

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**

**Cavalcaferrovia SP 153 Linea III Valico-alla Pk 37+407
Relazione idrologico-idraulica**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing.E. Pagani	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 3	E	C V	R I	I V 1 3 0 0	0 0 1	A

Progettazione:								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	D. Fanti	16/06/2016	S.Fuoco	16/06/2016	A. Mancarella	16/06/2016	

n.Elabor.: _____	File:IG51-03-E-CV-RI-IV13-00-001-A00
------------------	--------------------------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-03-E-CV-RI-IV13-00-001 Relazione idrologica-idraulica</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 19</p>

INDICE

1.	INTRODUZIONE	5
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
2.1.	Normative, raccomandazioni, linee guida.....	6
2.2.	Riferimenti bibliografici.....	6
2.3.	Elaborati di progetto di riferimento.....	6
3.	DESCRIZIONE DELLE OPERE DI DRENAGGIO.....	8
4.	CALCOLO DELLE PORTATA DI PIOGGIA	12
4.1.	Dati pluviometrici.....	12
4.1.1.	Calcolo della portata di piena	14
5.	VERIFICA DEI COLLETTORI DI SMALTIMENTO	17

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-03-E-CV-RI-IV13-00-001
Relazione idrologica-idraulica

Foglio
4 di 19

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51-03-E-CV-RI-IV13-00-001 Relazione idrologica-idraulica</p>
	<p>Foglio 5 di 19</p>

1. INTRODUZIONE

Il presente documento è stato redatto allo scopo di illustrare le modalità con cui si intende procedere allo smaltimento delle acque meteoriche afferenti al nuovo tratto stradale SP153 - Strada Cassano in corrispondenza del punto ove la stessa interferisce con il tracciato ferroviario di progetto alla pk 37+407.

In particolare all'interno della relazione:

- si riportano le indicazioni relative agli elaborati grafici di riferimento per una migliore comprensione del sistema di smaltimento;
- si descrive la modalità di smaltimento delle acque individuata;
- si procede alla determinazione delle portate di pioggia di progetto, calcolate per un tempo di ritorno di 25 anni e necessarie al dimensionamento della rete di smaltimento;
- si verificano i manufatti idraulici previsti per l'allontanamento delle acque di pioggia;
- si definiscono e si descrivono i ricettori finali delle acque di pioggia.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-03-E-CV-RI-IV13-00-001 Relazione idrologica-idraulica
	Foglio 6 di 19

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1. Normative, raccomandazioni, linee guida

- [1] Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (pubblicato nella G.U. 14 aprile 2006, S.O. n. 96/L) recante "Norme in materia ambientale".
- [2] Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni. Decreto Min. Lav. Pubblici 12/12/85 Circ. M.LL.PP. n°27291.

2.2. Riferimenti bibliografici

- [1] Da Deppo L., Datei C., 2004, Fognature, Libreria internazionale Cortina Padova

2.3. Elaborati di progetto di riferimento

Per quanto riguarda la IV13:

- [1] Cavalcaferrovia SP 153 Linea III Valico-alla Pk 37+407 - Planimetria idraulica
IG51-03-E-CV-PA-IV13-0X-001

Rampa est IR1G:

- [2] Rampa Ovest cavalcavia Km 37+407 - Planimetria idraulica
IG51-03-E-CV-P7-IR1G-03-001
- [3] Rampa Ovest cavalcavia Km 37+407-Particolari costruttivi - idraulica
IG51-03-E-CV-BZ-IR1G-03-001

Rampa ovest IR1J:

- [4] Rampa Est cavalcavia Km 37+407 - Planimetria idraulica
IG51-03-E-CV-P8-IR1H-03-001
- [5] Rampa Est cavalcavia Km 37+407-Particolari costruttivi - idraulica
IG51-03-E-CV-BZ-IR1H-0X-001
- [6] Rampa Est cavalcavia Km 37+407-Tombino idraulico 2,00x1,50 -Planimetria e sezioni
IG51-03-E-CV-AZ-IR1H-0X-003
- [7] Rampa Est cavalcavia Km 37+407 - Tombino idraulico 2,00x1,50-Pianta scavi e tracciamento opere
IG51-03-E-CV-PZ-IR1H-0X-001
- [8] Rampa Est cavalcavia Km 37+407 - Tombino idraulico 2,00x1,50-Carpenteria
IG51-03-E-CV-BB-IR1H-0X-001

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-03-E-CV-RI-IV13-00-001 Relazione idrologica-idraulica</p> <p>Foglio 7 di 19</p>

