

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO ESECUTIVO**

**Sistemazione Superficie e strada di Accesso Pozzo Ventilazione Finestra
Castagnola
Relazione generale**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI	
Consorzio Cociv Ing.P.P.Marcheselli		

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 2	E	C V	R G	I N 9 D 0 X	0 0 1	B

Progettazione :								IL PROGETTISTA
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A00	Prima Emissione	ALPINA <i>[Signature]</i>	15/07/2013	ALPINA <i>[Signature]</i>	15/07/2013	A. Palomba <i>[Signature]</i>	19/07/2013	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
B00	Revisione generale	ALPINA <i>[Signature]</i>	27/09/2013	COCIV <i>[Signature]</i>	27/09/2013	A. Palomba <i>[Signature]</i>	30/09/2013	

n. Elab.:	File: IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001-B00.DOCX
-----------	--

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale
	Foglio 3 di 29

INDICE GENERALE

INDICE GENERALE	3
1 PREMESSE	4
1.1. Scopo e funzionalità dell'intervento.....	4
2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
1.2. Normativa stradale	4
2. PROGETTO STRADALE	7
2.1. Descrizione dell'intervento	7
2.2. Tracciato plano-altimetrico.....	7
2.3. Piattaforma stradale	7
2.4. Pavimentazione stradale.....	8
3. INTERFERENZE TRA VIABILITA' E RETICOLO IDRICO MINORE	9
4. SISTEMA DI DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA	17
4.1. Pluviometria	17
4.2. SISTEMA DI DRENAGGIO	18
4.2.1. Calcolo del coefficiente di deflusso	18
4.2.2. Portata di progetto.....	19
4.2.3. Dimensionamento degli elementi di drenaggio.....	20
5. SICUREZZA	22
Dispositivi di ritenuta.....	22
6. OPERE D'ARTE PRINCIPALI	22
7. FASI ESECUTIVE	23
ALLEGATO 1 – VERIFICHE IDRAULICHE MEZZOTUBO LONGITUDINALE	24
ALLEGATO 2 – VERIFICHE IDRAULICHE TUBI DI SCARICO TRASVERSALI.....	29

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale</p> <p>Foglio 4 di 29</p>

1 PREMESSE

1.1. Scopo e funzionalità dell'intervento.

Oggetto della presente relazione è la realizzazione di una viabilità di accesso al pozzo di areazione, posto alla progressiva chilometrica 0+821 della finestra Castagnola, che parte in corrispondenza del cantiere operativo COP 2 e seguendo nel primo tratto per circa 700 una pista di montagna abbandonata la quale sale verso il punto in cui si trova il pozzo inoltrandosi nel bosco.

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

1.2. Normativa stradale

Trattandosi di opera non destinata ad uso pubblico ma ad esclusivo uso di viabilità di servizio, essa rientra fra le viabilità a destinazione speciale di cui al Decreto 5 novembre 2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade, capitolo 3.5 “Strade locali a destinazione particolari”.

In particolare si richiama il cap. 1 “Definizioni e riferimenti normativi” del citato Decreto, capoverso n°9, “Le norme di questo testo si riferiscono alla costituzione di tutti i tipi di strade previste nel codice, con esclusione di quelle di montagna collocate in terreni particolarmente difficili, per le quali non è possibile il rispetto dei criteri di progettazione di seguito esposti”. In tale tipologia, ricade l’opera esistente che, anche per motivi di inserimento ambientale segue il più fedelmente possibile, correndo a mezza-costa, la morfologia del terreno esistente.

	RIFERIMENTO	TITOLO
1	CNR n. 77 05/05/1980	Istruzioni per la redazione dei progetti di strada
2	CNR n. 78 28/07/1980	Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane
3	CNR n.90 15/04/1983	Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane
4	Ed. PIROLA-Milano 1965	Strade e autostrade - (legge n. 1248 del 20/03/1965) legge sulle opere pubbliche
5	DM del 04/05/90	Aggiornamento delle Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali
6	Istruzioni FS 44/a del 11/11/96	Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di cavalcavia e passerelle pedonali sovrastanti la sede ferroviaria.
7	D.M. LL.PP. 30/11/1999	Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili
8	C.N.R. B.V. n° 150 (15/12/1992)	Norme sull'arredo funzionale dell'arredo urbano.
9	DM n. 223 del 18/02/1992	Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza
10	DM LL.PP. del 03/06/98	Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione, e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione.
11	D.M. LL.PP. 11/06/1999	Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza"
12	D.M. LL.PP. 05/11/2001	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
		CODICE STRADALE E DISPOSIZIONI CORRETTIVE
13	D. L.vo n. 285 del 30/04/1992	Nuovo codice della strada

14	DPR n. 495 del 16/12/1992	Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada (G.U. 28.12.1982, N. 303 - suppl.)
15	DPR n. 147 26/04/1993	Regolamento recante modificazioni ed integrazioni agli art. 26 e 28 del DPR 16/12/1992, n. 495 (regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada)
16	DL n. 360 17/09/1993	Disposizioni correttive e integrative del codice della strada, approvato con decreto legislativo 30/04/1992, n. 285
17	DPR n. 610 16/09/1996	Regolamento recante modifiche al DPR 16/12/1992 n. 495, concernente il regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale
	Foglio 7 di 29

2. PROGETTO STRADALE

2.1. Descrizione dell'intervento

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di una viabilità per l'accesso al pozzo di areazione, posto alla progressiva chilometrica 0+821 della finestra Castagnola, che parte a sud in corrispondenza del cantiere operativo COP 2 segue nel primo tratto per circa 700 metri una pista di montagna quindi abbandona quest'ultima si inoltra nel bosco raggiungendo dopo circa 400 metri la il punto in cui si trova il pozzo di ventilazione.

Trattandosi di viabilità di servizio, l'intervento in oggetto sarà costituito da una sezione composta da una carreggiata larga 4.00m più un arginello in terra di 1.00m sul lato di valle per permettere l'inserimento della barriera di sicurezza e un arginello di 0.50 metri sul lato di monte in cui viene alloggiato un mezzo tubo diametro 300 per la raccolta delle acque di piattaforma e del versante adiacente.

2.2. Tracciato plano-altimetrico.

Dal punto di vista planimetrico, il tracciato si sviluppa per 1.133,64m, con inizio posto in corrispondenza del cantiere COP2, che segna la progressiva 0+000 dell'asse di tracciamento e la progressiva finale risulta pertanto pari a 1+133,64.

Il tracciato è caratterizzato da una successione di curve spesso senza soluzione di continuità di raggio variabile tra un massimo di 200 metri ad un minimo di 7.50, i valori minimi si riscontrano nella parte iniziale del tracciato dove la strada di cantiere segue la pista esistente e, visto le caratteristiche della strada che verrà utilizzata unicamente dai mezzi d'opera come strada di cantiere a base velocità e in considerazione del fatto che verrà inibita al traffico a lavori conclusi, si è deciso di non interporre curve a raggio variabile a lavori conclusi inibita al traffico.

In particolare il disegno planimetrico si compone di 32 curve intervallate da 8 rettili di raccordo.

Come accennato in premessa il tracciato in progetto ricalca un percorso esistente per un tratto iniziale di circa 700.00 m, quindi è stato studiato facendo in modo di seguire le curve di livello per limitare scavi, riporti e la necessità di opere.

Dal punto di vista altimetrico, la nuova viabilità, segue l'andamento del percorso esistente, con una pendenza media molto elevata (oltre il 25%), abbandonato quest'ultimo si attesta su pendenze decisamente meno impegnative seguendo le curve di livello sino ad arrivare in prossimità del pozzo di areazione meta ultima del percorso.

2.3. Piattaforma stradale

La nuova viabilità di accesso al pozzo della finestra Castagnola è una strada a doppio senso di marcia di tipo speciale in quanto a servizio di tale pozzo e ad uso esclusivo di alcuni mezzi d'opera.

La sezione pavimentata è costituita da:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale
	Foglio 8 di 29

- n°2 corsie di marcia da 2.00 m;
- arginello in terra da 1.00m sul lato di valle per consentire il posizionamento della barriera di sicurezza.
- arginello da 0.50m sul lato di monte dove verrà posizionato un mezzo tubo diametro 300 per la raccolta delle acque di piattaforma e di quelle ricadenti sul versante adiacente.

La larghezza totale dell'area pavimentata risulta pari a 4.00 m. La pendenza trasversale è monofalda rivolta verso monte e costante al 2.5% tale scelta, tale scelta è stata effettuata in ragione delle basse velocità di percorrenza della strada massimo 30 km/h.

Lungo il tracciato sono state posizionate 4 piazzole di larghezza 2.00 metri in modo da consentire l'eventuale incrocio di due mezzi pesanti. Le piazzole sono state posizionate cercando il più possibile di tenere un interasse massimo di 250 metri compatibilmente con le condizioni morfologiche incontrate.

Le scarpate di progetto avranno pendenza variabile a seconda del tipo di sezione (scavo o rilevato) e dei terreni attraversati.

