

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 DEFINITIVO**

**TRINCEA DI LINEA III VALICO - DA PK 42+778.80 ALLA PK 44+152.646**

**Relazione idraulica**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. N. Maestro	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
A 3 0 1	0 X	D	C V	R I	T R 1 4 0 4	0 0 1	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	3BA	16/06/2020	COCIV	17/06/2020	A. Mancarella	18/06/2020	 Dott. Ing. A. Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
A01	Aggiornamento per revisione interna	3BA	29/06/2020	COCIV	30/06/2020	A. Mancarella	01/07/2020	

n. Elab.:	File: A301-0X-D-CV-RI-TR14-0-4-001_A01
-----------	--



<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>A301-0X-D-CV-RI-TR14-0-4-001_A01 Relazione idraulica</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 23</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 DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE .....	8
4.	IDROLOGIA .....	13
4.1.	Dati pluviometrici .....	13
4.2.	Calcolo delle portate di piena .....	15
5.	VERIFICA DEI COLLETTORI DI SMALTIMENTO .....	18

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



A301-0X-D-CV-RI-TR14-0-4-001\_A01  
Relazione idraulica

Foglio  
4 di 23

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>A301-0X-D-CV-RI-TR14-0-4-001_A01 Relazione idraulica</p>	<p>Foglio 5 di 23</p>

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento è stato redatto allo scopo di illustrare le modalità con le quali si intende procedere allo smaltimento delle acque meteoriche afferenti al tracciato ferroviario dal **km 42+778.8** al **km 44+155.64** nell'ambito del progetto della Linea Alta Capacità Milano-Genova. Il tratto interessa l'Area di Pozzolo Nord – WBS TR14

In particolare all'interno della relazione:

- si procede alla determinazione delle portate di pioggia di progetto, calcolate per un tempo di ritorno di 100 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  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-RI-TR14-0-4-001_A01 Relazione idraulica
	Foglio 6 di 23

## 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

#### Elaborati di PE:

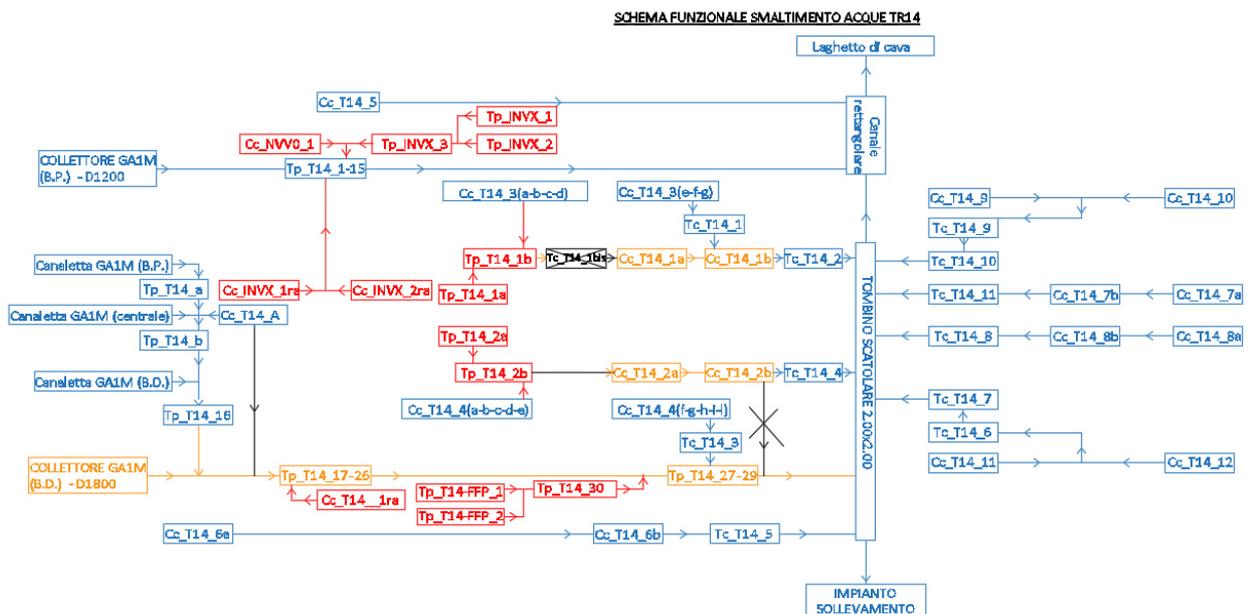
- [1] TRINCEA DALLA PK 42+778.80 ALLA PK 44+155.64 – Planimetria idraulica di progetto da pk 42+778.80 a pk 43+450.00 Tav.1 di 2- IG51-03-E-CV-P7-TR14-0X-003
- [2] TRINCEA DALLA PK 42+778.80 ALLA PK 44+155.64 – Planimetria idraulica di progetto da pk 43+450.00 a pk 44+155.64 Tav. 2 di 2 - IG51-03-E-CV-P7-TR14-0X-004
- [3] TRINCEA DALLA PK 42+778.80 ALLA PK 44+155.64 – Relazione idraulica di progetto da pk 42+778.00 a pk 44+155.64 - IG51-03-E-CV-RI-TR14-0X-001-B01
- [4] TRINCEA DALLA PK 42+778.80 ALLA PK 44+155.64 – Particolari costruttivi idraulici Tav 1 - IG51-03-E-CV-BZ-TR14-0X-005
- [5] TRINCEA DALLA PK 42+778.80 ALLA PK 44+155.64 – Particolari costruttivi idraulici Tav 2 - IG51-03-E-CV-BZ-TR14-0X-006
- [6] TRINCEA DALLA PK 42+778.80 ALLA PK 44+155.64 – Particolari costruttivi idraulici Tav 3 - IG51-03-E-CV-BZ-TR14-0X-007
- [7] TRINCEA DALLA PK 42+778.80 ALLA PK 44+155.64 – Particolari costruttivi idraulici Tav 4 - IG51-03-E-CV-BZ-TR14-0X-008
- [8] TRINCEA DALLA PK 42+778.80 ALLA PK 44+155.64 – Particolari costruttivi idraulici Tav 5 - IG51-03-E-CV-BZ-TR14-0X-015