[9] Rampa Est cavalcavia Km 37+407 - Tombino idraulico 2,00x1,50-Armatura

IG51-03-E-CV-BB-IR1H-0X-002

[10] Rampa Est cavalcavia Km 37+407 - Risagomatura fosso esistente 20A -
planimetria e sezioni stato attuale

IG51-03-E-CV-AZ-IR1H-03-002

[11] Rampa Est cavalcavia Km 37+407 - Risagomatura fosso esistente 20A -
planimetria e sezioni stato di progetto

IG51-03-E-CV-AZ-IR1H-03-002

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI DRENAGGIO

La risoluzione dell'interferenza tra la strada SP153 e la ferrovia in progetto porterà alla realizzazione di un nuovo tracciato stradale per la SP153 costituito da un cavalcaferrovia e dalle due rampe di approccio al viadotto stesso.

Il tratto stradale in progetto ha una lunghezza complessiva di 521 metri e si suddivide in tre differenti WBS:

- la rampa ovest di approccio al viadotto IR1G;
- il cavalcaferrovia IV13;
- la rampa est IR1H.



Figura 1: planimetria nuova strada di progetto SP 153.

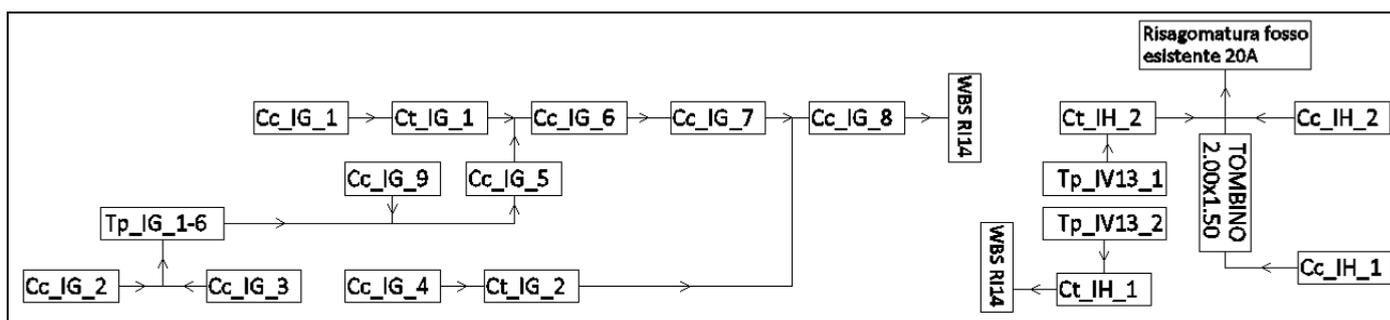


Figura 2: schema idraulico IR1G, IR1H e IV13.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-03-E-CV-RI-IV13-00-001 Relazione idrologica-idraulica
	Foglio 9 di 19

Rampa IR1H

Il tratto stradale compreso tra la pk 0+000 e la pk 0+100 circa non subirà variazioni sostanziali e pertanto verrà mantenuto inalterato il sistema di smaltimento delle acque attuale.

Sul lato sud della strada è previsto, a partire dalla progressiva 0+103,50 il posizionamento di un canale rettangolare in calcestruzzo (Cc_IH_1) avente dimensioni 1,50X1,00. In corrispondenza della pk 0+158,60 le acque raccolte da tale canale verranno allontanate verso il lato nord della strada mediante un tombino di attraversamento avente dimensioni 2,00X1,50. Da qui le acque si immetteranno all'interno del fosso esistente, denominato fosso 20A in fase di progetto definitivo, che verrà opportunamente riprofilato per un tratto di circa 185 metri con una sezione trapezia in terra di base 1,30, altezza 1,20 e pendenza delle sponde 1:1.

Sempre sul lato sud, al piede della rampa, è previsto un fosso in terra trapezio (Ct_IH_1) di dimensioni 0,50x0,50 che raccoglierà le acque provenienti dall'area sud del viadotto IV13 e conferirà quindi tali portate all'interno del fosso della strada di accesso ai fabbricati FA1M e FA1P. Tale fosso, dimensionato considerando anche il contributo di portata del canale Ct_IH_1, risulta di pertinenza della WBS RI14.

Sul lato nord della strada è previsto il posizionamento di una canaletta grigliata carrabile (Cc_IH_2) 0,30x0,30 sulla strada di accesso alle abitazioni tra la pk 0+113 e la pk 0+157 circa.

Inoltre tra la pk 0+159 e la pk 0+200 è previsto, al piede della scarpata, un fosso in terra trapezio (Ct_IH_2) di dimensioni 0,50x0,50 all'interno del quale viene recapitato, mediante un pluviale, il contributo di portata proveniente dalla porzione nord del viadotto IV13.

