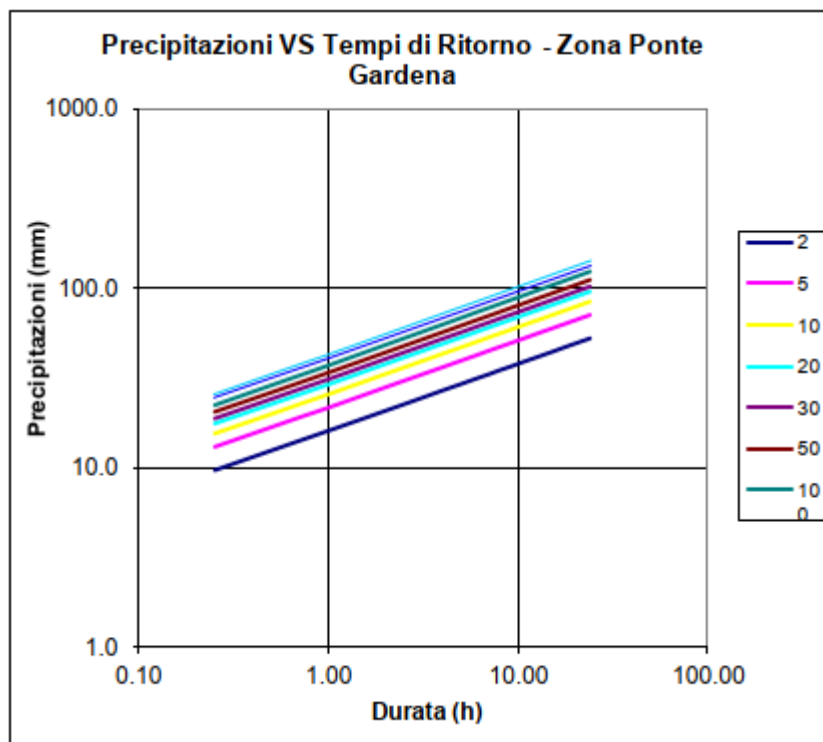
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI  
ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II°  
TRATTO  
Relazione idraulica di piattaforma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	7 di 31





APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandanti:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	8 di 31
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO Relazione idraulica di piattaforma							



## 5. 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

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO	Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
		IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	9 di 31

verificare che tutti gli elementi idraulici di drenaggio raggiungano un grado di riempimento massimo compatibile con la funzione svolta. In alcuni tratto le viabilità in progetto ripercorreranno le viabilità esistenti 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.***

