

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:




**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
PROGETTO ESECUTIVO
PARTE GENERALE
SL05 - SOTTOVIA AL km 24+003 – Via Tombole
GENERALE
Relazione idraulica e smaltimento acque meteoriche**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo CARMONA Data: Giugno 2021			

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
I N 1 7	1 2	E	I 2	R I	S L 0 5 0 X	0 0 1	A	- - - D - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	Coding <i>[Signature]</i>	30/09/21	C.Pinti <i>[Signature]</i>	30/09/21	P. Luciani <i>[Signature]</i>	30/09/21	G  a

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RISL050X001A
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

TUTTI I DIRITTI DEL PRESENTE DOCUMENTO SONO RISERVATI: LA RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE È VIETATA

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
3.	ELABORATI DI RIFERIMENTO	6
4.	SINTESI DEGLI STUDI IDROLOGICI	7
5.	DESCRIZIONE DEI PRESIDI IDRAULICI ADOTTATI PER IL DRENAGGIO E LA LAMINAZIONE	8
6.	PROGETTAZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	10
6.1	PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO	11
7.	PROGETTAZIONE DEI SISTEMI DI LAMINAZIONE	14
7.1	SISTEMA DI LAMINAZIONE – VASCA DI LAMINAZIONE E IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO	15
7.1.1	Metodo delle sole piogge	15
7.1.2	Metodo cinematico	16
7.1.3	Impianto di sollevamento	17
7.1.4	Risultati della progettazione	18
8.	CONCLUSIONI	20
9.	ALLEGATI DI CALCOLO	21
9.1	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO	21
9.2	VASCA DI LAMINAZIONE – METODO DELLE SOLE PIOGGE	23

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

1. PREMESSA

La presente relazione illustra la metodologia adottata e i risultati ottenuti per la progettazione del sistema di drenaggio del sottovia "SL05 - SOTTOVIA AL km 24+003 – Via Tombole" parte integrante dell'intervento Infrastrutture Ferroviarie Strategiche definite dalla Legge Obiettivo N.443/01 – Linea AV/AC Torino – Venezia, tratta Verona-Padova Lotto Funzionale Verona – Bivio Vicenza.

Il documento, redatto in ragione dei pregressi studi idrologici e idraulici realizzati nell'ambito della progettazione ferroviaria, si articola nei capitoli che seguono:

- Capitolo 2 – riferimenti normativi, bibliografici e documenti di istruttoria Italferr;
- Capitolo 3 – elaborati grafici di riferimento;
- Capitolo 4 – sintesi degli studi idrologici e definizione delle Curve di Possibilità Pluviometrica;
- Capitolo 5 – descrizione dei presidi idraulici adottati per l'intervento in esame;
- Capitolo 6 – progettazione della rete di drenaggio (canalette e fossi);
- Capitolo 7 – progettazione dei sistemi di laminazione;
- Capitolo 8 – conclusioni;
- Capitolo 9 – allegati di calcolo.

In ottemperanza alle prescrizioni presenti all'interno del Manuale di Progettazione Italferr, il dimensionamento dei presidi idraulici è realizzato per un periodo di ritorno non inferiore a 50 anni. Il sistema di drenaggio, inoltre, risponde alle indicazioni riportate nel Decreto Regionale 2948 del 6 ottobre 2009 (Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici), ovvero alle prescrizioni fornite dagli Enti Territoriali Competenti (Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta). Infine, come è possibile osservare dallo stralcio planimetrico rappresentato in figura, l'intervento in esame ricade esternamente alle aree a rischio idraulico individuate dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni relativo alla Regione Veneto.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RISL050X0001

A



Figura 1: Stralcio planimetrico del P.G.R.A. e del sito di intervento (quadrato rosso).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito sono riportati i principali riferimenti normativi e bibliografici per la progettazione:

- Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Veneto (PAI);
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA);
- Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC2018);
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.;
- Regio Decreto del 25/07/1904 n.523;
- Manuale di Progettazione RFI;
- Piano di tutela delle acque art 121, Decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, "Norme in materia ambientale" – Norme tecniche di attuazione – Allegato A3 alla Delibera del Consiglio Regionale n. 107 del 5/11/2009 e successive modifiche e integrazioni Aggiornamento a LUGLIO 2018;
- Rapporto di verifica alla Progettazione (Italferr, 2020.08.08 - IN0D00D11ISSL050X001C);
- Idraulica dei sistemi fognari. Dalla teoria alla pratica (Gisonni C., Hager W.H.).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