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>A301-0X-D-CV-RI-TR14-0-4-001_A01 Relazione idraulica</p>	<p>Foglio 7 di 23</p>

- [9] TRINCEA DALLA PK 42+778.80 ALLA PK 44+155.64 – Profilo longitudinale tubazioni PAED raccolta acque - IG51-03-E-CV-FZ-TR14-0X-005
- [10] TRINCEA DALLA PK 42+778.80 ALLA PK 44+155.64 – Canale di smaltimento acque al lago – Planimetria, profilo e sezione tipo - IG51-03-E-CV-BZ-TR14-0X-015
- [11] TRINCEA DALLA PK 42+778.80 ALLA PK 44+155.64 – Sezione di posa dei tubi PEAD - IG51-03-E-CV-WZ-TR14-0X-002

### 3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

Si riporta di seguito uno schema idraulico della WBS TR14.



#### Descrizione del sistema di smaltimento delle acque tra la pk 42+778.80 e la pk 43+808.30

Immediatamente a valle della galleria GA1M:

- le acque smaltite dalla tubazione D1200 in PEAD che scorre all'esterno della galleria GA1M parallelamente al binario pari, in corrispondenza dell'inizio della TR14 vengono immesse all'interno di una tubazione che si sviluppa lungo il lato binario pari denominata Tp\_14\_1-15 in PEAD D1200 (D esterno 1200 mm - D interno 1030 mm) fino al km 43+806 in corrispondenza del quale conferiscono a gravità quanto raccolto all'interno di un canale rettangolare in cls di dimensione 2,50X2,50 che ha come recapito finale un lago di cava posto a circa 200 m di distanza dal tracciato ferroviario. Il canale citato parte in corrispondenza del tombino di attraversamento (canna B) al km 43+806 e si sviluppa in direzione nord-ovest fino al laghetto precedentemente descritto.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-RI-TR14-0-4-001_A01 Relazione idraulica	Foglio 9 di 23

- le acque provenienti dalla canaletta rettangolare in cls 40X36cm Cc\_T14\_A (tratto in corrispondenza del quale si realizza l'inversione della falda dei binari) vengono convogliate, dapprima mediante una tubazione in PEAD D720 di attraversamento dei binari e quindi con una seconda tubazione D720 in PEAD (Tp\_T14\_16), all'interno di un tubo (Tp\_T14\_17-26) in PEAD D1800 (D esterno 1800 mm – D interno 1500) posto a lato del binario dispari. Tale tubazione, a partire dal km 43+600, viene sostituita da un tubo strutturato in polietilene con anima in acciaio (Tp\_T14\_27-29) D1800 (D esterno 1800 – D interno 1500 mm) dal momento che tale manufatto riceve anche il contributo aggiuntivo delle portate scolanti dalla scarpata in testa al muro della trincea lato binario dispari tra il km 42+778 e il km 43+600 (raccolte da una canaletta rettangolare 50X50 in cls Cc\_T14\_4(a-b-c-d-e-f-g-h-i-l-)). Detta tubazione recapita, quindi, le portate raccolte all'interno del tombino posizionato in corrispondenza del km 43+804 (canna A). Da qui le acque vengono inviate ad una stazione di sollevamento delle acque meteoriche, immediatamente adiacente al tombino di attraversamento e posta a lato del binario dispari, che invia le portate verso il canale rettangolare 2,50X2,50 già descritto in precedenza.
- Le acque provenienti dalla piattaforma ferroviaria sia per il binario dispari che per il binario pari tra il km 42+778 e il km 43+260 vengono raccolte dalle tubazioni DN315 (Tp\_T14\_1a B.P e Tp\_T14\_2a B.D.), poste a lato della piattaforma e da queste convogliate nelle tubazioni DN800 in PEAD (Tp\_T14\_1b B.P. e Tp\_T14\_2b B.D.) poste anch'esse ai lati della piattaforma. Dalla pk 43+260 alla pk 43+800 le stesse acque vengono raccolte dalle canalette rettangolari in cls 50X90 (Per il binario dispari Cc\_T14\_2a tra la pk 43+260 e la pk 43+600 e Cc\_T14\_2b tra la pk 43+600 e la pk 43+804; per il binario pari Cc\_T14\_1a tra la pk 43+260 e la pk 43+600 e Cc\_T14\_1b tra la pk 43+600 e la pk 43+804), nelle quali vengono convogliate anche le acque dei tratti precedenti e che, in definitiva, hanno anch'esse come racpito finale il tombino scatolare di attraversamento posto alla pk 43+800.