Sia la canaletta Cc_IH_2 che il fosso Ct_IH_2 conferiscono le portate drenate all'interno della risagomatura del fosso 20A.

Dalla piattaforma stradale le acque verranno inviate, mediante embrici posizionati ad interasse 15 m, ai fossi di guardia in terra che corrono ai piedi delle scarpate.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-03-E-CV-RI-IV13-00-001 Relazione idrologica-idraulica
	Foglio 10 di 19

Viadotto IV13

Il sistema di smaltimento previsto in corrispondenza del viadotto è schematizzato in Figura 3.

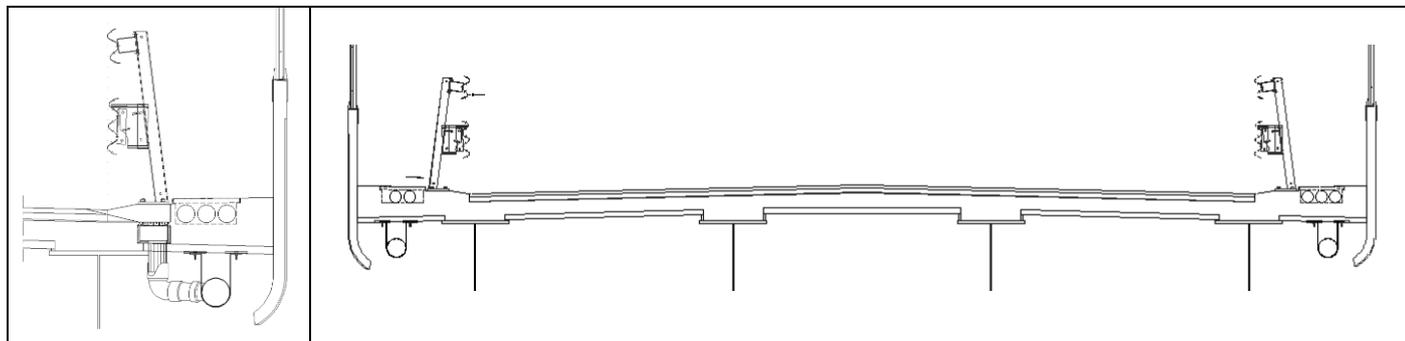


Figura 3: sezione tipo smaltimento acque su viadotto.

Il cavalcaferrovia è totalmente inclinato verso la rampa IR1H. A partire dalla pk 0+200 circa è previsto, su entrambi i lati del viadotto, il posizionamento di una caditoia ogni 20 metri circa. Dalle caditoie l'acqua verrà incanalata, mediante tubi in PVC D160, all'interno di tubazioni in PVC D250 (Tp_IV13_1 lato nord e Tp_IV13_2 lato sud) che corrono sotto l'impalcato con la medesima pendenza dell'impalcato stesso. Infine i tubi D250 scenderanno verticalmente lungo le spalle del viadotto e andranno a scaricare le acque raccolte all'interno dei fossi trapezi in terra posti alla base del viadotto lato est. In particolare, il contributo raccolto dalla porzione nord verrà immesso nel canale Ct_IH_2 che conferirà quanto raccolto nel fosso 20 A, oggetto di un intervento di risagomatura, mentre il contributo raccolto sul lato sud verrà immesso nel canale Ct_IH_1 il quale a sua volta conferirà le portate all'interno del fosso della strada di accesso ai fabbricati FA1M e FA1P. Tale fosso risulta di pertinenza della WBS RI14.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-03-E-CV-RI-IV13-00-001 Relazione idrologica-idraulica
	Foglio 11 di 19

Rampa IR1G

Anche in questo caso a partire dalla piattaforma stradale le acque verranno inviate, mediante embrici posizionati ad interasse 15 m, ai fossi di guardia che corrono ai piedi delle scarpate.

La descrizione del sistema di smaltimento di seguito riportata segue il verso di deflusso delle acque. Sul lato sud della strada è prevista la realizzazione di una paratia tra la pk 0+400 e la pk 0+521 circa. In testa a tale paratia sono previste canalette rettangolari 0,20x0,40 che raccoglieranno le acque provenienti dal versante soprastante.

In corrispondenza della pk 0+500 confluiranno le portate raccolte dalle canalette Cc_IG_2 e Cc_IG_3 poste in testa al tratto di paratia compreso tra la pk 0+475 e la pk 0+521. Mediante un pozzetto le acque verranno inviate a tubazioni, sottostanti la strada, D500 in PVC (Tp_IG_1-6) e allontanate in direzione del viadotto IV13.