## 5.1 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).

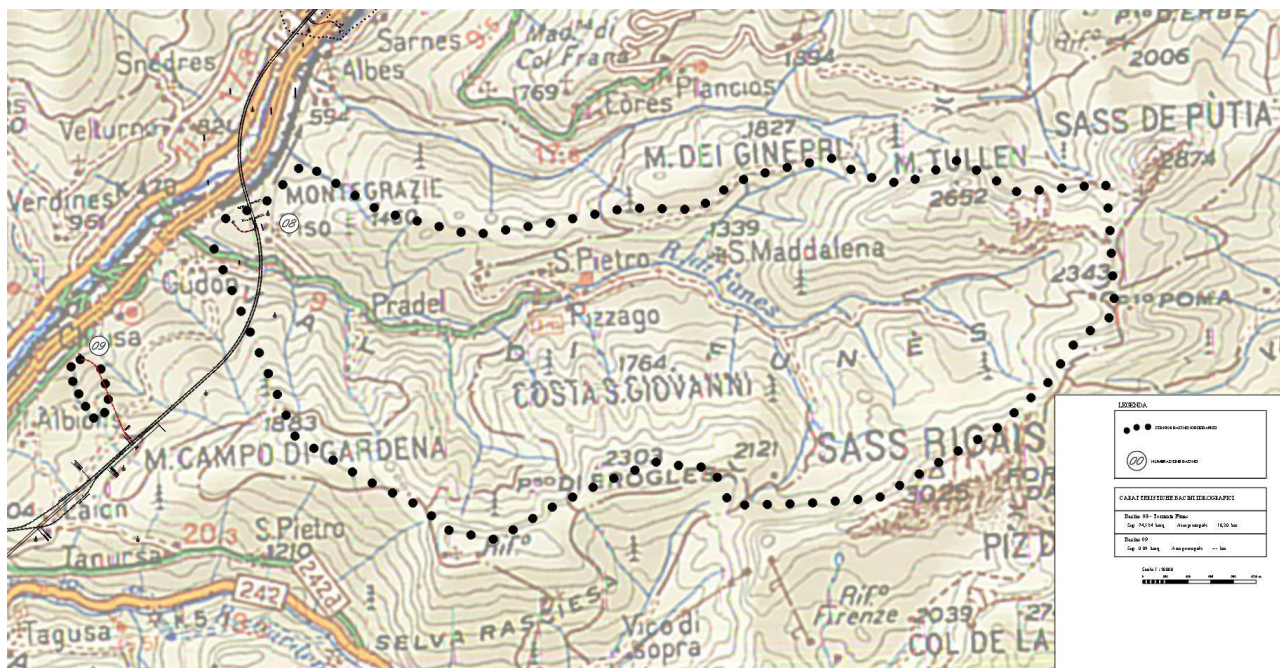



Figura 2 – Bacino Torrente Funes

Le verifiche riguardano 6 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. 70x80 cm, pendenza min 0.2%,  $K_s=60 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$  con franco minimo 10 cm.

APPALTATORE: 	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1BEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV0610005</td> <td>C</td> <td>10 di 31</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	10 di 31
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	10 di 31													
<b>B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO</b> Relazione idraulica di piattaforma																		

- Sez. tipo 2 tubo PVC-PEAD strada diam. 350-400-500 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.
- Sez. tipo 4 scarico a servizio del tombino.

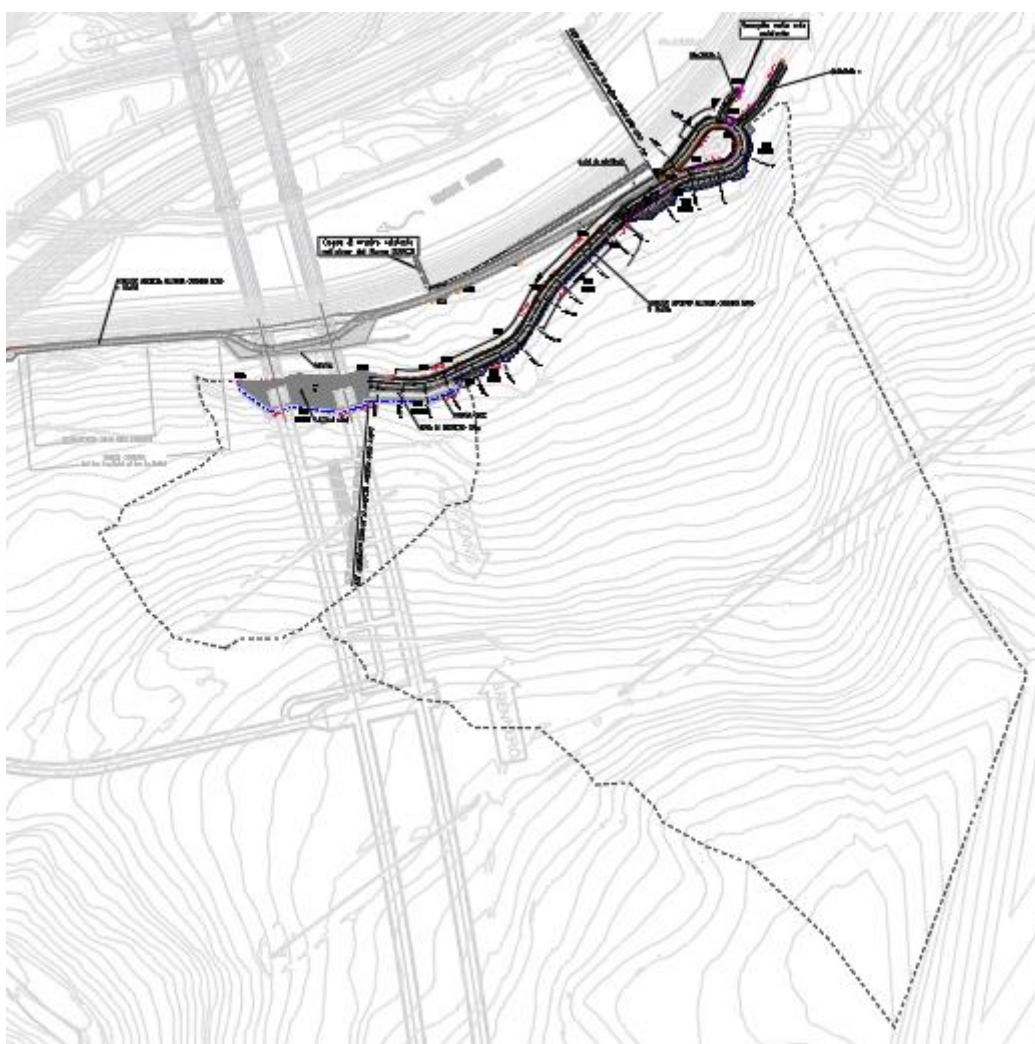


Figura 3 – Planimetria idraulica di progetto

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma		IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	11 di 31