Tutti i tratti in rilevato avranno pendenza 3/2, i tratti in scavo usualmente pendenza 1/1, i tratti in cui si attraversano presumibilmente ammassi rocciosi avranno pendenza 3/1, mentre nelle zone in cui i rilievi di campo e sopralluoghi hanno denunciato la presenza di rocce basaltiche affioranti la pendenza adottata risulta del 5/1.

Le scarpate in scavo aventi pendenza 1/1 sono state protette dall'eventuale dilavamento dovuto alle acque piovane tramite la messa in opera di un rivestimento con geostuoia tridimensionale rinforzata e picchettata, mentre per prevenire eventuali instabilità in corrispondenza delle scarpate in roccia con pendenza 3/1 e 5/1 si prevede la messa in opera di interventi di consolidamento del versante tramite reti chiodate e rinforzate tramite funi.

Data la presenza di una folta zona boschiva, tale area dovrà essere opportunamente scoticata mediante asportazione del parte superficiale del terreno e sostituzione con materiale arido, per uno spessore di almeno 50cm.

2.4. Pavimentazione stradale

Considerando i luoghi interessati, la destinazione d'uso, la notevole pendenza longitudinale e il fatto che sarà transitata solo da alcuni mezzi di cantiere, la pavimentazione sarà costituita da uno strato da 40 cm di misto granulare stabilizzato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale
	Foglio 9 di 29

3. INTERFERENZE TRA VIABILITA' E RETICOLO IDRICO MINORE

Lungo il tracciato della viabilità sono state individuate alcune interferenze con il reticolo idraulico minore, per le quali è stato previsto l'inserimento di tombini di sottoattraversamento a garanzia del mantenimento della continuità idraulica.

Nel presente capitolo si riportano le verifiche idrauliche delle opere di risoluzione delle interferenze con la strada provvisoria di collegamento tra il COP2 e il pozzo "Castagnola", a servizio della linea ferroviaria. Si tratta dei tombini di attraversamento di alcuni fossi minori appartenenti al bacino imbrifero del rio Traversa, affluente di sinistra del torrente Scrivia.

Gli attraversamenti saranno realizzati con tombini circolari in cls prefabbricati, di diametro pari a $\phi 800$ mm per il Rio 1 e $\phi 1000$ mm per i Rii 2, 3, 4 e il Fosso 1.

Le indagini eseguite presso i competenti uffici del Genio Civile di Alessandria e le verifiche catastali hanno evidenziato che non si tratta di corsi d'acqua pubblici: tre di questi, denominati Rio 1, 2, 3 e 4, con numerazione crescente da valle verso monte, risultano indicati nella cartografia tecnica, mentre il Fosso 1, compreso fra il Rio 1 a valle e il Rio 2 a monte, non risulta evidenziato nella cartografia tecnica.

Tutti i suddetti interventi sono stati progettati facendo riferimento alla normativa idraulica vigente contenuta nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), adottato con delibera di Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001 ed approvato con DPCM del 24 maggio 2001, pubblicato sulla G.U. n 183 del 8/8/01.

Le portate di progetto sono state determinate mediante la formula razionale, partendo dalle curve di probabilità pluviometrica del pluviometro di Isola del Cantone riportate nel P.A.I.

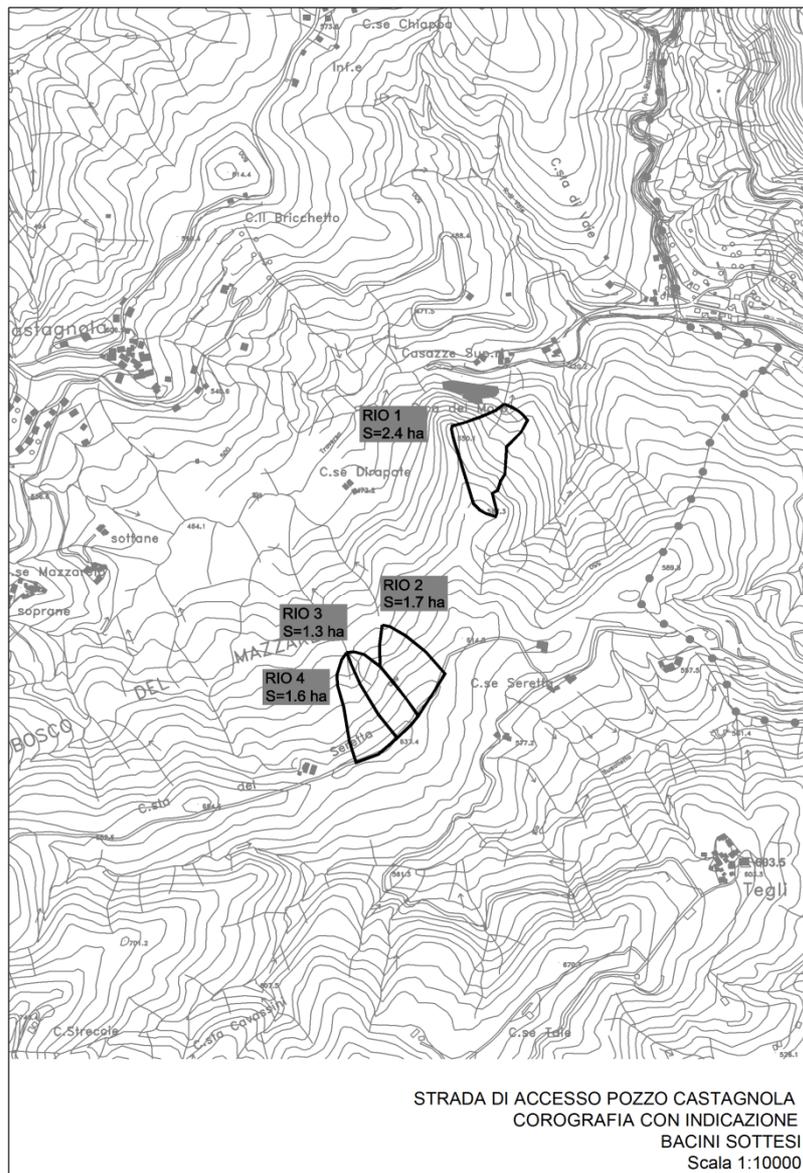
Le portate calcolate fanno riferimento al periodo di ritorno di 20 anni, con c.p.p. pari a $h = 52.05 \cdot t^{0.391}$, valida per le opere provvisionali, e per un periodo di ritorno pari a 200 anni per le opere di progetto definitive, con c.p.p. pari a $h = 74.56 \cdot t^{0.382}$, con h espressa in mm e t espresso in ore:

$$Q = 0.28 \cdot c \cdot i_c \cdot A$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata di piena con assegnato tempo di ritorno, $c[-]$ è il coefficiente medio di deflusso, assunto cautelativamente pari a 0.8, $i_c[mm/h]$ è l'intensità di pioggia massima per la durata pari al tempo di corrivazione t_c , assunto pari ad a 15 minuti, e $A [Km^2]$ è l'area del bacino imbrifero sottesa alla sezione di chiusura.

Di seguito si riportano i valori delle portate di progetto relativi a ciascun corso d'acqua e la corografia dei bacini:

Corso d'acqua	Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
Rio 1	0.65	0.94
Rio 2	0.46	0.67
Rio 3	0.35	0.51
Rio 4	0.43	0.63



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale <table border="1" data-bbox="1420 235 1546 295"> <tr> <td>Foglio 11 di 29</td> </tr> </table>	Foglio 11 di 29
Foglio 11 di 29		

La dimensione della sezione idraulica necessaria è stata verificata determinando le caratteristiche della corrente in condizioni di moto uniforme mediante la formulazione di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i_f}$$

dove Q [m³/s] è la portata, χ [m^{1/2} s⁻¹] il coefficiente di attrito, A [m²] l'area della sezione liquida, R [m] il raggio idraulico, i_f la pendenza del canale.

Per il calcolo di χ è stata adottata la formula di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

dove n [m^{-1/3} s] è il coefficiente dimensionale di scabrezza definito in funzione della natura dell'alveo o del manufatto: nel caso in esame è stato assunto pari a 0.015.