Per quanto riguarda il binario pari si tenga presente che la tubazione D1200 in PEAD (Tp\_14\_1-15) che corre parallelamente a tale binario non può accogliere né le portate drenate dalla canaletta posta in testa al muro della trincea lato binario pari tra il km 42+778 e il km 43+600 (manufatto rettangolare 50X50 denominato Cc\_T14\_3(a-b-c-d-e-f-g-)), né quelle provenienti dalla tubazione in PEAD DN800 (Tp\_14\_1b) posta a presidio della piattaforma ferroviaria a lato del binario pari (del tutto analoga a quella posta sul lato del binario dispari), essendo la tubazione posta a quota superiore a quella di detti manufatti. Pertanto, per permettere lo smaltimento delle portate, si è previsto di posizionare a presidio della piattaforma ferroviaria (lato binario pari) dei manufatti di dimensioni superiori a quelle previste dal progetto esecutivo e in particolare:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-RI-TR14-0-4-001_A01 Relazione idraulica
	Foglio 10 di 23

- una canaletta di dimensioni interne 0,50X0,90 (Cc\_T14\_1a) e pendenza data dal magrone di posa interno al manufatto tra il km 42+778 e il km 43+600;
- una canaletta di dimensioni interne 1,00X1,00 (Cc\_T14\_1b) pendenza data dal magrone di posa interno al manufatto tra il km 43+600 e il km 43+808 da momento che in corrispondenza della fine del muro della trincea (km 43+600) tale canaletta riceve, mediante una tubazione in cls DN600 (diametro interno 600) (Tc\_T14\_1), anche il contributo di portata proveniente dal manufatto (Cc\_T14\_3) posto a presidio della scarpata in testa al muro.

La canaletta ferroviaria lato binario pari sopra descritta smaltisce infine le portate, mediante una tubazione in cls D600 (Tc\_14\_27) all'interno del tombino scatolare 2,00X2,00 al km 43+808 che invia quanto raccolto alla stazione di sollevamento. Come già descritto in precedenza la stazione di sollevamento allontanerà le acque verso il canale rettangolare in cls 2,50X2,50.

A presidio della piattaforma ferroviaria vengono poste anche le canalette rettangolari (Cc\_T14\_3 e Cc\_T14\_4) 0,50X0,50 in testa ai muri che ogni 20 metri scaricano all'interno delle tubazioni da DN800 (Tp\_T14\_1b e Tp\_T14\_2b) fino alla pk 42+260. In corrispondenza del km 42+260 le dette canalette poste in testa ai muri della trincea, proseguiranno parallelamente scaricando la prima (Binario pari) nella canaletta ferroviaria Cc\_T14\_1b che a sua volta invieranno le portate raccolte con una tubazione D800 in cls (Tc\_T14\_2) direttamente nel tombino di attraversamento idraulico 2,00X2,00 (canna A) al km 43+804 che allontanerà quanto raccolto verso la stazione di sollevamento; mentre la canaletta Cc\_T14\_4 scaricherà, attraverso la tubazione Tc\_T14\_3 direttamente nel collettore laterale Tp\_T14\_27-29, che a sua volta convoglierà le acque nel tombino scatolare di attraversamento.

Per quanto riguarda il drenaggio delle acque provenienti dal bacino esterno all'infrastruttura a monte del tombino:

- in testa alla scarpata della trincea lato binario pari è presente un fosso di guardia trapezio in cls (Cc\_TR14\_5) di dimensioni 0,50x0,50 avente la funzione di intercettare le acque provenienti dal bacino esterno al tracciato ferroviario al fine di evitare che le stesse raggiungano la piattaforma ferroviaria. Tale fosso conferisce a gravità all'interno del canale rettangolare in cls 2,50X2,50 precedentemente descritto;
- In testa alla scarpata della trincea lato binario dispari sono presenti due opere di drenaggio (Cc\_T14\_6a canale rettangolare 50X50 in cls e Cc\_TR14\_6b trapezio 60X60 in cls) che conferiscono la portata nel tombino scatolare (canna A) alla pk 43+804 mediante una tubazione D600 in cls (Tc\_T14\_5).

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-RI-TR14-0-4-001_A01 Relazione idraulica
	Foglio 11 di 23

Si descrive di seguito il tombino di attraversamento ubicato in corrispondenza del km 43+806 circa.

Tale attraversamento è costituito da tre canne:

- la prima (canna A – pk 43+804), posta idraulicamente più a monte, riceve il contributo delle portate drenate tra il km 42+778 e il tombino stesso; quanto conferito nella canna A va a scaricare all'interno della stazione di sollevamento.
- la seconda (canna B – pk 43+806), posta nella parte centrale, permette il passaggio della tubazione di mandata delle pompe che dalla stazione di sollevamento allontana le portate verso il canale rettangolare in cls di dimensioni 2,50X2,50 che parte in corrispondenza del km 43+806 circa a lato del binario pari e conferisce le portate raccolte nel lago di cava; sempre in corrispondenza di questa canna, a valle del pozzetto di dissipazione in cui scaricano le pompe dell'impianto di sollevamento, recapita la tubazione D1200 in PEAD (Tp\_T14\_1-15) che corre parallelamente al binario pari. Le portate provenienti dall'impianto di sollevamento e dalla tubazione D1200 in PEAD vengono quindi inviate al canale rettangolare in cls 2,50X2,50.
- la terza (canna C – pk 43+808), posta nella zona idraulicamente più a valle, riceve le portate del tratto compreso tra il tombino e la fine dell'intervento e le invia alla stazione di sollevamento.

Descrizione del sistema di smaltimento delle acque tra la pk 43+808.30 e la pk 44+155.64

Anche gli ultimi 350 metri di tracciato recapitano le acque drenate all'interno del tombino posto alla pk 43+808 (canna C). Tale soluzione implica necessariamente che l'andamento altimetrico dei manufatti di smaltimento nel tratto finale sia in contropendenza rispetto all'andamento altimetrico dell'infrastruttura di progetto.