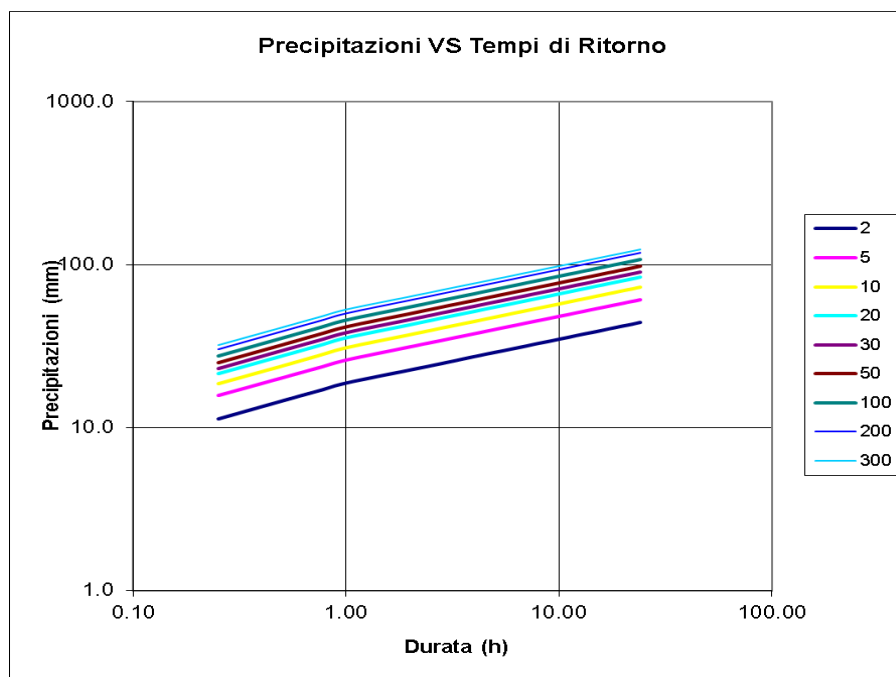
## 5.2 PIOGGE

Sulla base del materiale esistente relativo al progetto generale, si riportano i parametri della curva di possibilità climatica adottata (a favore di sicurezza) per differenti tempi di ritorno:

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

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

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	12 di 31
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO Relazione idraulica di piattaforma							



Si adottano per le varie tipologie idrauliche i seguenti parametri ei 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

La formulazione adottata è la seguente :

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

è riportata la nota formula (vedasi letteratura tecnica) della curva di possibilità pluviometrica 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:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma		IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	13 di 31

### 5.3 TEMPI DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione è stato valutato sulla base dei parametri fisiografici e geomorfologici dei corsi d'acqua interferiti e dei relativi bacini, in funzione dell'estensione del bacini ed è stato valutato attraverso una serie di formulazioni quali:

SCS:

$$t_c = \frac{100 L^{0.8} \left( \frac{1.000}{CN} - 9 \right)^{0.7}}{1.900 i_v^{0.5}}$$

In cui:

- ✓ L(ft) è la lunghezza dell' asta principale;
- ✓ Iv(%)= pendenza media dei versanti;
- ✓ CN(adim.) = Curve number

Ventura:

$$\tau_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{i}}$$

In cui:

- ✓ S è la superficie del bacino idrografico;
- ✓ i rappresenta la pendenza media dell'asta principale ottenuta dal rapporto tra la differenza delle quote massima e minima del bacino e la lunghezza dell'asta.

Kirpich:

$$t_c = 0.945 (L^3 / DH)^{0.385}$$

In cui:

- ✓ L (km), è la lunghezza dell'asta fluviale;
- ✓ DH (m), è il dislivello altimetrico tra gli estremi dell'asta.

Pasini:

$$t_c = \frac{0.108 (A^* L)^{1/3}}{I^{1/2}}$$

In cui:

- ✓ A(km2), l'area del bacino;



APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0610005	REV. C	FOGLIO. 14 di 31

- ✓  $L(km)$ , la lunghezza dell'asta fluviale;
- ✓  $I(m/m)$ , è la pendenza media del reticolo idrografico.