Nel tratto di paratia compreso tra la pk 0+400 circa e la pk 0+475 è prevista una terza canaletta rettangolare in cls di dimensioni interne 0,20x0,40 (Cc_IG_4) che invierà quanto raccolto in un fosso trapezio in terra di dimensioni 0,50x0,50, Ct_IG_2, il quale a sua volta recapiterà le acque nella canaletta Cc_IG_8.

La tubazione Tp_IG_6 scaricherà invece quanto drenato, mediante embrici, all'interno del fosso di guardia in cls trapezio 0,50x0,50 (Cc_IG_5) che corre alla base della scarpata del rilevato di approccio al viadotto. In tale fosso confluisce inoltre il contributo di portata drenato dal canale rettangolare 0,20x0,40, Cc_IG_9, posto in testa al muro di sostegno del rilevato lato sud tra la pk 0+286 e la pk 0+308 circa.

A valle del fosso Cc_IG_5 sono previsti tre canali che allontaneranno le acque provenienti dalla Ct_IG_1 e dalla Cc_IG_5. Tali canali sono rispettivamente:

- Cc_IG_6: fosso in cls trapezio 0,60x0,60;
- Cc_IG_7: canale in cls carrabile 1,00x0,75;
- Cc_IG_8: fosso in cls trapezio 0,60x0,60.

Sul lato nord della rampa, per motivi di spazio, è prevista tra la pk 0+475 e la pk 0+450 una canaletta trapezia in cls di dimensioni 0,30x0,30 e successivamente, tra la pk 0+450 e la pk 0+285, un fosso in terra trapezio di dimensioni 0,50x0,50. Tale fosso caricherà all'interno del sistema di smaltimento della WBS RI14 mediante i canali già descritti, Cc_IG_6, Cc_IG_7 e Cc_IG_8.

4. CALCOLO DELLE PORTATE DI PIOGGIA

Si riportano di seguito le metodologie adottate nel calcolo delle portate di piena dei fossi di guardia a presidio della piattaforma stradale.

4.1. Dati pluviometrici

In fase di progettazione definitiva è stato svolto uno studio idrologico (*“Relazione reticolo di drenaggio dei tratti all’aperto dal km 36+585 a termine intervento”* A301_00_D_CV_RG_ID0001_003) finalizzato alla determinazione dei parametri pluviometrici intensi spazializzati a tratti omogenei della linea A.C.

L’analisi delle condizioni pluviometriche del territorio in esame si è basata sui dati pubblicati negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico Min. LL.PP. Per la tratta di Linea che si sviluppa esclusivamente nel versante padano sono stati acquisiti i dati relativi a 11 stazioni di monitoraggio pluviometrico.

Codice stazione	Denominazione	Bacino idrografico	Periodo di misura		Numero dati di osservazione	Coordinate UTM	
			Anno inizio	Anno fine		Est	Nord
1564	Alessandria	Tanaro	1950	1985	23	467349	4974054
1602	Lavezze-Lago	Tanaro	1951	1986	34	488321	4931399
1604	Lavagnina C.Le	Tanaro	1950	1986	35	481721	4938819
1605	Gavi C.Le	Tanaro	1932	1968	32	484389	4948069
1617	Val Noci Diga	Scivia	1956	1986	28	502890	4927686
1621	Scoffera	Scivia	1953	1989	27	509517	4925841
1629	Isola Del Cantone	Scivia	1952	1986	31	496274	4944349
1642	Tortona	Scivia	1943	1986	32	489711	4972128
1649	Montemarzino	Curone	1952	1986	29	498921	4966565
1655	Varzi	Staffora	1953	1986	29	516048	4964733
1661	Voghera	Staffora	1951	1986	35	500238	4981377

Tabella 1: Caratteristiche delle stazioni pluviometriche considerate per la parte di territorio compresa nel bacino padano.

Per la quasi totalità delle stazioni pluviometriche sono stati messi a disposizione dati di misura a partire dagli anni '50 fino ad oltre la metà degli anni '80, con un campione significativo dal punto di vista statistico, in termini di estensione.

Le serie storiche dei dati di pioggia per durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore sono state sottoposte a regionalizzazione determinando i valori di precipitazione corrispondenti a tempi di ritorno di 10, 20, 50, 100, 200 e 500 anni.