Per quanto riguarda il drenaggio della piattaforma ferroviaria da parte delle canalette laterali ai binari si prevede di procedere in tal modo:

- dalla progressiva 44+155,64 alla progressiva 44+040, ossia per un tratto di circa 115 metri, si prevede l'utilizzo di una canaletta rettangolare 0,50X0,50 (Cc\_T14\_7a lato binario pari e Cc\_T14\_8a lato binario dispari) sagomata internamente con magrone al fine di conferirle una pendenza minima dello 0,05%. L'altezza utile minima di questi canali sarà pari a 0,31 m;
- dalla progressiva 44+040 alla 43+810 circa, ossia per un tratto di 230 m la canaletta rettangolare 0,50X0,50 sarà sostituita da un manufatto avente dimensioni maggiori, ossia 1,00X1,00 (Cc\_T14\_7b lato binario pari e Cc\_T14\_8b lato binario dispari); anche in questo caso sarà necessario risagomare il fondo della canaletta al fine di conferire alla stessa la

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>A301-0X-D-CV-RI-TR14-0-4-001_A01 Relazione idraulica</p>	<p>Foglio 12 di 23</p>

pendenza necessaria allo smaltimento della portata transitante. In questo caso l'altezza utile minima sarà pari a 0,63 m;

- poco prima dell'ingresso all'interno del tombino scatolare alla pk 43+808 (canna C) tali canalette verranno intercettate da due pozzetti; da questi partiranno tubazioni D600 in cls (Tc\_T14\_29 lato binario pari e Tc\_T14\_30 lato binario dispari) che conferiranno le portate direttamente all'interno del tombino già menzionato.

I fossi di guardia posizionati in testa alle scarpate della trincea nel tratto terminale del tracciato della TR14 tra la pk 44+155 e la pk 43+850 si svilupperanno in contropendenza (Cc\_T14\_10 lato binario pari e Cc\_T14\_12 lato binario dispari) e conferiranno le acque in pozzetti che accoglieranno anche il contributo dei fossi di guardia compresi tra la pk 43+810 e la 43+850 circa (Cc\_T14\_9 lato binario pari e Cc\_T14\_11 lato binario dispari). Da tali pozzetti le acque verranno inviate al tombino scatolare mediante tubazioni in cls D400 (Tc\_TR14\_9-10 lato binario pari e Tc\_TR14\_6-7 lato binario dispari) e quindi allontanate verso un laghetto limitrofo mediante il già descritto canale rettangolare in cls 2,50X2,50 di pendenza pari a 0,16%.

Per quanto riguarda il sistema di smaltimento delle acque tra la pk 43+808.30 e la pk 44+155.64, si faccia riferimento a quanto già riportato alla relazione Idraulica del progetto esecutivo (Doc. IG51-03-E-CV-RI-TR14-0X-001-B01).

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-RI-TR14-0-4-001_A01 Relazione idraulica
	Foglio 13 di 23