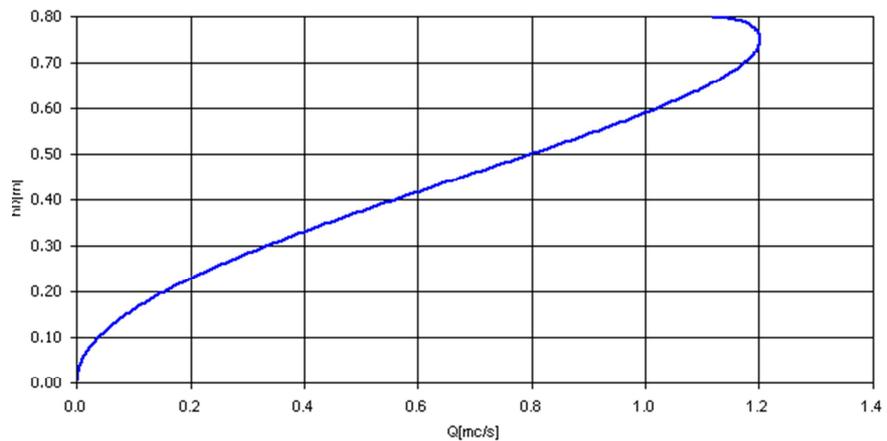
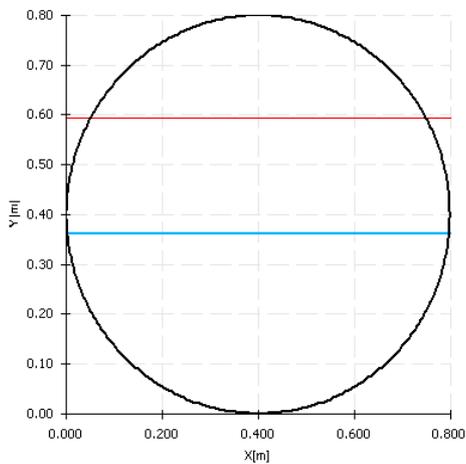
Per quanto riguarda le opere provvisorie, che saranno in grado di garantire la continuità ai corsi d'acqua durante la realizzazione delle opere definitive, si prevede la realizzazione di ture in alveo, atte a parzializzare la sezione utile dell'alveo e deviare l'acqua verso le tubazioni provvisorie per l'attraversamento della viabilità in costruzione. Considerando le esigue portate in gioco, anche in occasione di eventi con tempo di ritorno pari a 20 anni e le elevate pendenze del fondo alveo, si prevede l'impiego di tubi provvisori in acciaio circolari $\phi 600$ mm, in grado di convogliare la portata in arrivo con un adeguato grado di riempimento.

Per quanto concerne le opere definitive, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di funzionalità idraulica dei tombini.

Rio 1 – due tombini $\phi 800$ mm

Raggio interno	R	0.4	m
Altezza massima	H	0.8	m
Area pieno riempimento	A	0.50	m ²
Coeff. Strickler	Ks	65	m ^{1/3} s ⁻¹
Pendenza canale	i	0.01	-
Portata di progetto	Q	0.47	m ³ /s

Altezza pelo libero m	Angolo riemp. j	Area m ²	Perimetro bagnato m	Raggio idraulico m	Portata m ³ /s	Portata l/s	Velocità m/s	Energia m	h/D -	Ai/A -	Froude -
0.050	57.910	0.013	0.404	0.032	0.009	9	0.660	0.072	0.063	0.026	0.942
0.100	82.819	0.036	0.578	0.063	0.037	37	1.026	0.154	0.125	0.072	1.036
0.150	102.636	0.065	0.717	0.091	0.086	86	1.316	0.238	0.188	0.130	1.085
0.200	120.000	0.098	0.838	0.117	0.153	153	1.558	0.324	0.250	0.196	1.112
0.250	135.951	0.134	0.949	0.141	0.237	237	1.764	0.409	0.313	0.267	1.127
0.300	151.045	0.172	1.054	0.163	0.334	334	1.942	0.492	0.375	0.343	1.132
0.350	165.638	0.211	1.156	0.183	0.443	443	2.094	0.573	0.438	0.421	1.130
0.362	169.097	0.221	1.181	0.187	0.470	470	2.127	0.593	0.453	0.440	1.129
0.400	180.000	0.251	1.257	0.200	0.559	559	2.223	0.652	0.500	0.500	1.122
0.450	194.362	0.291	1.357	0.215	0.679	679	2.330	0.727	0.563	0.579	1.109
0.500	208.955	0.330	1.459	0.227	0.798	798	2.416	0.797	0.625	0.657	1.091
0.550	224.049	0.368	1.564	0.236	0.913	913	2.479	0.863	0.688	0.733	1.067
0.600	240.000	0.404	1.676	0.241	1.019	1019	2.520	0.924	0.750	0.804	1.039
0.650	257.364	0.437	1.797	0.243	1.109	1109	2.534	0.977	0.813	0.870	1.004
0.700	277.181	0.466	1.935	0.241	1.174	1174	2.517	1.023	0.875	0.928	0.961
0.750	302.090	0.490	2.109	0.232	1.202	1202	2.455	1.057	0.938	0.974	0.905
0.800	360.000	0.503	2.513	0.200	1.117	1117	2.223	1.052	1.000	1.000	0.794



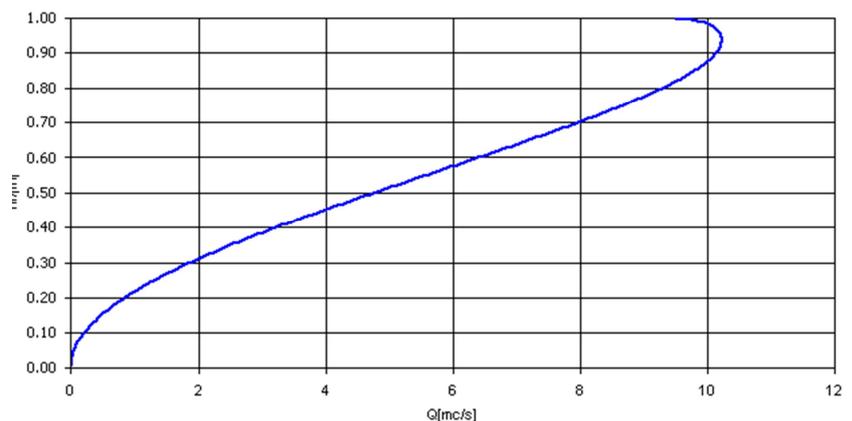
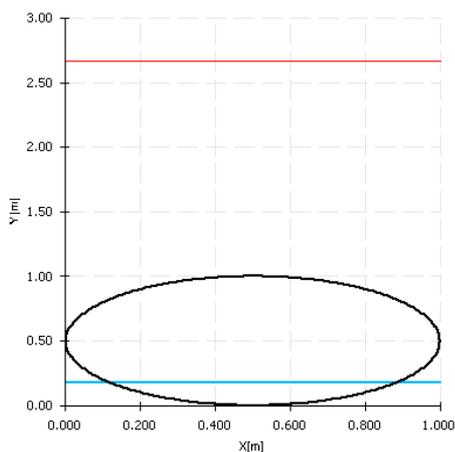
L'altezza di deflusso, a moto uniforme, risulta pari a circa 0.36 m, all'interno del tombino di altezza pari a 1 m; ciò si traduce in un franco di 0.64 m. Il grado di riempimento, calcolato come rapporto tra l'altezza di deflusso e l'altezza utile del tombino circolare (h/h_{max}), risulta pari al 45%.

L'opera risulta pertanto verificata.

Rio 2 – tombino $\phi 1000$ mm

Raggio interno	R	0.5	m
Altezza massima	H	1.0	m
Area pieno riempimento	A	0.79	m ²
Coeff. Strickler	Ks	65	m ^{1/3} s ⁻¹
Pendenza canale	i	0.22	-
Portata di progetto	Q	0.67	m ³ /s

Altezza pelo libero m	Angolo riemp. j	Area m ²	Perimetro bagnato m	Raggio idraulico m	Portata m ³ /s	Portata l/s	Velocità m/s	Energia m	h/D -	Ai/A -	Froude -
0.050	51.684	0.015	0.451	0.033	0.046	46	3.108	0.542	0.050	0.019	4.438
0.100	73.740	0.041	0.644	0.064	0.198	198	4.854	1.301	0.100	0.052	4.900
0.150	91.146	0.074	0.795	0.093	0.462	462	6.253	2.143	0.150	0.094	5.154
0.180	100.416	0.096	0.876	0.110	0.672	672	6.987	2.668	0.180	0.122	5.258
0.200	106.260	0.112	0.927	0.121	0.832	832	7.442	3.023	0.200	0.142	5.313
0.250	120.000	0.154	1.047	0.147	1.302	1302	8.477	3.913	0.250	0.196	5.413
0.300	132.844	0.198	1.159	0.171	1.861	1861	9.391	4.794	0.300	0.252	5.474
0.350	145.085	0.245	1.266	0.193	2.499	2499	10.199	5.652	0.350	0.312	5.504
0.400	156.926	0.293	1.369	0.214	3.202	3202	10.915	6.473	0.400	0.374	5.510
0.450	168.522	0.343	1.471	0.233	3.958	3958	11.547	7.246	0.450	0.436	5.496
0.500	180.000	0.393	1.571	0.250	4.751	4751	12.099	7.961	0.500	0.500	5.463
0.550	191.478	0.443	1.671	0.265	5.566	5566	12.575	8.609	0.550	0.564	5.414
0.600	203.074	0.492	1.772	0.278	6.384	6384	12.975	9.181	0.600	0.626	5.348
0.650	214.915	0.540	1.875	0.288	7.188	7188	13.301	9.666	0.650	0.688	5.267
0.700	227.156	0.587	1.982	0.296	7.956	7956	13.548	10.055	0.700	0.748	5.170
0.750	240.000	0.632	2.094	0.302	8.665	8665	13.714	10.336	0.750	0.804	5.056
0.800	253.740	0.674	2.214	0.304	9.288	9288	13.790	10.492	0.800	0.858	4.922
0.850	268.854	0.712	2.346	0.303	9.792	9792	13.762	10.503	0.850	0.906	4.766
0.900	286.260	0.745	2.498	0.298	10.128	10128	13.603	10.331	0.900	0.948	4.578
0.950	308.316	0.771	2.691	0.286	10.211	10211	13.248	9.896	0.950	0.981	4.340
1.000	360.000	0.785	3.142	0.250	9.503	9503	12.099	8.461	1.000	1.000	3.863