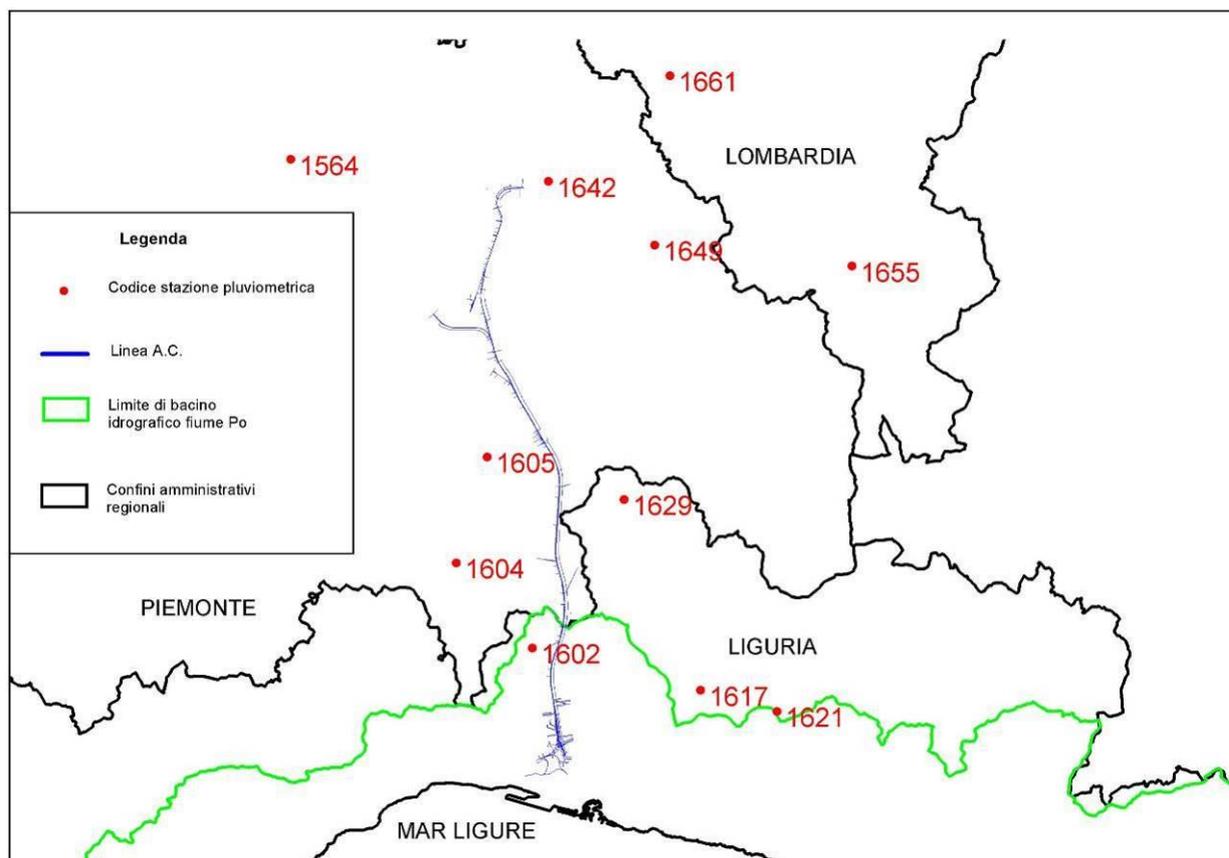


Figura 4: Ubicazione delle stazioni pluviometriche considerate nel bacino padano.

Si sono pertanto ottenuti i valori di a e n , caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica, per il tempo di ritorno di 100 anni. Si riportano di seguito i valori di tali parametri per le durate di 15 minuti, 30 minuti e 60 minuti e per tempi di ritorno 10, 20, 50, 100, 200 e 500 anni nella tratta dal km 33+200 al km 43+500.

	a_10	n_10	a_20	n_20	a_50	n_50	a_100	n_100	a_200	n_200	a_500	n_500
0.25 (ora)	52.63	0.335	62.87	0.333	76.26	0.328	86.25	0.324	96.08	0.321	109.15	0.317
0.50 (ora)	53.17	0.335	63.47	0.333	76.88	0.328	86.95	0.324	96.84	0.321	110.02	0.317
1 (ora)	53.33	0.337	63.68	0.334	77.14	0.329	87.28	0.325	97.23	0.322	110.47	0.318

Tabella 2: Parametri a e n di durate inferiori all'ora per tempi di ritorno 10, 20, 50, 100, 200, 500 anni nella tratta dal km 33+200 al km 43+500.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-03-E-CV-RI-IV13-00-001 Relazione idrologica-idraulica	Foglio 14 di 19

Per la progettazione delle opere di drenaggio stradale è stato utilizzato un tempo di ritorno pari a 25 anni e pertanto, dalla tabella sopra riportata, si sono dedotti per interpolazione polinomiale i valori dei parametri a e n caratteristici della curva di probabilità pluviometrica del tempo di ritorno di 25 anni ottenendo la seguente equazione:

$$I = 66,07 \times t^{0,278-1}.$$

Nota la curva di possibilità pluviometrica, si sono calcolate le portate al colmo utilizzando la formula di Turazza.