Giandotti:

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{H_m - H_0}}$$

In cui:

- ✓  $S (km^2)$  è l' area del bacino idrografico;
- ✓  $L(km)$  è la lunghezza dell' asta principale;
- ✓  $H (m \text{ sm})_{media}$  è l' altezza media del bacino;
- ✓  $H_0 (m \text{ sm})$  è l' altezza della sezione di chiusura.

In particolare si sono adottati per il dimensionamento idraulico i seguenti tempi di ritorno:

$$L_{max} = 370 + 50 = 420 \text{ m}$$

$$V_{corr} = 1 \text{ m/sec}$$

ATTRAVERSAMENTO rif.	Area Bacino	Lunghezza Asta	DENOMINAZIONE CORSO D'ACQUA	Area Bacino	L asta pr	i media asta	i media bacino	Ho sez chiusura	Hmax bacino	Hmedia bacino	h max asta
PROGR KM	(mq)	(m)		kmq	km	m/m	%	m.s.l.m.	m.s.l.m.	m.s.l.m.	m.s.l.m.
Canaletta SU	7064.0	420.0	Stigea 01	0.01	0.4	0.048	4.8	0.0	20.0	10.0	20.0

Pasini	Kirpich	Giandotti
h	h	h
0.1	0.1	0.4

Tr	Tipo	Tc
[anni]	-	[min]
30	Piattaforma e cunetta	5
50	Fossi-Cunetta esterni	10
200	Tombini-Fiumi	8.33 per $V_C=1 \text{ m/sec}$

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma		IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	15 di 31

A favore di sicurezza si adotta un tempo di corrivazione per  $T_r = 200$  anni calcolato con la velocità di 1 m/sec pari a circa 8.33 min (al di sotto della media rispetto ad esempio alla formulazione di Giandotti pari a 24 min e di Pasini 6 min), questo per tenere in giusta considerazione le precipitazioni impulsive su bacini molto piccoli e montani come quelli in oggetto.

## 6. 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  $T_r$ ;
- ✓  $\Phi$  il coefficiente di assorbimento;
- ✓  $A$  la superficie del bacino;
- ✓  $\varepsilon(t)$ : il coefficiente di laminazione;
- ✓  $\Theta$  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,  $\Theta$ , e della superficie del bacino,  $A$ .

## 7. 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.

### 7.1 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 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

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO	Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0610005	REV. C	FOGLIO. 16 di 31

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.

### 7.1.1 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.);
- ✓  $b_c$  = larghezza della piattaforma stradale (mq);
- ✓  $b_s$  = larghezza della scarpata stradale (mq);
- ✓  $b_e$  = larghezza della fascia esterna (mq);
- ✓  $L$  = lunghezza tratto (m);

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandanti:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	17 di 31
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO Relazione idraulica di piattaforma							

- ✓  $i_c$  = intensità della pioggia critica (mm/h) ( $T_r=30$  anni,  $T_c=5$  minuti e  $T_r=50$  anni,  $T_c=10$  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.

### 7.1.2 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:

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

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:

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

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma		IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	18 di 31

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

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

Calcolo dell'interasse delle caditoie in trincea

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 caditoia 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

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

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

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

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:

$L = \text{sviluppo massimo assegnabile alla caditoia in m; } Q = \text{portata massima di smaltimento in l/s;}$

$l = \text{larghezza di piattaforma in m;}$

$S = \text{larghezza media, in proiezione orizzontale, della scarpata verticale;}$

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma		IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	19 di 31

$\phi_1$  = coefficiente di deflusso della superficie pavimentata = 0.9;

$\phi_2$  = 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 caditoia.

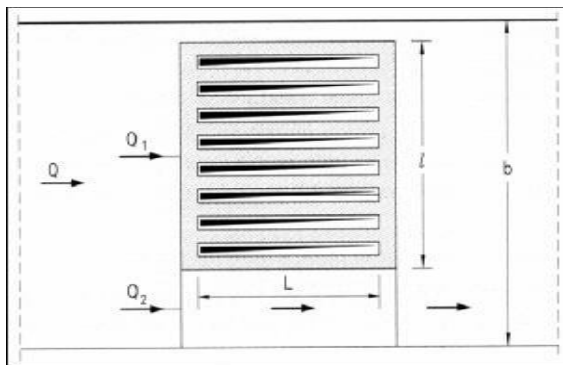
Con questo procedimento si ricava l'interasse tra i pozzetti di raccolta; il calcolo dell'interasse massimo prima dello scarico è stato determinato tratta per tratta.