3. ELABORATI DI RIFERIMENTO

1. IN1712EI2PZSL050X001A – Planimetria idraulica, profilo e particolari;

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

4. SINTESI DEGLI STUDI IDROLOGICI

Congruentemente alle indicazioni presenti all'interno del Progetto Esecutivo ("Relazione Idrologica e Idraulica Attraversamenti Secondari" - IN1710EI2RHID0000002B), contenente lo studio idrologico redatto tenendo conto delle prescrizioni fornite da parte del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (2016), derivanti dal quadro prescrittivo a seguito dell'approvazione del Progetto Definitivo e specificate nell'allegato 1 della Delibera Cipe con Delibera n.84 del 22.12.2017 e derivanti dalle istruttorie ITF relative al Progetto Definitivo (2018-2019).

La tabella che segue riporta i parametri di riferimento per le CPP relativi alla stazione Colognola ai colli (si rimanda al documento citato sopra per approfondimenti).

$$h(t) = at^n \quad (\text{formulazione a due parametri})$$

2 PARAMETRI (d<60min)		2 PARAMETRI (d>60min)	
a mm/h ⁿ	n	a mm/h ⁿ	n
91.4	0.606	81.3	0.130

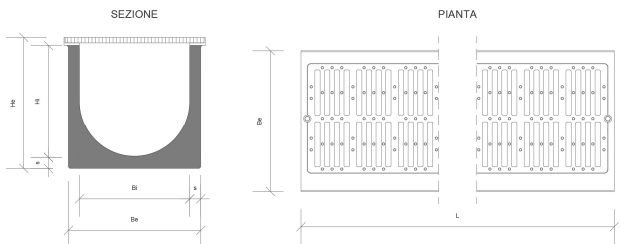
Tabella 4-1 - Parametri delle CPP relativi a un evento con periodicità statistica cinquantennale

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

5. DESCRIZIONE DEI PRESIDI IDRAULICI ADOTTATI PER IL DRENAGGIO E LA LAMINAZIONE

Il presente capitolo offre una descrizione dei presidi idraulici adottati per il drenaggio della piattaforma stradale e per la laminazione delle portate. Come è possibile osservare dalle figure che seguono, il sistema di drenaggio e laminazione per la viabilità in esame è caratterizzato da:

1. Viabilità in sottopasso - lo smaltimento dei volumi meteorici intercettati dalla piattaforma è realizzato a mezzo di un sistema costituito da caditoie grigliate carrabili in ghisa sferoidale (classe di resistenza B125 – 50x50 cm).

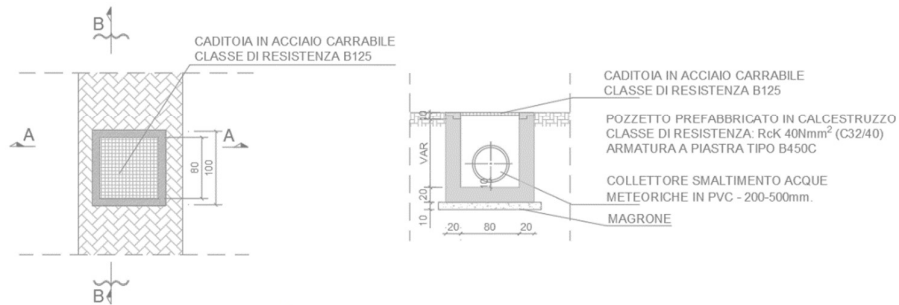
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO</th> <th>Be (mm)</th> <th>He (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RETT 50x50</td> <td>500</td> <td>500</td> </tr> </tbody> </table>	TIPO	Be (mm)	He (mm)	RETT 50x50	500	500
TIPO	Be (mm)	He (mm)					
RETT 50x50	500	500					
Tabella 5-1 – Sistema d drenaggio. In alto a sinistra: canaletta grigliata prefabbricata in calcestruzzo; in alto a destra: tabella delle dimensioni della canaletta.							