4.1.1. Calcolo della portata di piena

Per la determinazione dei valori delle portate di piena sono stati impiegati modelli matematici ed empirici idonei ad interpretare la fenomenologia afflusso pluviometrico - deflusso superficiale.

La valutazione del tempo di corrivazione dei bacini in oggetto, inteso come tempo che intercorre fra l'inizio dell'intumescenza (ammesso coincidente con l'inizio della precipitazione) e il momento in cui l'intero bacino contribuisce al deflusso sulla sezione di chiusura, è stata eseguita con riferimento alla formula di Pezzoli:

$$\tau = 0,055 \frac{L}{i^{0,5}} \quad [h]$$

con: L = lunghezza dell'asta del bacino [km];
 i = pendenza dell'asta.

La valutazione della portata di piena di progetto è stata effettuata con riferimento a modelli matematici cinematici di tipo puntuale e con specifico riferimento alla Formula razionale di Turazza.

Tale formula fornisce la seguente espressione per il valore della portata di picco:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,60}$$

essendo: Q = portata al colmo in m^3/s ;
 C = coefficiente di deflusso;
 I = intensità di pioggia critica in mm/ora, ovvero della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione del bacino in esame e $Tr = 25$ anni (come da prescrizioni RFI);
 A = superficie in km^2 .

Il coefficiente di deflusso C della formula del Turazza è stato posto pari a:

- 0,9 per piattaforma stradale;

- 0,7 sulle scarpate delle trincee e dei rilevati;
- 0,25 per il bacino esterno alla piattaforma, in analogia con il valore utilizzato nel progetto definitivo approvato, dal momento che lo stesso risulta essere essenzialmente rappresentato da campi coltivati pianeggianti e da un terreno caratterizzato da un'elevata permeabilità.

-	L bacino [m]	Area [mq]	i bacino	C	tc [h]	i [mm/h]	Q [mc/s]	Q tot [mc/s]
Cc_IG_1	63	792	6,90%	0,25	0,083	397,35	0,022	0,022
Ct_IG_1	189	4050	6,90%	0,25	0,083	397,35	0,112	
	189	1000	66,00%	0,7	0,083	397,35	0,077	
	189	1100	66,00%	0,9	0,083	397,35	0,109	0,298
Cc_IG_2	21	125	13,53%	0,25	0,083	397,35	0,003	0,003
Cc_IG_3	25	125	13,53%	0,25	0,083	397,35	0,003	0,003
Tp_IG_1-5	100	1060	1,71%	0,9	0,083	397,35	0,105	0,109
Cc_IG_4	77	425	9,20%	0,25	0,083	397,35	0,012	0,012
Ct_IG_2	151	1000	6,64%	0,25	0,083	397,35	0,028	0,028
Cc_IG_5	130	900	66,00%	0,25	0,083	397,35	0,025	
		2650	66,00%	0,7	0,083	397,35	0,205	
		550	66,00%	0,9	0,083	397,35	0,055	0,393
Cc_IG_6							0,691	0,691
Cc_IG_7							0,691	0,691
Cc_IG_8							0,719	0,719
Cc_IG_9	25	200	66,00%	0,7	0,083	397,35	0,015	0,015

	L bacino [m]	Area [mq]	i bacino	C	tc [h]	i [mm/h]	Q [mc/s]
Tp_IV13_1	99,172	585,1148	5,85%	0,9	0,083	397,35	0,058
Tp_IV13_2	99,172	585,1148	5,85%	0,9	0,083	397,35	0,058

	L bacino [m]	Area [mq]	i bacino	C	tc [h]	i [mm/h]	Q [mc/s]	Q tot [mc/s]
Ct_IH_1	52	500	66,00%	0,7	0,083	397,35	0,039	
		250	66,00%	0,9	0,083	397,35	0,025	0,122
Cc_IH_2	53	230	1,00%	0,9	0,083	397,35	0,023	0,023
Ct_IH_2	40	410	66,00%	0,7	0,083	397,35	0,032	
		225	66,00%	0,9	0,083	397,35	0,022	0,112

Per quanto riguarda la portata smaltita dal canale Cc_IH_1 si è calcolata l'area di pertinenza del bacino drenato da tale canale. La portata ottenuta è stata utilizzata inoltre per il dimensionamento del tombino scatolare di attraversamento alla pk 0+158,60 e la risagomatura del fosso 20A immediatamente a valle del tombino. Le opere sono state dimensionate considerando un tempo di ritorno di 100 anni dal momento che trattasi di un intervento di sistemazione di un fosso esistente.