## 4. IDROLOGIA

### 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.

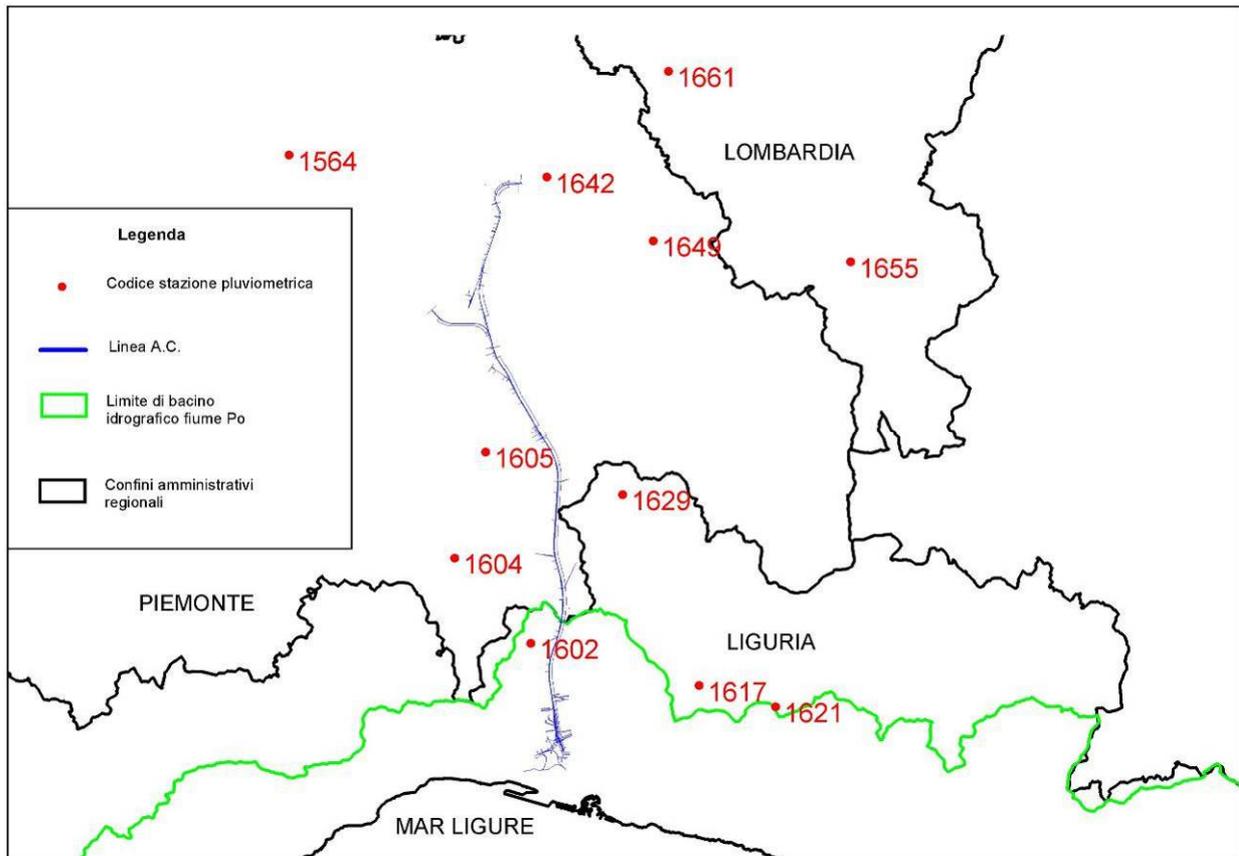


Figura 1: Ubicazione delle stazioni pluviometriche considerate nel bacino padano.

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

	$a_{10}$	$n_{10}$	$a_{20}$	$n_{20}$	$a_{50}$	$n_{50}$	$a_{100}$	$n_{100}$	$a_{200}$	$n_{200}$	$a_{500}$	$n_{500}$
<b>0.25 (ora)</b>	52.63	0.335	62.87	0.333	76.26	0.328	86.25	0.324	96.08	0.321	109.15	0.317
<b>0.50 (ora)</b>	53.17	0.335	63.47	0.333	76.88	0.328	86.95	0.324	96.84	0.321	110.02	0.317
<b>1 (ora)</b>	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.

	$a_{10}$	$n_{10}$	$a_{20}$	$n_{20}$	$a_{50}$	$n_{50}$	$a_{100}$	$n_{100}$	$a_{200}$	$n_{200}$	$a_{500}$	$n_{500}$
<b>0.25 (ora)</b>	47.58	0.282	55.54	0.280	66.07	0.278	73.90	0.276	81.60	0.275	91.77	0.273
<b>0.50 (ora)</b>	48.35	0.282	56.45	0.280	66.99	0.278	74.94	0.276	82.75	0.275	93.09	0.273
<b>1 (ora)</b>	48.53	0.281	56.71	0.280	67.34	0.277	75.37	0.276	83.26	0.274	93.69	0.272

Tabella 3: Parametri  $a$  e  $n$  di durate inferiori all'ora per tempi di ritorno 10,20,50,100,200,500 anni nella tratta dal km 43+500 al km 53+840.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-RI-TR14-0-4-001_A01 Relazione idraulica	Foglio 15 di 23

Le curve di possibilità pluviometrica caratteristiche della zona in esame per TR=100 anni saranno pertanto le seguenti:

- da pk 39+500 a pk 43+500:  $I = 87,28 \times t^{0,325-1}$ ;
- da pk 43+500 a pk 44+155:  $I = 75,37 \times t^{0,276-1}$ ;

Note le curve di possibilità pluviometrica, si sono infine calcolate le portate al colmo utilizzando la formula di Turazza.

#### 4.2. Calcolo delle portate 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<sup>3</sup>/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  $Tr = 100$  anni (come da prescrizioni RFI);  
 $A$  = superficie in km<sup>2</sup>.

Per quanto riguarda il calcolo delle portate afferenti ai vari manufatti e le verifiche relative alla capacità di smaltimento degli stessi delle WBS TR13 e GA1M si vedano le relative relazioni idrauliche.