#### 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

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

$v_0 = 1,86 \times L^{0,79}$  per griglie con barre perpendicolari alla direzione della corrente  $v_0 = 2,54 \times L^{0,51}$



APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandanti:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	20 di 31
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO Relazione idraulica di piattaforma							

per griglie con barre parallele alla direzione della corrente

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

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

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

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

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  $Q_2$  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  $Q_1$ , 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  $L_0$  necessaria si può utilizzare la teoria dei getti liberi (proposta dalla John Hopkins University, 1956) la quale assegna a  $L_0$  l'espressione:

$$L_0= [2q^2/(gy_0)]^{1/2}$$

Nella quale  $q$  è la portata per unità di larghezza e  $y_0$  la relativa altezza all'imbocco della grata. Posto  $q=vy_0$  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.

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

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

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma		IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	21 di 31

$$Q_2 = 1/4 (L_1 - L) y_0 (gy_0)^{1/2} [1 - (y_0 \tan \theta)]^{3/2}$$

## 8. METODOLOGIA PROGETTUALE DI DIMENSIONAMENTO

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

### 8.1 DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI RACCOLTA

La raccolta dell'acqua di piattaforma può essere effettuata con elementi continui, longitudinali alla carreggiata, o discontinui ad interassi dimensionati per soddisfare in modo corretto la loro funzione che è quella di limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità, per garantire la dovuta sicurezza del sistema infrastruttura.

Il principale elemento di raccolta marginale è la canaletta con griglia.

Il dimensionamento avviene in maniera diversa se si stanno considerando gli elementi di raccolta continui (longitudinali alla carreggiata) o quelli discontinui (elementi puntuali).

Nel primo caso si dimensionano gli interassi dei pozzetti di scarico calcolando la portata massima smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana (superficie stradale scolante) per unità di lunghezza.

Quest'ultima è data dalla formula:

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

con  $b$  larghezza della falda,  $\varphi$  coefficiente di deflusso ed  $i$  intensità di pioggia.

Il coefficiente di deflusso è stato posto pari ad 1 per le superfici pavimentate, 0.6 per le trincee ed i rilevati e 0.3 per le zone inerbite.

In base alla teoria dell'onda cinematica si ha che la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Trascurando il tempo di percorrenza dell'elemento da dimensionar

si ha che il tempo di corrivazione è pari al tempo di afflusso da una falda piana che è dato dalla seguente formula:

$$t_a = t_c = 3.26 (1.1 - \varphi) \frac{L^{0.5}}{j^{1/3}}$$

dove:

$j = \sqrt{j_l^2 + j_t^2}$  pendenza della strada lungo la linea di corrente ( $j_l$  pendenza longitudinale;  $j_t$  pendenza trasversale);

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma		IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	22 di 31

$L_{eff} = b \left[ 1 + \left( \frac{j_l}{j_t} \right)^2 \right]^{1/2}$  lunghezza del percorso dell'acqua prima di raggiungere le canalizzazioni a lato della carreggiata.

Si è comunque imposto un tempo di corrivazione minimo pari a 3 minuti poiché per tempi molto brevi la curva dell'intensità di pioggia a due parametri tende all'infinito, fornendo quindi dati non realistici.

Il rapporto tra la massima portata convogliabile nell'elemento e la massima portata defluente per unità di larghezza definisce l'interasse massimo tra i pozzetti di scarico.

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

In linea generale si ammetterà un allagamento massimo della carreggiata pari a 3 m (larghezza della corsia di emergenza); nei tratti in cui è presente solo la banchina (tratti senza emergenza, corsie di accelerazione e decelerazione) l'allagamento massimo accettato viene posto pari a 0.70-1.00 m.

Nel determinare l'interasse massimo degli elementi puntuali si deve tenere conto anche della loro efficienza che è data dal rapporto tra l'acqua che riescono a raccogliere e quella proveniente da monte.

L'interasse massimo non deve essere superiore ai 20 m per le caditoie grigliate discontinue; il passo minimo è pari a 10 m per tutti gli elementi di raccolta.

## 8.2 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:

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma		IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	23 di 31

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

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);

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

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

## 8.3 ELEMENTI DI RACCOLTA

### 8.3.1 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/m<sup>2</sup> conformi alla norma UNI 10968 (Pr EN 13476-1).

Per il dimensionamento si è considerato il diametro interno ed un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a  $80 m^{1/3}/s$ .

MATERIALE	DN	spessore	Di
	mm	mm	mm
PEAD SN8	250	11.9	226.2
PEAD SN8	315	15	285
PEAD SN8	500	23.9	452.2

Nel dimensionamento dei collettori longitudinali si è utilizzata una pendenza minima dello 0,5% per i tratti stradali con pendenza longitudinale della strada pari a 0 o in contropendenza rispetto alla tubazione di raccolta acque, mentre per tutti gli altri tratti il collettore è stato dimensionato con pendenza pari alla pendenza longitudinale della strada. Per i collettori di attraversamento, è stata posta una pendenza pari alla pendenza trasversale della strada.