2. Viabilità in sottopasso, contropendenza – il convogliamento dei volumi meteorici intercettati dalla piattaforma all'interno del sistema di laminazione è realizzato a mezzo di un sistema di pozzetti prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso, costituiti da base, prolunga e griglia carrabile (classe di resistenza B125, dimensioni utili 80x80cm) e condotte di diametro 400 mm (PVC – resistenza anulare SN 8).

POZZETTO DI ISPEZIONE IN CALCESTRUZZO

SCALA 1:50
PIANTA

SEZIONE A - A



TIPO	De (mm)	Di (mm)	S (mm)
PVC – DN400	400	376.6	12.7

Tabella 5-3 – Sistema di drenaggio. In alto: pozzetto prefabbricato in calcestruzzo con caditoia in acciaio carrabile; in basso a sinistra: tabella delle dimensioni delle condotte di drenaggio.

3. Sistema di laminazione costituito da una vasca di laminazione e rilancio mediante sistema di sollevamento.
4. Convogliamento delle acque di sollevamento nel fosso di guardia di progetto – al fine di smaltire le acque sollevate, esse sono convogliate attraverso una condotta in PVC DN 400 verso il fosso di guardia di progetto B della rete di drenaggio della viabilità NV53, alla quale si rimanda per le verifiche ed approfondimenti.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

6. PROGETTAZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Il presente capitolo ha come obiettivo la progettazione del sistema di raccolta e convogliamento delle portate a mezzo di rete di drenaggio. Come già anticipato nel paragrafo descrittivo dei presidi idraulici, i volumi meteorici della viabilità in sottopasso vengono intercettati dalle canalette grigliate carrabili, distribuite trasversalmente alla piattaforma, e quindi convogliati nella vasca di laminazione posizionata nella zona di minimo della livelletta stradale. Il volume accumulato in vasca viene fatto scaricare nel fosso di guardia prefabbricato in calcestruzzo posto in prossimità del vano pompe mediante impianto di sollevamento costituito da un pompa (più una di riserva).

I contributi raccolti vengono smaltiti tramite laminazione mediante fosso per la compensazione volumetrica e condotta limitatrice di portata per il contenimento dell'idrogramma entro il massimo valore ammesso fissato pari a 5l/s/ha.

I paragrafi che seguono riportano la progettazione delle canalette e della vasca di laminazione.

La progettazione del sistema di drenaggio è ottenuta, in ottemperanza alle indicazioni presenti all'interno del "Manuale di Progettazione Italferr", per applicazione del Metodo dell'Invaso Lineare. Ove i fossi di guardia assolvano, ai fini della compatibilità idraulica dell'intervento (Invarianza Idraulica), al compito di fornire il volume minimo alla laminazione a condizioni di portata di efflusso controllata, il dimensionamento è realizzato adottando l'equazione globale di continuità (fosso+condotta limitatrice di portata), nell'ipotesi di vagliare il comportamento compensativo volumetrico del manufatto.

Tutte le verifiche sono state condotte nell'ipotesi di evento di progetto con periodicità statistica media cinquantennale.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

6.1 PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO

Il presente paragrafo illustra sinteticamente la procedura adottata per il dimensionamento della rete di canalette a drenaggio della viabilità di progetto per applicazione del modello dell'Invaso Lineare.

La metodologia indicata assimila il deflusso caratterizzante il sistema di drenaggio a quello di un serbatoio a funzionamento autonomo (riempimento/svuotamento generato dalle caratteristiche idrologiche del bacino in assenza di effetti indotti dalla rete a valle del punto di indagine) e sincrono (riempimento/svuotamento contemporaneo). In tali condizioni, la distribuzione temporale dei volumi all'interno del serbatoio può esprimersi a mezzo dell'equazione di continuità:

$$(p - q)dt = dw$$

Con p e q portata entrante e uscente dal serbatoio nell'unità di tempo dt e dw volume infinitesimo accumulato. L'equazione è risolta nell'ipotesi di proporzionale linearità tra volume totale accumulato a monte della sezione di chiusura, portata convogliata e area sottesa.