WBS	Posizione	TRATTO	pk inizio	pk fine	larghezza di competenza	Sup.	Pendenza Bacino	Pendenza Tubazione	Tempo di ingresso in rete (o tempo di ruscellamento)	Lunghezza tubazione	Velocità (di percorrenza)	Tempo di percorrenza	Tempo di corrivazione	intensità di pioggia	Coeff. di deflusso	Portata di calcolo	Tipo di sezione	Materiale tubazione	Recapito	
			[m]	[m]					$t_e$ [s]		$V_p$ [m/s]	$t_p$ [s]	$t_c$ [s]	$i_c$ [m/h]	$C$ [-]	$Q$ [mc/s]				
TR14	Lato Binario Dispari	Cc_T14_A	42780	42786	8,6	51,6	3	1,2	300	6	1	6	306	460,85	1,00	0,01	SC400X360	CLS	Tp_T14_b	
		Tp_T14_a	42767	42767	-	-	0,6	0,6	-	3,7	1,74	2,13	2,13	-	1,00	0,23	DN720	PEAD	Tp_T14_b	
		Tp_T14_b	42767	42767	-	-	0,6	0,6	-	3,7	1,75	2,11	2,11	-	1,00	0,23	DN720	PEAD	Tp_T14_16	
		Tp_T14_16	42767	42767	-	-	0,6	0,6	-	4,6	2,05	-	-	-	-	0,45	DN720	PEAD	Tp_T14_17-29	
		Tp_T14_2a	42790	43266	7,35	159,03	3	1,2	8	22	1,85	12	20	2896,00	1,00	0,13	DN315	PVC	Tp_T14_2b	
		Cc_T14_4 (a-b-c-d-e)	42916	43243	2	654	52,57	0,5	1	327	0,8	409	409	409	378,70	0,70	0,05	SC500x500	CLS	Tp_T14_2b
		Cc_T14_4 (e-f-g-h-i-l)	43243	43600	2	714	52,57	0,5	1	357	0,87	410	411	411	377,71	0,70	0,05	SC500x500	CLS	Tc_T14_3
		Tc_T14_3	43600	43600													0,05	DN500	CLS	Tp_T14_17-29
		Tp_T14_2b	42808	43266			4152,6	0,6	1,2	300	458	2,72	168	468	345,75	0,88	0,35	DN800	PEAD	Cc_T14_2a
		Cc_T14_2a	43266	43600	7,35	2454,9	3	0,6	300	334	2	167	467	467	346,44	1,00	0,59	SC500x900	CLS	Cc_T14_2b
		Cc_T14_2b	43600	43800	7,35	1470	3	0,6	300	200	1,11	180	480	480	339,99	1,00	0,72	SC1000x1000	CLS	Tc_T14_4
		Tc_T14_4															0,72	DN600	CLS	Tombino Sactolare 2,00x2,00
		Tp_T14_30															0,239	DN500	PEAD	Tp_T14_17-29
		Cc_T14_1ra	42836	42973,5	7,5	1031,25	2,5	6	172	137,5	1,07	129	301	301	466,32	1,00	0,13	SC500x500	CLS	Tp_T14_17-29
	Tp_T14_17-29	42778	43800					0,08								0,88	DN1800	PEAD	Tombino Sactolare 2,00x2,00	
	Cc_T14_6	42806	43800	10	9940	1,65	0,5	1532	994	1,18	842	2375	2375	115,58	0,70	0,22	TRPZ 600x600	CLS	Tc_T14_5	
	Tc_T14_5															0,22	DN600	CLS	Tombino Sactolare 2,00x2,00	
	Lato Binario Pari	Cc_INVX_1ra	42819	42861	20	840	31	0,7	300	42	0,81	52	352	419,40	0,70	0,07	SC500X500	CLS	Tp_T14_1-15	
		Cc_INVX_2ra	42861	42975	20	2280	31	0,7	300	114	1,23	93	393	389,44	0,70	0,17	SC500X500	CLS	Tp_T14_1-15	
		Cc_NVV0_1	42773	42970	8,60	51,60	5,00	5,00	211	238,00	1,00	238,00	449	355,89	0,80	0,004	TRPZ500X500	CLS	Tp_T14_1-15	
		Tp_INVX_1	42977	43027	-	1027,50	2,50	1,00	300,00	92,00	1,50	61,33	361	411,94	1,00	0,12	DN400	PVC	Tp_INVX_3	
		Tp_INVX_2	42977	43027		1027,50	2,50	1,00	300,00	68,00	1,50	45,33	345	424,73	1,00	0,12	DN400	PVC	Tp_INVX_3	
		Tp_INVX_3	-	-		2055,00	0,00	3,00	300,00	-	-	-	-	-	-	-	0,24	DN500	PVC	Tp_T14_1-15
		Tp_T14_1-15															0,48	DN1200		Canale rettangolare
		Tp_T14_1a	42790	43266	7,35	159,03	3,00	1,20	8,40	21,64	1,85	11,70	20	2896,00	1,00	0,13	DN315	PVC	Tp_T14_1b	
		Cc_T14_3 (a-b-c-d)	42916	43243	2,00	654,00	52,57	0,50	0,55	327,00	0,80	408,75	409	409	378,70	0,70	0,05	SC500x500	CLS	Tp_T14_1b
		Tp_T14_1b	42808	43266	-	4152,6	0,6	1,2	300	458	2,72	168,38	468	468	345,75	0,88	0,35	DN800	PEAD	Cc_T14_1a
		Cc_T14_1a	43266	43600	7,35	2454,9	3	0,6	300	334	2	167	467	467	346,44	1,00	0,59	SC500x900	CLS	Cc_T14_1b
Cc_T14_3 (e-f-g-h)		43243	43600	2	714	52,57	0,5	1	357	1	410	411	411	378	0,70	0,05	SC500x500	CLS	Tc_T14_1	
Tc_T14_1		43600	43600													0,05	DN600	CLS	Cc_T14_1b	
Cc_T14_1b		43600	43800	7,35	1470	3	0,6	300	200	1,11	180	480	480	339,99	1	0,72	SC1000x1000	CLS	Tc_T14_2	
Tc_T14_2															0,72	DN600	CLS	Tombino Sactolare 2,00x2,00		
Cc_T14_5	42778	43800	8,6	8789,2	1,65	0,5	1575	1022,00	2,00	511	2086	2086	126,13	0,80	0,25	TRPZ500X500	CLS	Canale rettangolare		

Tabella 4: Calcolo delle Q con TR=100 anni per manufatti di interesse in corrispondenza della TR14.  
Canale (\*) = canale rettangolare 2,50X2,50 di recapito nel lago di cava

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>A301-0X-D-CV-RI-TR14-0-4-001_A01 Relazione idraulica</p>	<p>Foglio 17 di 23</p>

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

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-RI-TR14-0-4-001_A01 Relazione idraulica	Foglio 18 di 23

## 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:  $\Omega$  è la sezione bagnata [m<sup>2</sup>];

$i$  è la pendenza [m/m];

$R$  è il raggio idraulico [m];

$\chi$  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:

- 67 m<sup>1/3</sup>/s per i manufatti in calcestruzzo;
- 105 m<sup>1/3</sup>/s per i manufatti in PVC e PEAD.