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 della tubazione.

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0610005	REV. C	FOGLIO. 24 di 31

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 A per i condotti longitudinali ed in Allegato C per i condotti di attraversamento trasversali.

### 8.3.2 Pozzetti di raccordo e ispezione

A collegare le tubazioni e gli scatolari 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 di lato a seconda dei diametri delle tubazioni in ingresso/uscita, in cemento ad alta resistenza (vedi tabella sotto riportata).

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.

num. Pozzetto	DIM. INTERNE (m)
PS01	1.00x1.00
PS02	1.00x1.00
PS03	1.20x1.20
PS04	1.20x1.20
PS05	1.00x1.00
PS06	1.20x1.20
PS07	1.20x1.20
PS08	1.20x1.20
PS09	1.00x1.00
PS10	1.20x1.20
PS11	1.00x1.00
PS12	1.00x1.00
PS13	1.00x1.00
PS14	1.00x1.00
PS14b	1.00x1.00
PS15	1.20x1.20
PS16	1.20x1.20
PS17	1.00x1.00
PS18	1.20x1.20
PS19	1.20x1.20
PS20	1.20x1.20
PS21	1.20x1.20
PS22	1.00x1.00

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
<b>B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma		IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	25 di 31

### 8.3.3 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 :

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

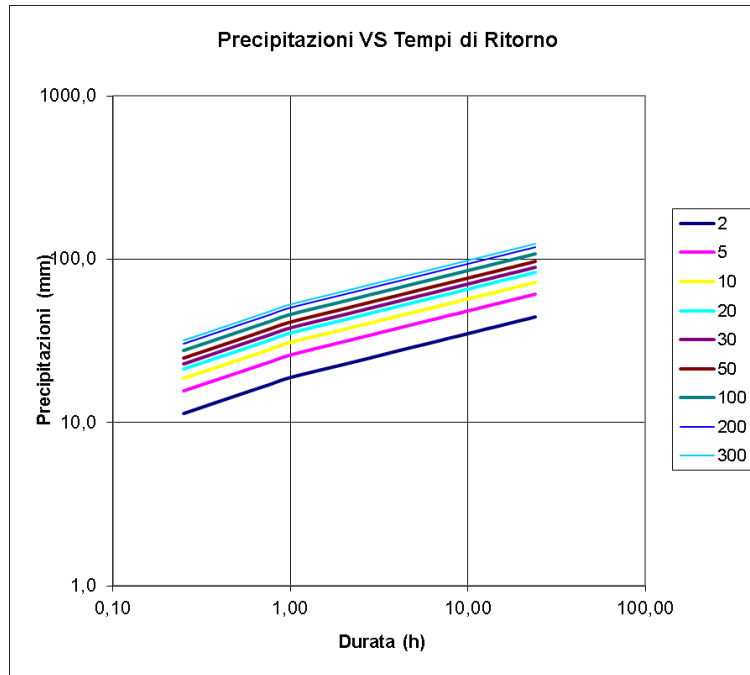
$DW$  variazione del volume invasato nel mezzo filtrante nell'intervallo  $Dt$ .

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:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	26 di 31
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO		Relazione idraulica di piattaforma					



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

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>											
PROGETTAZIONE:													
Mandatario:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>											
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria												
<b>B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO</b> Relazione idraulica di piattaforma	<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>IB0U</td> <td>1BEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV0610005</td> <td>C</td> <td>27 di 31</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	27 di 31
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	27 di 31								

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:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IB0U	1BEZZ	CL	NV0610005	C	28 di 31
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO Relazione idraulica di piattaforma							