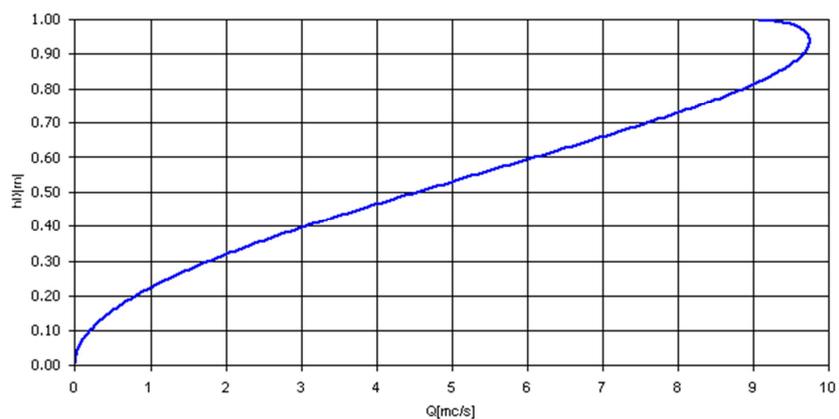
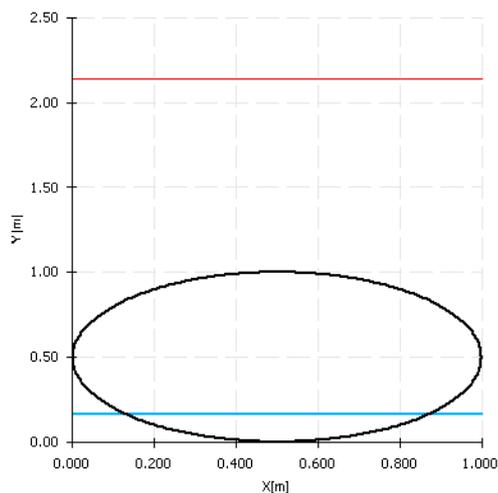
L'altezza di deflusso, a moto uniforme, risulta pari a circa 0.18 m, all'interno del tombino di altezza pari a 1 m; ciò si traduce in un franco di 0.82 m. Il grado di riempimento, calcolato come rapporto tra l'altezza di deflusso e l'altezza utile del tombino circolare (h/h_{max}), risulta pari al 18%.

L'opera risulta pertanto verificata.

Rio 3 – tombino $\phi 1000$ mm

Raggio interno	R	0.5	m
Altezza massima	H	1.0	m
Area pieno riempimento	A	0.79	m ²
Coeff. Strickler	Ks	65	m ^{1/3} s ⁻¹
Pendenza canale	i	0.2	-
Portata di progetto	Q	0.51	m ³ /s

Altezza pelo libero m	Angolo riemp. j	Area m ²	Perimetro bagnato m	Raggio idraulico m	Portata m ³ /s	Portata l/s	Velocità m/s	Energia m	h/D	Ai/A	Froude
0.050	51.684	0.015	0.451	0.033	0.044	44	2.964	0.498	0.050	0.019	4.231
0.100	73.740	0.041	0.644	0.064	0.189	189	4.628	1.192	0.100	0.052	4.672
0.150	91.146	0.074	0.795	0.093	0.440	440	5.962	1.962	0.150	0.094	4.915
0.161	94.625	0.082	0.826	0.099	0.510	510	6.226	2.137	0.161	0.104	4.954
0.200	106.260	0.112	0.927	0.121	0.793	793	7.095	2.766	0.200	0.142	5.066
0.250	120.000	0.154	1.047	0.147	1.241	1241	8.083	3.580	0.250	0.196	5.161
0.300	132.844	0.198	1.159	0.171	1.774	1774	8.953	4.386	0.300	0.252	5.219
0.350	145.085	0.245	1.266	0.193	2.382	2382	9.725	5.170	0.350	0.312	5.248
0.400	156.926	0.293	1.369	0.214	3.053	3053	10.407	5.921	0.400	0.374	5.254
0.450	168.522	0.343	1.471	0.233	3.774	3774	11.010	6.628	0.450	0.436	5.240
0.500	180.000	0.393	1.571	0.250	4.530	4530	11.536	7.283	0.500	0.500	5.209
0.550	191.478	0.443	1.671	0.265	5.307	5307	11.990	7.877	0.550	0.564	5.162
0.600	203.074	0.492	1.772	0.278	6.087	6087	12.371	8.401	0.600	0.626	5.099
0.650	214.915	0.540	1.875	0.288	6.853	6853	12.682	8.847	0.650	0.688	5.022
0.700	227.156	0.587	1.982	0.296	7.586	7586	12.918	9.205	0.700	0.748	4.929
0.750	240.000	0.632	2.094	0.302	8.262	8262	13.076	9.464	0.750	0.804	4.821
0.800	253.740	0.674	2.214	0.304	8.856	8856	13.148	9.611	0.800	0.858	4.693
0.850	268.854	0.712	2.346	0.303	9.336	9336	13.121	9.625	0.850	0.906	4.544
0.900	286.260	0.745	2.498	0.298	9.656	9656	12.970	9.474	0.900	0.948	4.365
0.950	308.316	0.771	2.691	0.286	9.735	9735	12.632	9.083	0.950	0.981	4.138
1.000	360.000	0.785	3.142	0.250	9.060	9060	11.536	7.783	1.000	1.000	3.683



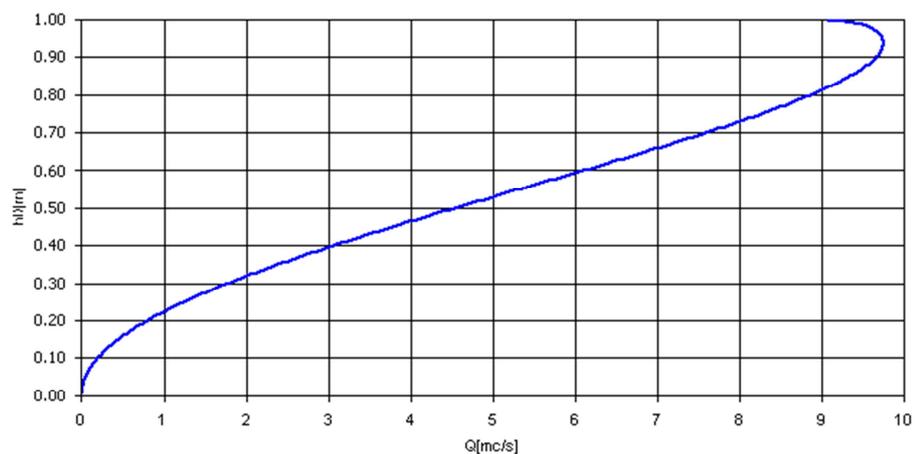
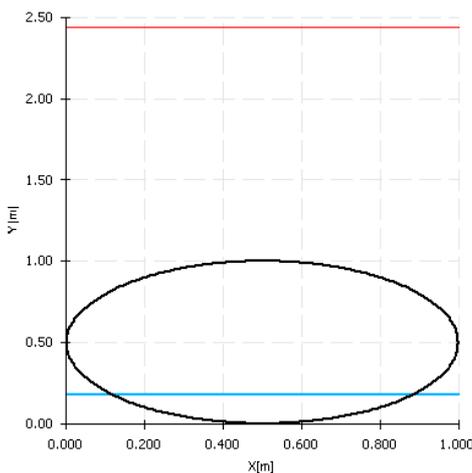
L'altezza di deflusso, a moto uniforme, risulta pari a circa 0.16 m, all'interno del tombino di altezza pari a 1 m; ciò si traduce in un franco di 0.84 m. Il grado di riempimento, calcolato come rapporto tra l'altezza di deflusso e l'altezza utile del tombino circolare (h/h_{max}), risulta pari al 16%.

L'opera risulta pertanto verificata.