Il bacino associato a tale tratto di fosso è evidenziato in Figura 5 mediante retinatura arancione.

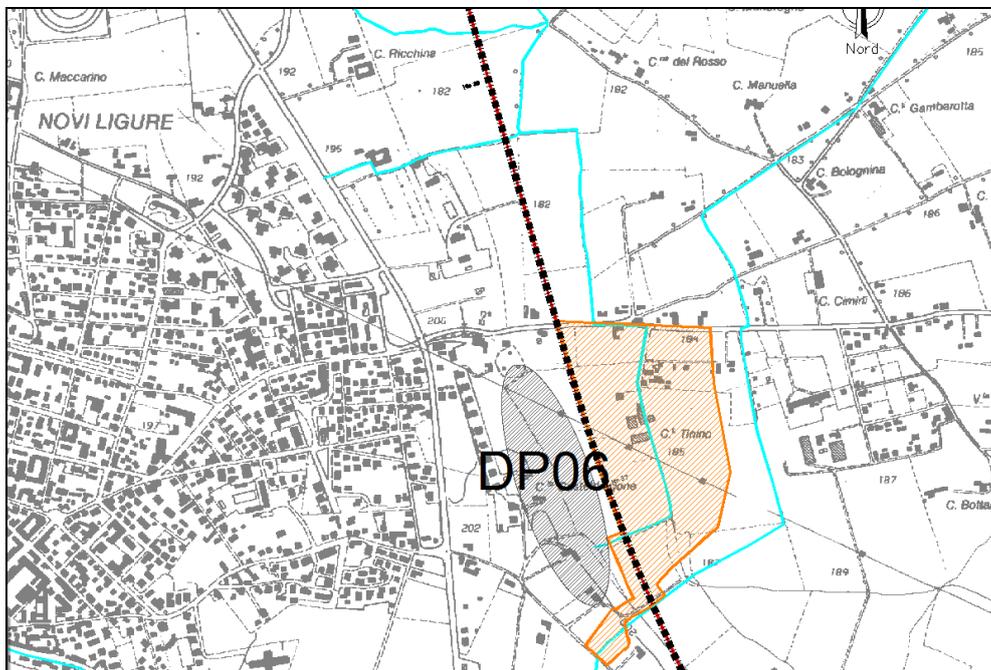


Figura 5: Bacino di pertinenza della risagomatura fosso esistente 20 A.

Si riporta di seguito la sintesi dei dati e dei risultati ottenuti nel calcolo della portata centenaria utilizzata nel dimensionamento della risagomatura del fosso 20 A. I valori di a e n considerati nel calcolo della portata sono quelli indicati in Tabella 4.

A [kmq]	0,1835
Hmax [m slm]	204
Hmin [m slm]	184
L [km]	1,05
i asta [%]	2,0
C	0,3
Q100 [mc/s]	1,92

Tabella 3: Risagomatura fosso esistente 20A: dati di base e valore di portata ottenuto per $TR=100$ anni.

Bacino	TR = 100 anni	
	a	n
13 -14 - 15 - 15bis	70,75	0,359

Tabella 4: Valori di a e n per i bacini 13, 14, 15 e 15 bis.

Si consideri che circa 80 metri a valle dell'inizio dell'intervento di riasgomatura è previsto un apporto di portata proveniente dalla WBS RI14 pari a 1,078 mc/s per un tempo di ritorno centenario, pertanto nel secondo tratto di riasgomatura la portata prevista sarà pari a 2,99 mc/s.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-03-E-CV-RI-IV13-00-001 Relazione idrologica-idraulica

Foglio
17 di 19

5. VERIFICA DEI COLLETTORI DI SMALTIMENTO

I valori di portata di progetto sono stati utilizzati per la verifica idraulica delle sezioni dei fossi di guardia e delle canalette. È stata condotta una verifica in moto uniforme utilizzando la formula di Chezy:

$$Q = \chi \cdot \Omega \sqrt{Ri}$$

Dove: Ω è la sezione bagnata [m²];

i è la pendenza [m/m];

R è il raggio idraulico [m];

χ è dato dalla formula $\chi = K \cdot R^{1/6}$ dove K è il coefficiente di *Gaukler-Strickler*.