**Bacino piazzale Gardena nord – Qgall = 50 l/sec**

<b>Trincea drenante:</b>						
	L	B	$\psi$	A tot	A net	
	[m]	[m]	[-]	[mq]	[mq]	
Area impermeabile	708	7,5	0,95	5310	5044,5	
Area scarpata limitrofa	708	20	0,5	14160	7080	
Atot				19470	12124,5	[mq]
Atot				1,947	1,212	[ha]
<b>Pioggia:</b>						
Acontrib	12124,5	mq				
Htr=10anni_15min_8403	18,6	mm				
t	15	min				
i	0,00002	mm/h				
	74,4	mm/h				
Qp_max	0,3	mc/sec				
Qgalleria	50	l/sec				
Qgalleria	0,05	mc/sec				
<b>Terreno:</b>						
kperm	0,00001	m/sec				
Fsmin	1,2	[-]				
<b>Trincea:</b>						
B	1	m				
Htot	3,5	m				
Hefficace	3	m				
n_porosità dren	0,35	% vuoti				
Dtubo	0,15	m				
ntubo	1	[-]				
L trincea di prova min.	243	m				
Vol tot trincea	729	mc				
Vol eff vuoti trincea	255,15	mc				
Atrincea filtrante	1701	mq				
j	1	m/m				
Qfiltr	0,01701	mc/sec				
	17,05	l/sec				
Prova l	0,0567	≈0				
Lprogetto	292,815					
<b>Verifica FS</b>	<b>1,21</b>	<b>&gt;=</b>	<b>1,2</b>			

T=2-10 anni

$t_p$ : 10 min-1ora suoli molto permeabili e  $A_p$  piccoli

$t_p$ : qualche ora-1giorno suoli con permeabilità modesta

TIPO DI SUOLO	K [m/s]	PERMEABILITÀ
Ciottoli, ghiaia	$>10^{-2}$	Elevata
Sabbia, sabbia e ghiaia	$10^{-2} - 10^{-5}$	Buona
Sabbia fine, limo, argilla con limo e sabbia	$10^{-6} - 10^{-9}$	Cattiva
Argilla omogenea	$10^{-9} - 10^{-11}$	impermeabile

=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

La trincea infiltrante risulta verificata.

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>
PROGETTAZIONE:		
Mandatario:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ CL NV0610005 C 1 di 31	

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

	Prog. inizio	Prog. fine	L (m)	Largh. (m)	Area (m <sup>2</sup> )	i <sub>i</sub> (%)	i <sub>k</sub> (%)	j (%)	coeff.deflusso (-)	L <sub>eff</sub> (m)	tc = t <sub>s</sub> (min)	altezza h (mm)	intensità di pioggia i (mm/h)	q0 (l/s m)	Q (l/s) massima portata smaltibile	interasse teorico Q/q0 (m)	interasse PRG (m)	verifica
racc1 (condotto in arrivo a PS13)	0	47.63	47.63	3	142.89	3.1	2.5	3.98	1	4.8	4.17	14.21	204.28	0.17	21.00	123	20	ok
racc2 (condotto in arrivo a PS14)	30	0	30	3	90	12.48	2.5	12.73	1	15.3	5.07	15.27	180.82	0.15	21.00	139	20	ok
in arrivo a PS11	120	100	20	6	120	-0.12	2.5	2.50	1	6.0	5.46	15.70	172.42	0.29	21.00	73	20	ok
PS11-PS12	100	60	40	6	240	-0.12	2.5	2.50	1	6.0	5.46	15.70	172.42	0.29	21.00	73	20	ok
PS12-PS15	60	48	12	6	72	4.97	2.5	5.56	1	13.4	6.24	16.49	158.55	0.26	21.00	79	20	ok
PS15-PS16	48	0	48	6	288	-2.44	2.5	3.49	1	8.4	5.78	16.02	166.49	0.28	21.00	76	20	ok
PS02-PS03	410	344.66	65.34	6	392.04	0	2.5	2.50	1	6.0	5.46	15.70	172.44	0.29	21.00	73	20	ok
PS03-PS04	344.66	317	24.66	6	147.96	0	2.5	2.50	1	6.0	5.46	15.70	172.44	0.29	21.00	73	20	ok
PS04-PS06	317	300	20	6	120	12	2.5	12.26	1	29.4	7.12	17.31	145.93	0.24	21.00	86	20	ok
PS06-PS07	300	260	40	6	240	12	2.5	12.26	1	29.4	7.12	17.31	145.93	0.24	21.00	86	20	ok
PS07-PS08	260	220	40	6	240	12	2.5	12.26	1	29.4	7.12	17.31	145.93	0.24	21.00	86	20	ok
PS08-PS010	220	133.74	86.26	6	517.56	12	2.5	12.26	1	29.4	7.12	17.31	145.93	0.24	21.00	86	20	ok