Rio 4 – tombino $\phi 1000$ mm

Raggio interno	R	0.5	m
Altezza massima	H	1.0	m
Area pieno riempimento	A	0.79	m ²
Coeff. Strickler	Ks	65	m ^{1/3} s ⁻¹
Pendenza canale	i	0.2	-
Portata di progetto	Q	0.63	m ³ /s

Altezza pelo libero m	Angolo riemp. j	Area m ²	Perimetro bagnato m	Raggio idraulico m	Portata m ³ /s	Portata l/s	Velocità m/s	Energia m	h/D	Ai/A	Froude
0.050	51.684	0.015	0.451	0.033	0.044	44	2.964	0.498	0.050	0.019	4.231
0.100	73.740	0.041	0.644	0.064	0.189	189	4.628	1.192	0.100	0.052	4.672
0.150	91.146	0.074	0.795	0.093	0.440	440	5.962	1.962	0.150	0.094	4.915
0.180	100.416	0.096	0.876	0.110	0.640	640	6.662	2.442	0.180	0.122	5.013
0.200	106.260	0.112	0.927	0.121	0.793	793	7.095	2.766	0.200	0.142	5.066
0.250	120.000	0.154	1.047	0.147	1.241	1241	8.083	3.580	0.250	0.196	5.161
0.300	132.844	0.198	1.159	0.171	1.774	1774	8.953	4.386	0.300	0.252	5.219
0.350	145.085	0.245	1.266	0.193	2.382	2382	9.725	5.170	0.350	0.312	5.248
0.400	156.926	0.293	1.369	0.214	3.053	3053	10.407	5.921	0.400	0.374	5.254
0.450	168.522	0.343	1.471	0.233	3.774	3774	11.010	6.628	0.450	0.436	5.240
0.500	180.000	0.393	1.571	0.250	4.530	4530	11.536	7.283	0.500	0.500	5.209
0.550	191.478	0.443	1.671	0.265	5.307	5307	11.990	7.877	0.550	0.564	5.162
0.600	203.074	0.492	1.772	0.278	6.087	6087	12.371	8.401	0.600	0.626	5.099
0.650	214.915	0.540	1.875	0.288	6.853	6853	12.682	8.847	0.650	0.688	5.022
0.700	227.156	0.587	1.982	0.296	7.586	7586	12.918	9.205	0.700	0.748	4.929
0.750	240.000	0.632	2.094	0.302	8.262	8262	13.076	9.464	0.750	0.804	4.821
0.800	253.740	0.674	2.214	0.304	8.856	8856	13.148	9.611	0.800	0.858	4.693
0.850	268.854	0.712	2.346	0.303	9.336	9336	13.121	9.625	0.850	0.906	4.544
0.900	286.260	0.745	2.498	0.298	9.656	9656	12.970	9.474	0.900	0.948	4.365
0.950	308.316	0.771	2.691	0.286	9.735	9735	12.632	9.083	0.950	0.981	4.138
1.000	360.000	0.785	3.142	0.250	9.060	9060	11.536	7.783	1.000	1.000	3.683



L'altezza di deflusso, a moto uniforme, risulta pari a circa 0.18 m, all'interno del tombino di altezza pari a 1 m; ciò si traduce in un franco di 0.82 m. Il grado di riempimento, calcolato come rapporto tra l'altezza di deflusso e l'altezza utile del tombino circolare (h/h_{max}), risulta pari al 18%.

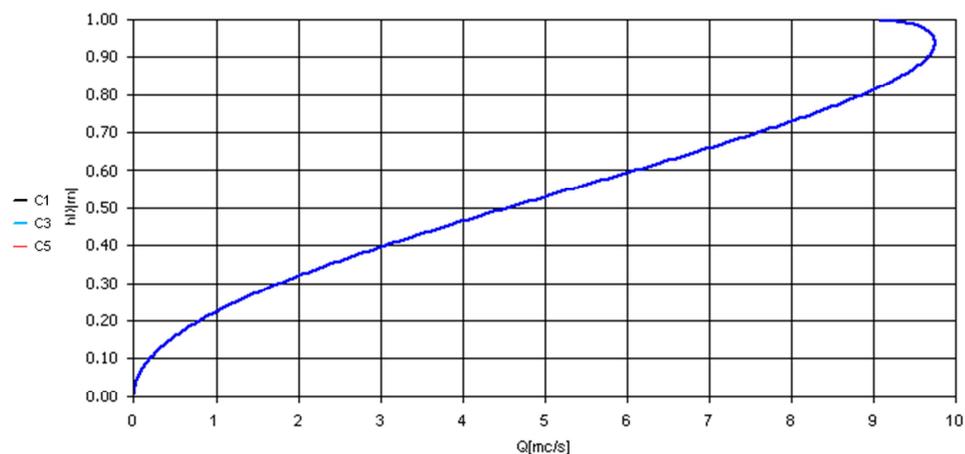
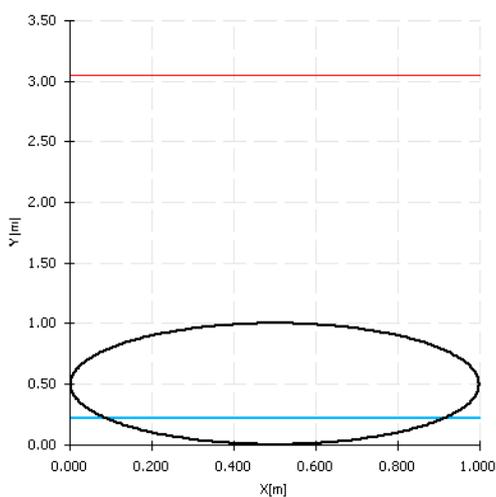
L'opera risulta pertanto verificata.

Fosso 1 – tombino $\phi 1000$ mm

Per l'attraversamento del Fosso 1, considerato che le dimensioni del suo bacino sono paragonabili a quelli individuati per i precedenti rii, si adotta una tubazione $\phi 1000$ mm.

Raggio interno	R	0.5	m
Altezza massima	H	1.0	m
Area pieno riempimento	A	0.79	m ²
Coeff. Strickler	Ks	65	m ^{1/3} s ⁻¹
Pendenza canale	i	0.2	-
Portata di progetto	Q	0.94	m ³ /s

Altezza pelo libero m	Angolo riemp. j	Area m ²	Perimetro bagnato m	Raggio idraulico m	Portata m ³ /s	Portata l/s	Velocità m/s	Energia m	h/D	Ai/A	Froude
0.050	51.684	0.015	0.451	0.033	0.044	44	2.964	0.498	0.050	0.019	4.231
0.100	73.740	0.041	0.644	0.064	0.189	189	4.628	1.192	0.100	0.052	4.672
0.150	91.146	0.074	0.795	0.093	0.440	440	5.962	1.962	0.150	0.094	4.915
0.200	106.260	0.112	0.927	0.121	0.793	793	7.095	2.766	0.200	0.142	5.066
0.218	111.334	0.126	0.972	0.130	0.944	944	7.466	3.059	0.218	0.161	5.105
0.250	120.000	0.154	1.047	0.147	1.241	1241	8.083	3.580	0.250	0.196	5.161
0.300	132.844	0.198	1.159	0.171	1.774	1774	8.953	4.386	0.300	0.252	5.219
0.350	145.085	0.245	1.266	0.193	2.382	2382	9.725	5.170	0.350	0.312	5.248
0.400	156.926	0.293	1.369	0.214	3.053	3053	10.407	5.921	0.400	0.374	5.254
0.450	168.522	0.343	1.471	0.233	3.774	3774	11.010	6.628	0.450	0.436	5.240
0.500	180.000	0.393	1.571	0.250	4.530	4530	11.536	7.283	0.500	0.500	5.209
0.550	191.478	0.443	1.671	0.265	5.307	5307	11.990	7.877	0.550	0.564	5.162
0.600	203.074	0.492	1.772	0.278	6.087	6087	12.371	8.401	0.600	0.626	5.099
0.650	214.915	0.540	1.875	0.288	6.853	6853	12.682	8.847	0.650	0.688	5.022
0.700	227.156	0.587	1.982	0.296	7.586	7586	12.918	9.205	0.700	0.748	4.929
0.750	240.000	0.632	2.094	0.302	8.262	8262	13.076	9.464	0.750	0.804	4.821
0.800	253.740	0.674	2.214	0.304	8.856	8856	13.148	9.611	0.800	0.858	4.693
0.850	268.854	0.712	2.346	0.303	9.336	9336	13.121	9.625	0.850	0.906	4.544
0.900	286.260	0.745	2.498	0.298	9.656	9656	12.970	9.474	0.900	0.948	4.365
0.950	308.316	0.771	2.691	0.286	9.735	9735	12.632	9.083	0.950	0.981	4.138
1.000	360.000	0.785	3.142	0.250	9.060	9060	11.536	7.783	1.000	1.000	3.683



L'altezza di deflusso, a moto uniforme, risulta pari a circa 0.22 m, all'interno del tombino di altezza pari a 1 m; ciò si traduce in un franco di 0.78 m. Il grado di riempimento, calcolato come rapporto tra

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale
	Foglio 17 di 29

l'altezza di deflusso e l'altezza utile del tombino circolare (h/hmax), risulta pari al 16%. L'opera risulta pertanto verificata.

La dimensione dei tombini è adeguata al deflusso della piena con tempo di ritorno 200 anni, con ampi margini rispetto alla loro effettiva capacità massima. Tuttavia e a favore di sicurezza si è tenuto conto dei fenomeni di trasporto solido associati ad eventi pluviometrici intensi e della possibile presenza di corpi flottanti in grado di ostruire la sezione dei tombini stessi riducendone conseguentemente la superficie utile al deflusso.