### Verifica canali rettangolari

Le sezioni rettangolari da verificare sono tutte in cls ed hanno dimensioni 0.5x0.50m; 0.5x0.90; 1.00x1.00m e 0.4x0.36m, per ciascuna di esse si riporta soltanto la verifica relativa al tratto con la massima portata.

Per la sezione 0.5x0.5 la portata massima è pari a 0.05mc/s corrispondente alle canalette Cc\_T14\_3 e Cc\_T14\_4

Per la sezione 0.4x0.36 la portata massima è pari a 0.012 mc/s relativamente al tratto Cc\_T14\_A

Per la sezione 0.5x0.9 la massima portata è pari a 0.59mc/s relativamente alle canalette Cc\_T14\_1a e Cc\_T14\_2a

Per la sezione 1.00x1.00 la massima portata è pari a 0.72 e corrisponde alle canalette Cc\_T14\_1b e Cc\_T14\_2b

Grandezza		Cc_T14_A	Cc_T14_1a Cc_T14_2a	Cc_T14_1b Cc_T14_2b	CC_T14_3 Cc_T14_4
Portata massima afferente	Q [mc/s]	0,012	0.59	0,72	0.05
Pendenza della tubazione	$i_f$	0,012	0.006	0.006	0.005
Base	B [m]	0,40	0,50	1,00	0,50
Coefficiente di Glauker-Strickler	$K_s$ [ $m^{1/3}/s$ ]	67	67	67	67
Area bagnata	$\Omega$ [mq]	0,01	0.35	0.38	0.06
Contorno bagnato	C [m]	0,47	1.90	1.77	0.73
Tirante	h [m]	0,03	0.7	0.38	0.11
Altezza	H canale [m]	0,36	0,90	1,00	0,50
Velocità	V [m/s]	0,71	1.68	1.88	0.87
Grado di riempimento	GR [%]	<b>8.5</b>	<b>78</b>	<b>38</b>	<b>22</b>

Verifica tubazioni circolari

Grandezza		Tp_T14_a Tp_T14_b Tp_14_16	Tp_T14_1a Tp_T14_2a	Tp_T14_1-15	Tp_T14_1b Tp_T14_2b	Tp_T14_17-26 Tp_14_27-29
Portata massima afferente	Q [mc/s]	0.45	0.13	0.48	0.35	0.88
Pendenza della tubazione	$i_f$	0.02	0.012	0.005	0.012	0.0009
Diametro interno	D [m]	0.630	0.300	1,03	0.678	1,5
Coefficiente di Glauker-Strickler	$K_s$ [ $m^{1/3}/s$ ]	105	105	105	105	105
Tirante	h [m]	0.20	0.15	0.25	0.19	0.45
Area bagnata	$\Omega$ [mq]	0.12	0.06	0.22	0.13	0.66
Contorno bagnato	C [m]	1.02	0.63	1.44	1.05	2.38
Velocità	V [m/s]	3.63	2.30	2.15	2.79	1.34
Grado di riempimento	h/D [%]	<b>32</b>	<b>50</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>30</b>

Grandezza		Tc_T14_1	Tc_T14_2	Tc_T14_3	Tc_T14_4	Tc_T14_5
Portata massima afferente	Q [mc/s]	0,177	0.72	0,183	0,100	0,595
Pendenza della tubazione	$i_f$	0,0212	0,017	0,0212	0,017	0,0225
Diametro interno	D [m]	0,6	0.6	0,5	0,6	0,6
Coefficiente di Glauker-Strickler	$K_s$ [ $m^{1/3}/s$ ]	67	67	67	67	67
Tirante	h [m]	0,19	0,33	0,21	0,18	0,39
Area bagnata	$\Omega$ [mq]	0,08	0,25	0,08	0,06	0,19
Contorno bagnato	C [m]	0,73	1.32	0,71	0,59	1,11
Velocità	V [m/s]	2,23	2,88	2,27	1,80	3,11
Grado di riempimento	h/D [%]	<b>32</b>	<b>55</b>	<b>43</b>	<b>45</b>	<b>64</b>

Verifica fossi trapezi

Grandezza		Cc_T14_5	Cc_T14_6b
Portata massima afferente	Q [mc/s]	0,25	0,595
Pendenza canale	$i_f$ [%]	0,0050	0,0050
%inclinazione sponda	sponda [m/m]	1,00	1,00
Base	B [m]	0,50	0,60
Coefficiente di Glauker-Strickler	$K_s$ [ $m^{1/3}/s$ ]	67	67
Area bagnata	$\Omega$ [mq]	0.18	0,350
Contorno bagnato	C [m]	1,2	1,628
Tirante	h [m]	0,25	0,363
Altezza	H [m]	0,50	0,60
Velocità	V [m/s]	1,36	1,70
Grado di riempimento	<b>GR [%]</b>	<b>50</b>	<b>61</b>

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	A301-0X-D-CV-RI-TR14-0-4-001_A01 Relazione idraulica <span style="float: right;">Foglio 21 di 23</span>

### Verifica del tombino scatolare alla pk 43+808

Il tombino scatolare alla pk 43+808, essendo un attraversamento idraulico della linea, è stato verificato per un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 200 anni. Si rammenta che tale attraversamento è costituito da 3 diverse canne:

- la canna A che raccoglie i contributi di portata in arrivo da monte (Tc\_T14\_2, Tc\_T14\_4 (la cui portata è già considerata nel contributo inviato da Tp\_T14\_27-29), Tp\_T14\_27-29) ad eccezione di quelli smaltiti da Tc\_T14\_5;
- la canna B all'interno della quale passa la mandata delle pompe della stazione di sollevamento;
- la canna C che raccoglie i contributi di portata in arrivo dal tratto di valle (Tc\_T14\_11, Tc\_T14\_8, Tc\_T14\_10 e Tc\_T14\_7) e da Tc\_T14\_5 di monte.