VERIFICA IDRAULICA (rif. Metodo di BECCIU E PAOLETTI, 2005)													
	Prog. inizio	Prog. fine	Qpioggia (l/s)	DN (mm)	Di (mm)	scabrezza ks (m <sup>1/3</sup> /s)	j <sub>collettore</sub> (%)	Capacità smaltimento al massimo riempimento Q <sub>max</sub> (l/s)	Velocità al massimo riempimento V <sub>max</sub> (m/s)	Qpioggia/Q <sub>max</sub>	grado riempimento h/DN (%)	V <sub>eff</sub> /V <sub>max</sub>	V <sub>effettiva</sub> (m/s)
racc1 (condotto in arrivo a PS13)	0	47.63	8.11	250	226.2	80	3.1	84.39	2.10	0.10	26	0.71	1.50
racc2 (condotto in arrivo a PS14)	30	0	4.52	250	226.2	80	12.48	169.32	4.21	0.03	17	0.56	2.37
in arrivo a PS11	120	100	5.75	250	226.2	80	0.5	33.89	0.84	0.17	35	0.84	0.71
PS11-PS12	100	60	17.24	250	226.2	80	0.59	36.81	0.92	0.47	48	0.97	0.89
PS12-PS15	60	48	28.52	250	226.2	80	4.97	106.84	2.66	0.27	44	0.94	2.49
PS15-PS16	48	0	28.52	315	285	80	0.55	68.49	1.15	0.42	49	0.88	1.01
PS16-P21	0	scarico esistente	114.69	500	452.2	80	0.5	214.14	1.33	0.54	53	1.02	1.36
PS02-PS03	410	344.66	22.78	250	226.2	80	0.89	45.22	1.13	0.50	50	1.00	1.12
PS03-PS04	344.66	317	29.87	315	285	80	0.5	61.97	0.97	0.48	49	1.99	1.94
PS04-PS06	317	300	38.73	315	285	80	12	303.59	4.76	0.13	25	0.69	3.30
PS06-PS07	300	260	48.46	315	285	80	12	303.59	4.76	0.16	28	0.75	3.56
PS07-PS08	260	220	58.19	315	285	80	12	303.59	4.76	0.19	30	0.77	3.68
PS08-PS010	220	133.74	79.17	315	285	80	12	303.59	4.76	0.26	35	0.84	4.02
PS17-PS09	180	126	7.00	250	226.2	80	12	166.03	4.13	0.04	15	0.52	2.14

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>
PROGETTAZIONE:		
Mandataria:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD - II° TRATTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ CL NV0610005 C 2 di 31	

### ALLEGATO B - VERIFICA CANALE TESTA OPERE DI SOSTEGNO

	b	h	Tipo	L	i	$\phi$	S	u	Q=u*S	h	%	f	V
	m	m		m	%	medio pesato	ha	l/s*ha	m3/s	m	m	m/s	
in arrivo a PS01	0.70	0.70	CR2	83	0.2	0.4	1.11	3.61	0.004	0.03	4	0.67	0.18
in arrivo a PS05	0.70	0.70	CR2	78	0.2	0.4	1.10	3.62	0.004	0.03	4	0.67	0.18
in arrivo a PS17	0.70	0.70	CR2	128	0.2	0.4	2.10	3.57	0.008	0.04	6	0.66	0.25
in arrivo a PS22	0.70	0.70	CR2	115	0.2	0.4	1.85	3.57	0.007	0.04	6	0.66	0.25

### ALLEGATO C - TABELLA COLLETTORI CIRCOLARI DI ATTRAVERSAMENTO IN PEAD

												VERIFICA IDRAULICA (rif. Metodo di BECCIU E PAOLETTI, 2005)			
INIZIO	FINE	pendenza (%)	portata pioggia Qp (l/s)	MATERIALE	DN (mm)	Di (mm)	Area (m2)	P bagnato (m)	scabrezza (m <sup>1/3</sup> /s)	Capacità smaltimento al massimo riempimento Qmax (l/s)	Velocità al massimo riempimento Vmax (m/s)	Qpioggia/Qmax	grado riempimento h/DN (%)	Veff/Vmax	Veffettiva (m/s)
PS01	PS02	0.5	4	PEAD SN8	250	226.2	0.04	0.71	80	33.89	0.84	0.12	23	0.66	0.6
PS05	PS04	2.2	4	PEAD SN8	250	226.2	0.04	0.71	80	71.09	1.77	0.06	17	0.55	0.98
PS09	PS10	2.5	7	PEAD SN8	250	226.2	0.04	0.71	80	75.78	1.89	0.09	21	0.62	1.17
PS10	PS16	3.85	86.17	PEAD SN8	315	285	0.06	0.90	80	171.96	2.70	0.50	50	1.00	2.70
PS22	PS13	2	7	PEAD SN8	250	226.2	0.04	0.71	80	67.78	1.69	0.10	22	0.64	1.09
PS13	PS12	2	15.11	PEAD SN8	250	226.2	0.04	0.71	80	67.78	1.69	0.22	23	0.81	1.37