4. SISTEMA DI DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

4.1. Pluviometria

La valutazione delle portate che la rete di drenaggio deve essere in grado di convogliare e smaltire è stata effettuata con opportuni metodi di trasformazione afflussi-deflussi, che consentono di associare ad una determinata grandezza idrologica un'assegnata probabilità di accadimento a partire da eventi pluviometrici caratterizzati dalla medesima probabilità.

Volendo determinare le portate che comportano la crisi del sistema di drenaggio occorre fare riferimento agli eventi pluviometrici di breve durata e forte intensità. Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a tali eventi pluviometrici vengono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica (CPP), elaborate a partire dalle registrazioni di altezza di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche situate nell'area di interesse.

Indicando con h l'altezza di precipitazione in mm, la tecnica idrologica abituale fornisce, per le curve di possibilità pluviometrica, la seguente relazione:

$$h = a \cdot t^{n(T)}$$

dove

t = durata della pioggia [h];

a,n = parametri delle CPP che esprimono la dipendenza dal tempo di ritorno T;

T= numero di anni in cui l'altezza di pioggia calcolata viene mediamente raggiunta o superata una sola volta.

Le curve di possibilità climatica, definite sulla singola stazione di misura, danno una rappresentazione puntuale della legge caratteristica di pioggia; per ottenere la distribuzione della precipitazione sulla porzione di territorio considerato, per durate dell'evento meteorico inferiori all'ora, si è operata una regionalizzazione dell'informazione intensa pluviometrica dei parametri a e n mediante un ragguaglio su una maglia costituita da celle di 1 km².

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale		Foglio 18 di 29

a_10	n_10	a_20	n_20	a_50	n_50	a_100	n_100	a_200	n_200	a_500	n_500
51.95	0.422	60.06	0.421	70.5	0.419	78.37	0.417	86.2	0.416	96.57	0.415

Tabella 1- Parametri a e n di durate inferiori all'ora per tempi di ritorno 10, 20, 50, 100, 200, 500 anni valide per la tratta dal km 12 al Km 23+970.

Nel caso in cui il drenaggio riguardi una viabilità, in accordo con le Prescrizioni Tecniche Italferr, si è considerato un tempo di ritorno di 25 anni. Si è perciò provveduto ad un'interpolazione dei parametri a e n, ottenendo i seguenti valori (Tabella 2):

a_25	n_25
62.52421	0.419962

Tabella 2 - Parametri a e n di durate inferiori all'ora per il tempo di ritorno 25 anni validi per la tratta dal km12 al Km 23+970.

4.2. SISTEMA DI DRENAGGIO

L'intervento in progetto prevede la raccolta delle acque di piattaforma e di scarpata mediante un mezzo tubo ϕ 315 mm in PEAD corrugato a doppia parete tipo Slow-Flow disposto al margine della banchina. Tali tubazioni grazie alle macroscabrezze artificiali generano delle perdite di energia del fluido riducendone sensibilmente la velocità media, date le elevate pendenze longitudinali che presenta la viabilità in progetto.

Alcuni dei vantaggi dell'impiego di tubi SLOW-FLOW AMR sono riassunti di seguito:

- 1) eliminazione dei pozzetti di salto;
- 2) facilità d'installazione per leggerezza e semplicità di giunzione;
- 3) minori costi di scavo essendo possibile posare le tubazioni con una pendenza pari a quella del piano di campagna;
- 4) contenimento della velocità del fluido;
- 5) contenimento della velocità del materiale solido trasportato dalla corrente che, in particolar modo se macroscopico, deteriorerebbe o ancor peggio danneggerebbe la condotta.

I mezzi tubi che seguono la livelletta stradale recapitano le acque in pozzetti cls prefabbricati 50x50 cm di profondità 1 m. Tubi trasversali recapitano l'acqua di piattaforma e di versante a valle della scarpata stradale, con opere di protezione delle stesse dall'effetto di erosione dell'acqua, nello specifico massi disposti all'uscita dal tubo di scarico. Le tubazioni data il loro basso ricoprimento sono in PEAD DN 300 con anima rinforzata in acciaio e sostegno laterale in cls.

4.2.1. Calcolo del coefficiente di deflusso

Nei modelli di trasformazione dell'afflusso meteorico in deflusso, la precipitazione va depurata della componente destinata ad infiltrarsi nel terreno. La valutazione della portata infiltrata può essere effettuata attraverso il coefficiente di afflusso ϕ che rappresenta il rapporto tra il volume della pioggia

netta ed il volume della pioggia totale. Tale coefficiente dipende da diversi fattori, alcuni dei quali variabili nel tempo. Nel presente progetto, per semplicità, il coefficiente φ verrà considerato costante per tutta la durata della pioggia.

Di seguito (Tabella 3), vengono riportati i coefficienti di deflusso in funzione della superficie scolante:

TIPO DI PAVIMENTAZIONE	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO
Pavimentazione stradale	0.6
Versanti e scarpate	0.8

Tabella 3 - Coefficienti di deflusso.

Il valore relativamente elevato assunto per le superfici erbose è giustificato dalla notevole pendenza delle scarpate.

Detto φ_i il coefficiente di deflusso relativo alla superficie S_i il valore medio del coefficiente, relativo ad aree caratterizzate da differenti valori, si ottiene dalla seguente media ponderata:

$$\varphi = \frac{\sum_i (S_i \cdot \varphi_i)}{\sum_i (S_i)}$$

I bacini contribuenti considerati sono quelli corrispondenti alle superfici di competenza dei differenti recapiti finali.

4.2.2. Portata di progetto

Il calcolo della portata di progetto viene effettuato mediante il “Metodo di corrivazione” o “Metodo razionale”.

Questo metodo si basa sulla considerazione che le gocce di pioggia cadute in punti diversi del bacino nel medesimo istante, impiegano tempi differenti per arrivare alla sezione di chiusura e che ogni bacino ha un tempo caratteristico, detto “tempo di corrivazione”, che rappresenta il tempo necessario affinché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura dello stesso.

Nota la curva di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno T prefissato, la massima portata di piena può essere calcolata per ogni sezione di progetto partendo da monte verso valle, determinando per ciascuna di esse l’area drenata e il tempo di corrivazione. Per il calcolo del

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale Foglio 20 di 29

deflusso proveniente dalla sede stradale il tempo di corrivazione è stato posto pari a 5 minuti, mentre per il calcolo dei deflussi dei versanti è stato posto pari a 10 minuti, considerati i percorsi di drenaggio più estesi.

Considerando i parametri delle CPP forniti dall'analisi idrologica, un coefficiente di laminazione ε pari a 1 e un coefficiente di efflusso φ pari a 0.5 (come indicato nel paragrafo precedente), in funzione del tempo di corrivazione t_c [h], si ottengono l'intensità di precipitazione massima prevista [mm/h], il coefficiente udometrico u [l/s/ha] e la portata drenata sia dalla piattaforma stradale che dai versanti.

Piattaforma stradale

$$i_{strada} = a \cdot t_c^{n-1} \quad \text{con } t_c=5 \text{ min}$$

$$u_{strada} = 2.78 \cdot \varphi \cdot \varepsilon \cdot i$$

$$Q_{dstrada} = u \cdot A_{strada}$$

Versanti

$$i_{versante} = a \cdot t_c^{n-1} \quad \text{con } t_c= 10 \text{ min}$$

$$u_{versante} = 2.78 \cdot \varphi \cdot \varepsilon \cdot i$$

$$Q_{versante} = u \cdot A$$

La portata complessiva di scarico nei pozzetti è data dalla somma dei contributi provenienti dai versanti e dalla sede carrabile.

4.2.3. Dimensionamento degli elementi di drenaggio

Nei paragrafi successivi si riportano i criteri generali di dimensionamento di tutti gli elementi che costituiscono il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma.

- Mezzotubo longitudinale

La verifica del mezzotubo, viene effettuata ipotizzando che ciascun tratto, sia percorso tutto dalla stessa portata e in condizioni di moto uniforme, utilizzando la formula di Chézy, riportata nell'equazione

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale
	Foglio 21 di 29

Il valore del coefficiente di scabrezza assunto per il PEAD è $k_s=80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Fissati un coefficiente di scabrezza k_s e una pendenza longitudinale i , si è in grado, con la formula precedente, di determinare la massima portata transitabile all'interno del mezzotubo stesso.

L'interasse degli scarichi delle tubazioni nei pozzetti sono valutati in modo tale per che la portata afferente al mezzo tubo non sia superiore alla massima portata transitabile nello stesso.

In **ALLEGATO 1 – Verifiche idrauliche mezzotubo longitudinale** si riportano i risultati delle verifiche idrauliche.

- Tubazioni di scarico trasversali

La verifica per il dimensionamento dei collettori di scarico trasversali alla strada, viene effettuata ipotizzando che ciascun tratto di collettore, sia percorso tutto dalla stessa portata e in condizioni di moto uniforme, utilizzando la formula di Gauckler –Strickler, riportata di seguito.

$$Q = K_s A R^{2/3} \sqrt{i}$$

Nella quale:

- K_s scabrezza della tubazione;
- A area liquida;
- R raggio idraulico;
- i pendenza longitudinale del collettore.