Il coefficiente di scabrezza di Strickler è stato assunto pari a:

- 40 m^{1/3}/s per i canali in terra;
- 67 m^{1/3}/s per i manufatti in calcestruzzo;
- 80 m^{1/3}/s per i manufatti in PVC.

Verifica canali rettangolari

	Cc_IG_2	Cc_IG_3	Cc_IG_4	Cc_IG_7	Cc_IG_9	Cc_IH_2	Cc_IH_1
Q [mc/s]	0,003	0,003	0,012	0,691	0,015	0,023	1,920
if	0,0776	0,103	0,0650	0,0088	0,002	0,0035	0,0030
base [m]	0,200	0,200	0,200	1,000	0,200	0,300	1,500
Ks [m ^{1/3} /s]	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000
A [mq]	0,003	0,003	0,008	0,325	0,034	0,035	1,035
C [m]	0,228	0,226	0,277	1,650	0,536	0,535	2,880
tirante [m]	0,014	0,013	0,039	0,325	0,168	0,118	0,690
h canale [m]	0,400	0,400	0,400	0,500	0,350	0,300	1,000
GR [%]	3	3	10	65	48	39	69
V [m/s]	1,2	1,3	1,5	2,1	0,5	0,6	1,9

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-03-E-CV-RI-IV13-00-001 Relazione idrologica-idraulica		Foglio 18 di 19

Verifica canali trapezi

	Cc_IG_1	Ct_IG_1	Ct_IG_2	Cc_IG_5	Cc_IG_6	Cc_IG_8	Ct_IH_1	Ct_IH_2
Q [mc/s]	0,022	0,298	0,028	0,393	0,691	0,719	0,122	0,112
if [%]	0,0027	0,0529	0,0403	0,0367	0,0136	0,0136	0,0052	0,0013
sponda [m/m]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
base [m]	0,300	0,500	0,500	0,500	0,600	0,600	0,500	0,500
Ks [m ^(1/3) /s]	67,000	40,000	40,000	67,000	67,000	67,000	40,000	40,000
A [mq]	0,038	0,129	0,028	0,124	0,271	0,279	0,156	0,244
C [m]	0,570	1,032	0,644	1,015	1,451	1,469	1,116	1,358
tirante [m]	0,096	0,188	0,051	0,182	0,301	0,307	0,218	0,303
h canale [m]	0,300	0,500	0,500	0,500	0,600	0,600	0,500	0,500
GR [%]	32	38	10	36	50	51	44	61
V [m/s]	0,6	2,3	1,0	3,2	2,6	2,6	0,8	0,5

Verifica tubazioni

	Tp_I13_1	Tp_I13_2	Tp_IG_1-6
Q [mc/s]	0,058	0,058	0,109
if [%]	0,0585	0,0585	0,0040
D [m]	0,25	0,25	0,5
Ks [m ^(1/3) /s]	80	80	80
y [m]	0,11	0,11	0,23
fi	2,87	2,87	2,99
A [mq]	0,02	0,02	0,09
C [m]	0,36	0,36	0,75
y/D [%]	43	43	46
V [m/s]	2,9	2,9	1,2

Verifica del tombino e della risagomatura del fosso 20 A

Il tombino scatolare di dimensioni interne 2,00X1,50 posizionato sotto la rampa est (IR1H) di approccio al viadotto IV13 è stato verificato per un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 100 anni, dal momento che tale tombino va ad incanalare la portata di un fosso dimensionato per un tempo di ritorno centenario; pertanto la portata per cui è stato verificato il manufatto è pari a 1,92 mc/s.

	Tombino fosso 20 A
Q [mc/s]	1,921
if	0,0032
base [m]	2,00
Ks [m ^{1/3} /s]	67
A [mq]	1,038
C [m]	3,038
tirante [m]	0,519
h canale [m]	1,29
GR [%]	40

Come detto in precedenza la risagomatura del fosso 20A verrà effettuata mediante una sezione in terra trapezia con pendenza delle sponde 1:1, base 1,30 m e altezza 1, 20 m.

Canali trapezi	Risagomatura Fosso 20A – tratto 1	Risagomatura Fosso 20A – tratto 2
Q [mc/s]	1,92	2,99
if	0,0055	0,0055
sponda [m/m]	1	1
base [m]	1,3	1,30
Ks [m ^{1/3} /s]	40	40
A [mq]	1,207	1,672
C [m]	3,072	3,55
tirante [m]	0,627	0,797
h canale [m]	1,20	1,20
GR [%]	52	66
V [m/s]	1,6	1,8

Il grado di riempimento delle opere è stato valutato considerando l'altezza minima utile disponibile in corrispondenza dei vari manufatti.