Grandezza		Tombino pk 43+808 CANNA A
Portata massima afferente	Q [mc/s]	2.32
Pendenza della tubazione	$i_f$	0,002
Base	B [m]	2,00
Coefficiente di Glauker-Strickler	$K_s [m^{(1/3)}/s]$	67
Area bagnata	$\Omega [mq]$	1.40
Contorno bagnato	C [m]	3.40
Tirante	h [m]	0.7
Altezza	H [m]	2,00
Velocità	V [m/s]	1.66
Grado di riempimento	<b>GR [%]</b>	<b>35</b>

Gli attraversamenti idraulici risultano pertanto verificati considerando la piena duecentennale.

### Verifica del canale 2,50X2,50

Il canale 2,50X2,50 di recapito delle acque nel lago di cava è stato verificato per la portata centenaria di 3.43 mc/s.

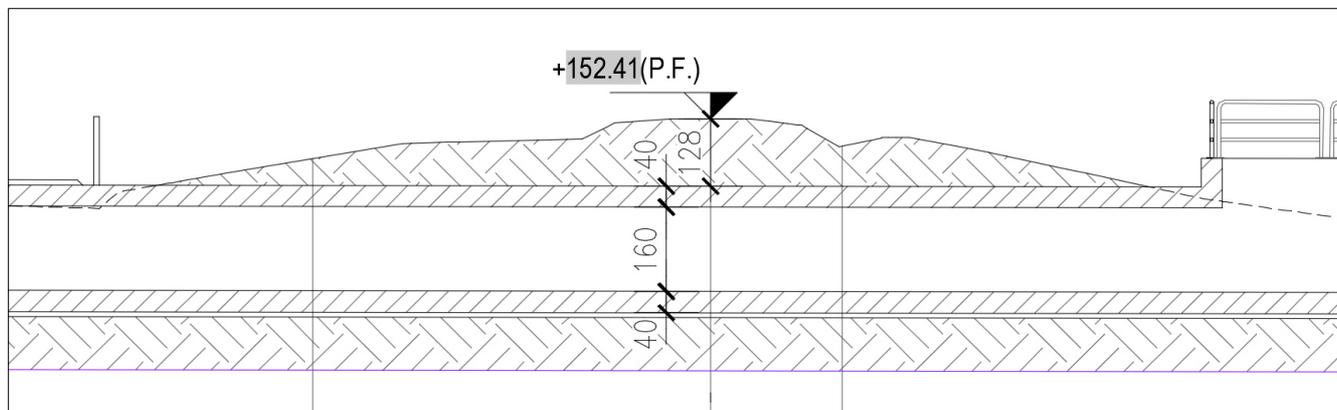
La verifica è stata effettuata in corrispondenza del punto più sfavorevole, cioè dove il canale attraversa il rilevato ferroviario esistente. In corrispondenza di tale punto il canale 2,50X2,50 si incanala all'interno di un tombino scatolare avente la medesima base (2,50 m) ma altezza di 1,60 m.

<b>Grandezza</b>		<b>Tombino scatolare in cls 2,50X1,60</b>
Portata massima afferente	Q [mc/s]	3.43
Pendenza della tubazione	$i_f$	0,0016
Base	base [m]	2,50
Coefficiente di Glauker-Strickler	$K_s$ [m <sup>1/3</sup> /s]	67
Area bagnata	$\Omega$ [mq]	2.05
Contorno bagnato	C [m]	4.14
Tirante	h [m]	0.82
Altezza	H [m]	1,60
Velocità	V [m/s]	1.68
Grado di riempimento	<b>GR [%]</b>	<b>51</b>

La portata con cui si è effettuata la verifica del fosso tombato è ampiamente a favore di sicurezza dal momento che essa tiene conto del contributo in arrivo alla stazione di sollevamento e non di quello in uscita (che è minore come già riportato nel capitolo relativo al dimensionamento della vasca di sollevamento del progettoe esecutivo Doc. IG51-03-E-CV-RI-TR14-0X-001-B01) come in realtà accade.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-RI-TR14-0-4-001_A01 Relazione idraulica	Foglio 23 di 23

Si è verificata l'interferenza di tale canale con la linea ferroviaria esistente. Le quote del canale risultano compatibili con quelle dell'infrastruttura presente.



*Figura 2: Interferenza fosso tombato con linea ferroviaria esistente.*

Il canale è a cielo aperto pressoché lungo tutto il suo sviluppo dal momento che il ricoprimento di terreno sarebbe stato minimo o quasi assente per gran parte della lunghezza.

La sezione scatolare risulta garantita in corrispondenza di due viabilità secondarie e dell'attraversamento con la linea ferroviaria esistente.

Il canale, avente una lunghezza complessiva totale di 182,60 m, termina non appena raggiunto il recapito finale costituito dal laghetto di cava. In corrispondenza dello sbocco si è previsto un intervento di protezione delle sponde dall'erosione costituito da una serie di materassi tipo Reno.

Per tutto quanto relativo ai recapiti finali, alle verifiche della capacità di laminazione del lago di cava, ed al dimensionamento dell'impianto di sollevamento ed alle caratteristiche delle pompe si rimanda a quanto, già esposto nella Relazione idraulica del progetto esecutivo (Doc. IG51-03-E-CV-RI-TR14-0X-001-B01).