A favore di sicurezza il valore del coefficiente di scabrezza delle tubazioni è stato assunto pari a $K_s=80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, considerando quindi le tubazioni in PEAD usurate.

Fissati un coefficiente di scabrezza K_s ed una pendenza longitudinale i , si è in grado, con la formula precedente, di determinare la combinazione di diametro e grado di riempimento che danno luogo ad una portata Q pari a quella massima di progetto.

La verifica consisterà nel rispettare le seguenti condizioni:

- $h/D < 0,75$; il grado di riempimento delle condotte deve essere tale che il rapporto tra la sezione bagnata e la sezione piena della condotta sia minore di 0,75.
- $0,60 < V < 5,00 \text{ m/s}$; regime di velocità tale da evitare effetti di rigurgito in corrispondenza di pozzetti di confluenza ed effetti erosivi in corrispondenza dei recapiti delle acque. Al fine limitare il valore di velocità che si instaura nelle condotte, le tubazioni potranno essere posate, laddove necessario, con una pendenza di compenso.

In **ALLEGATO 2 – Verifiche idrauliche tubi di scarico trasversali** si riportano i risultati delle verifiche idrauliche dei collettori di scarico.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale
	Foglio 22 di 29

5. SICUREZZA

Dispositivi di ritenuta

Lungo la viabilità in oggetto si è ritenuto di dover proteggere il margine laterale rivolto a valle per l'elevata inclinazione dei pendii esistenti, esiste anche un tratto che correndo in cresta del pendio e trovandosi praticamente in rilevato viene protetto su ambedue i lati, infatti per questa porzione di tracciato, che si estende dalla sezione 50 alla pk 0+642.72 alla sezione 54 pk 0+672.72 per una lunghezza di 30 metri, è prevista l'installazione della barriera su ambo i lati della carreggiata e a tal fine si è posizionato un arginello da 1 metro in entrambe le direzioni

Considerando il carattere della strada e l'esiguità del traffico previsto, essendo unicamente una strada di servizio al pozzo di areazione e non di transito ordinario si ritiene che la categoria di traffico adottabile sia la I e il contesto prettamente extraurbano in cui si colloca l'intervento si è optato per installare una barriera di tipo N2 bordo laterale.

6. OPERE D'ARTE PRINCIPALI

Le opere d'arte principali sono costituite dai manufatti idraulici (tombini idraulici, muri di imbocco e sbocco, pozzetti, ecc) che sottopassano la strada di accesso al pozzo di ventilazione della Finestra Castagnola e rispettivamente:

- Fosso 1 alla progr. 0+817.221;
- Rio 1 alla progr. 0.008.20
- Rio 2 alla progr. 0+973.333;
- Rio 3 alla progr. 1+068.718;
- Rio4 alla progr. 1+092.229.

Il Fosso 1 sottoattraversa la strada con una tubazione a sezione circolare in conglomerato cementizio armato di diametro interno 1000 mm e spessore 135 mm, il ricoprimento è mediamente pari a 1.35 m (variabile tra 0.90 m e 1.80 m). A monte è presente un manufatto scatolare di collegamento tra il canale e il tombino, di forma rettangolare, di dimensioni in pianta pari a 3.5x1.5 m e altezza interna di 3.4 m, gli elementi strutturali hanno spessore di 0.30 m. A valle è presente un muro a mensola, a sostegno del rilevato della strada, con paramento inclinato 1/10 lato valle, di altezza pari a 4.50 m e fondazione di larghezza 3.20 m e spessore 0.70 m.

Il Rio 1 sottoattraversa la strada con due tubazioni a sezione circolare in conglomerato cementizio armato di diametro interno 800 mm e spessore 90 mm, il ricoprimento è mediamente pari a 0.5 m.

Il Rio 2 sottoattraversa la strada con una tubazione a sezione circolare in conglomerato cementizio armato di diametro interno 1000 mm e spessore 135 mm, il ricoprimento è mediamente pari a 3.0 m (variabile tra 2.5 m e 3.5 m). A monte e a valle sono presenti dei muri di imbocco, a mensola, a

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale
	Foglio 23 di 29

sostegno dl rilevato della strada. Il muro all'imbocco ha un'altezza pari a 2.00 m e paramento verticale di spessore costante pari a 0.3 m, la fondazione di larghezza 1.70 m ha spessore 0.40 m. Il muro a valle ha un'altezza pari a 2.80 m e paramento verticale di spessore costante pari a 0.5 m, la fondazione di larghezza 3.30 m ha spessore 0.50 m.

Il Rio 3 sottoattraversa la strada con una tubazione a sezione circolare in conglomerato cementizio armato di diametro interno 1000 mm e spessore 135 mm, il ricoprimento è mediamente pari a 4.0 m (variabile tra 3.5 m e 4.5 m). A monte è presente un manufatto scatolare di collegamento tra il canale e il tombino, di forma rettangolare, di dimensioni in pianta pari a 4.4x1.5 m e altezza interna di 3.4 m, gli elementi strutturali hanno spessore di 0.30 m. A valle è presente un muro a mensola, a sostegno del rilevato della strada, con paramento inclinato 1/10 lato valle, di altezza variabile; il muro in corrispondenza dello sbocco del tombino ha altezza massima pari a 7.20 m e fondazione di larghezza 4.70 m e spessore 0.90 m, quello posto lateralmente ha un'altezza massima di 4.80 m e fondazione di larghezza 3.20 m e spessore 0.70 m.

Il Rio 4 sottoattraversa la strada con una tubazione a sezione circolare in conglomerato cementizio armato di diametro interno 1000 mm e spessore 135 mm, il ricoprimento è mediamente pari a 3.0 m (variabile tra 2.5 m e 3.5 m). A monte è presente un manufatto scatolare di collegamento tra il canale e il tombino, di forma rettangolare, di dimensioni in pianta pari a 4.4x1.5 m e altezza interna di 3.4 m, gli elementi strutturali hanno spessore di 0.30 m. A valle è presente un muro a mensola, a sostegno del rilevato della strada, con paramento inclinato 1/10 lato valle, di altezza variabile; il muro in corrispondenza dello sbocco del tombino ha altezza pari a 5.70 m e fondazione di larghezza 4.00 m e spessore 0.80 m, quello posto lateralmente ha un'altezza di 3.50 m e fondazione di larghezza 3.20 m e spessore 0.70 m.

7. FASI ESECUTIVE

Non esistono problematiche particolari connesse all'esecuzione dell'opera, che sarà realizzata come nuova viabilità di accesso al pozzo di areazione della finestra Castagnola.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale
	Foglio 24 di 29

ALLEGATO 1 – Verifiche idrauliche mezzotubo longitudinale

precipitazioni T=25 anni

a 62.52
n 0.42

ϕ 0.6
tc min 5
istrada mm/h 264.2068615

ϕ 0.8
tc min 10
iversante min 176.7448201

Mezzo Tubo PEAD corrugato (slow-flow)

Ri [m]	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Di [m]	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
h [m]	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
angolo riempimento [°]	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52
Area bagnata [m ²]	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Perimetro bagnato [m]	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
R [m]	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
i	0.02	0.02	0.11	0.11	0.11	0.20	0.20	0.19	0.19	0.21	0.28	0.28	0.17	0.17	0.08	0.21
ks [m ^{1/3} s ⁻¹]	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Qmax [m ³ /s]	0.04	0.04	0.10	0.10	0.10	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	0.16	0.16	0.13	0.13	0.09	0.14
Qmax [l/s]	44.07	44.07	99.27	99.27	99.27	133.63	133.63	132.87	132.87	138.92	160.22	160.22	125.17	125.17	86.25	139.62

N° sezioni stradali	53-50	50-48	48-47	47-45	45-44	44-41	41-39	39-36	36-34	34-32	32-30	30-29	29-26	26-23	23-21	21-18
Qstrada [l/s]	5.548	5.284	2.642	5.284	2.642	7.926	3.721	7.046	6.605	6.605	6.605	1.321	9.908	9.908	6.605	7.398
Larghezza strada [m]	4.500	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	6.500	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	6.000
Superficie versante [m ²]	0.000	276.736	272.293	349.033	274.000	348.728	234.986	195.303	322.629	82.566	82.566	49.500	590.970	822.848	175.005	28.000
Qversante [l/s]	0.000	10.869	10.695	13.709	10.762	13.697	9.229	7.671	12.672	3.243	3.243	1.944	23.211	32.319	6.874	1.100
Qstrada+versante [l/s]	5.548	16.153	13.337	18.993	13.404	21.623	12.950	14.716	19.277	9.848	9.848	3.265	33.119	42.226	13.479	8.498
Qtot [l/s]	5.548	16.153	29.490	18.993	13.404	35.027	12.950	27.667	19.277	29.125	38.973	3.265	36.384	42.226	13.479	21.976
Lunghezza tratto drenato [m]	28.000	30.000	15.000	30.000	15.000	45.000	13.000	32.000	30.000	30.000	30.000	6.000	45.000	45.000	30.000	28.000

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale
	Foglio 25 di 29

Mezzo Tubo PEAD corrugato (slow-flow)

Ri [m]	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Di [m]	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
h [m]	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
angolo riempimento [°]	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52
Area bagnata [m ²]	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Perimetro bagnato [m]	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
R [m]	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
i	0.22	0.22	0.23	0.23	0.14	0.14	0.14	0.14	0.25	0.12
ks [m ^{1/3} s ⁻¹]	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Qmax [m ³ /s]	0.14	0.14	0.15	0.15	0.11	0.11	0.11	0.11	0.15	0.10
Qmax [l/s]	140.93	140.93	145.03	145.03	114.96	114.96	114.96	114.96	152.70	104.15

N° sezioni stradali	18-16	16-13	13-10	10-prima 9	prima 9-8	8-7	7-6	6-4	4-2	2-1
Qstrada [l/s]	3.743	9.908	9.908	4.575	2.030	2.334	3.303	6.605	6.605	3.303
Larghezza strada [m]	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Superficie versante [m ²]	17.000	82.419	398.544	588.787	0.000	861.154	250.212	609.085	390.589	772.075
Qversante [l/s]	0.668	3.237	15.653	23.126	0.000	33.823	9.827	23.923	15.341	30.324
Qstrada+versante [l/s]	4.411	13.145	25.561	27.701	2.030	36.157	13.130	30.528	21.946	33.627
Qtot [l/s]	26.387	13.145	25.561	27.701	29.731	36.157	49.287	30.528	52.474	86.101
Lunghezza tratto drenato [m]	17.000	45.000	45.000	20.780	9.220	10.600	15.000	30.000	30.000	15.000

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale
	Foglio 26 di 29

Mezzo Tubo PEAD corrugato (slow-flow)

Ri [m]	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Di [m]	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
h [m]	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
angolo riempimento [°]	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52
Area bagnata [m ²]	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Perimetro bagnato [m]	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
R [m]	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
i	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
ks [m ^{1/3} s ⁻¹]	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Qmax [m ³ /s]	0.05	0.05	0.02	0.02	0.03
Qmax [l/s]	46.85	46.85	23.54	23.54	31.56

N° sezioni stradali	53-57	57-58	58-60	60-62	dopo65-62
Qstrada [l/s]	10.348	3.303	3.303	6.605	8.102
Larghezza strada [m]	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Superficie versante [m ²]	892.461	183.982	245.198	414.810	480.213
Qversante [l/s]	35.053	7.226	9.631	16.292	18.861
Qstrada+versante [l/s]	45.401	10.529	12.933	22.898	26.963
Qtot [l/s]	45.401	10.529	23.462	22.898	26.963
Lunghezza tratto drenato [m]	47.000	15.000	15.000	30.000	36.800

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale
	Foglio 27 di 29

Mezzo Tubo PEAD corrugato (slow-flow)

Ri [m]	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Di [m]	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
h [m]	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
angolo riempimento [°]	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52
Area bagnata [m ²]	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Perimetro bagnato [m]	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
R [m]	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
i	0.01	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06
ks [m ^{1/3} s ⁻¹]	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Qmax [m ³ /s]	0.03	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Qmax [l/s]	31.56	68.86	68.86	66.52	66.52	73.46	72.11	72.11

N° sezioni stradali	dopo65-66	66-67	67-69	dopo78-74	74-73	73-72	72-71	71-69
Qstrada [l/s]	1.761	3.303	6.605	8.367	3.303	3.303	3.303	6.605
Larghezza strada [m]	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Superficie versante [m ²]	120.029	195.878	402.237	563.318	203.940	265.161	356.366	526.900
Qversante [l/s]	4.714	7.693	15.799	22.125	8.010	10.415	13.997	20.695
Qstrada+versante [l/s]	6.476	10.996	22.404	30.492	11.313	13.717	17.299	27.300
Qtot [l/s]	6.476	17.472	22.404	30.492	11.313	25.030	42.329	27.300
Lunghezza tratto drenato [m]	8.000	15.000	30.000	38.000	15.000	15.000	15.000	30.000

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale
	Foglio 28 di 29

Mezzo Tubo PEAD corrugato (slow-flow)

Ri [m]	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Di [m]	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
h [m]	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
angolo riempimento [°]	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52	168.52
Area bagnata [m ²]	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Perimetro bagnato [m]	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
R [m]	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
i	0.07	0.01	0.02	0.01	0.04	0.01
ks [m ^{1/3} s ⁻¹]	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Qmax [m ³ /s]	0.08	0.02	0.04	0.03	0.06	0.02
Qmax [l/s]	78.42	24.99	41.78	28.05	58.39	24.99

N° sezioni stradali	90-88	88-87	dopo 78-dopo 81	dopo 81-83	83-86	86-dopo 86
Qstrada [l/s]	6.605	2.488	6.715	4.844	7.023	1.178
Larghezza strada [m]	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Superficie versante [m ²]	303.535	82.522	198.436	202.000	213.205	125.307
Qversante [l/s]	11.922	3.241	7.794	7.934	8.374	4.922
Qstrada+versante [l/s]	18.527	5.729	14.509	12.778	15.397	6.100
Qtot [l/s]	18.527	24.256	14.509	27.287	15.397	21.497
Lunghezza tratto drenato [m]	30.000	11.300	30.500	22.000	31.900	5.350

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
IG51-02-E-CV-RG-IN9D-0X-001_B00 Relazione generale	Foglio 29 di 29

ALLEGATO 2 – Verifiche idrauliche tubi di scarico trasversali

	Scarico	Pendenza tubo	Altezza pelo libero	Angolo riemp.	Area	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Portata	Portata	Velocità	Energia	h/D	Ai/A	Froude
		%	m	j	m ²	m	m	m ³ /s	l/s	m/s	m	-	-	-
sezione	1	1.5	0.19	206.99	0.05	0.54	0.08	0.09	86.26	1.89	0.37	0.62	0.65	1.40
sezione	4	0.2	0.18	205.03	0.05	0.54	0.08	0.03	30.86	0.69	0.21	0.61	0.64	0.51
sezione	10	0.2	0.16	189.56	0.04	0.50	0.08	0.03	25.70	0.66	0.18	0.54	0.55	0.52
sezione	13	0.2	0.11	151.04	0.02	0.40	0.06	0.01	13.46	0.56	0.13	0.38	0.34	0.53
sezione	16	0.2	0.17	193.40	0.04	0.51	0.08	0.03	26.99	0.67	0.19	0.56	0.57	0.52
sezione	23	0.4	0.18	203.07	0.04	0.53	0.08	0.04	42.73	0.96	0.23	0.60	0.63	0.73
sezione	26-27	0.3	0.18	203.07	0.04	0.53	0.08	0.04	37.01	0.84	0.22	0.60	0.63	0.63
sezione	29	0.4	0.17	195.32	0.04	0.51	0.08	0.04	39.08	0.95	0.22	0.57	0.58	0.73
sezione	36	0.2	0.17	197.25	0.04	0.52	0.08	0.03	28.28	0.67	0.20	0.58	0.60	0.52
sezione	41	0.3	0.18	199.19	0.04	0.52	0.08	0.04	35.43	0.83	0.21	0.58	0.61	0.63
sezione	45	0.2	0.14	170.44	0.03	0.45	0.07	0.02	19.35	0.61	0.16	0.46	0.45	0.53
sezione	47	0.2	0.18	201.13	0.04	0.53	0.08	0.03	29.57	0.68	0.20	0.59	0.62	0.51
sezione	50	0.2	0.07	117.78	0.01	0.31	0.04	0.01	5.76	0.44	0.08	0.24	0.19	0.52
sezione	57	0.5	0.18	199.19	0.04	0.52	0.08	0.05	45.74	1.07	0.23	0.58	0.61	0.82
sezione	60	0.2	0.16	183.82	0.04	0.48	0.08	0.02	23.77	0.65	0.18	0.52	0.52	0.52
sezione	62	0.6	0.18	199.19	0.04	0.52	0.08	0.05	50.11	1.17	0.24	0.58	0.61	0.89
sezione	67	0.2	0.13	164.68	0.03	0.43	0.07	0.02	17.52	0.60	0.15	0.43	0.42	0.53
sezione	68-69	0.6	0.18	199.19	0.04	0.52	0.08	0.05	50.11	1.17	0.24	0.58	0.61	0.89
sezione	71	0.4	0.18	205.03	0.05	0.54	0.08	0.04	43.64	0.97	0.23	0.61	0.64	0.72
sezione	74	0.2	0.18	205.03	0.05	0.54	0.08	0.03	30.86	0.69	0.21	0.61	0.64	0.51
sezione	83	0.2	0.17	195.32	0.04	0.51	0.08	0.03	27.64	0.67	0.19	0.57	0.58	0.52
sezione	86-87	0.2	0.15	178.09	0.03	0.47	0.07	0.02	21.85	0.63	0.17	0.49	0.49	0.53
	scarico in pozzetto Rio 4	0.5	0.18	201.13	0.04	0.53	0.08	0.05	46.76	1.07	0.24	0.59	0.62	0.81