$$\frac{W}{\omega} = cost$$

$$\frac{Q}{\omega} = cost$$

Questa condizione, nel caso di un singolo tratto, corrisponde all'ipotesi di moto uniforme e caratterizza il comportamento autonomo e sincrono delle reti complesse. Applicando le condizioni appena introdotte risulta:

$$\frac{dw}{W} = \frac{dq}{Q}$$

$$\frac{dw}{W} = \frac{dq}{Q}$$

$$(p - q)dt = \frac{W}{Q} \cdot dq$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

$$p - q = \frac{dw}{dt}$$

L'integrazione dell'equazione di continuità consente di definire la relazione tra la portata e il tempo di riempimento di un canale, permettendo dunque la stima del deflusso massimo all'interno del condotto al tempo di riempimento t_r .

Applicando la condizione $t = t_r$ è possibile determinare l'espressione analitica del coefficiente udometrico:

$$u = k \frac{(\varphi a)^{1/n}}{w^{\frac{1}{n}-1}}$$

Con:

- u - coefficiente udometrico, rappresenta la portata per unità di superficie del bacino (l/s/ha);
- φ - il coefficiente di deflusso medio pesato rispetto alla superficie (bacino naturale: 0.4; scarpata di progetto: 0.6; piattaforma: 0.9);
- a, n - coefficienti della curva di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora;
- k - coefficiente che assume il valore "2168 n" [Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, CSU Editore, Hoepli; Appunti di Costruzioni Idrauliche, Girolamo Ippolito, Liguori Editore];
- w - volume specifico di invaso totale, pari al rapporto tra il volume di invaso a monte della sezione di chiusura indagata e superficie drenata, è valutato secondo la seguente espressione:

$$w = \frac{W}{A} = \frac{w_0 A + W_{c-1} + W_c}{A}$$

- A rappresenta la superficie del bacino sotteso;
- w_0 rappresenta il volume specifico dei piccoli invasi, compreso tra 15-20m³/ha (Artina e Martinelli, 1997) - bacini e reti di collettamento caratterizzati da modesta pendenza (0.1-0.3%) e valori di coefficiente di afflusso superiori uguali a 0.5. Per la presente progettazione il valore è stato fissato a 15 m³/ha;
- W_{c-1} rappresenta il volume accumulato all'interno della rete di collettori a monte del tratto indagato.

L'espressione del coefficiente udometrico utilizzata nel nostro studio è dunque:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

$$u = 2168 n \frac{(\varphi a)^{1/n}}{w^{n-1}}$$

Ricavato il coefficiente udometrico, la portata critica come

$$Q = Au$$

Il valore viene raffrontato alla massima capacità della sezione del presidio idraulico (condizioni di deflusso in moto uniforme) a mezzo della relazione di Strickler-Manning:

$$Q_c = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \sigma \sqrt{s}$$

Con n coefficiente di scabrezza di Manning (PVC/PeAD: n=0.011 s/m^{1/3}; Calcestruzzo: n=0.015 s/m^{1/3}), R raggio idraulico, σ sezione bagnata e s pendenza media del presidio.


Le verifiche della rete di drenaggio sono realizzate in ragione delle prescrizioni che seguono:

1. Presidi "chiusi" (Canalette e condotte):
 - Altezza utile \leq 500mm – Massimo riempimento < 50%;
 - Altezza utile > 500mm – Massimo riempimento < 67%;
 - Velocità di deflusso – [0.20 – 5] m/s.

Tutte le verifiche del sistema di drenaggio sono riportate all'interno degli allegati di calcolo. Come è possibile osservare:

- La rete risulta costituita da canalette grigliate prefabbricate in calcestruzzo di altezza interna pari a 400mm, con pendenza media variabile congruente alle fondazioni del manufatto (0.4-5.8%), e da condotte in PVC, con pendenza media del 0.36%;
- Il grado di riempimento di canalette e condotte è ovunque inferiore al 50% della sezione utile;
- La velocità di deflusso è compresa tra 0.58 e 1.63 m/s.

La verifica del sistema interrato di drenaggio può dunque ritenersi soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

7. PROGETTAZIONE DEI SISTEMI DI LAMINAZIONE

Il presente capitolo ha come obiettivo la progettazione dei sistemi adottati per la laminazione delle portate convogliate dalla rete di drenaggio. Come già anticipato, l'intervento in esame si inserisce all'interno di un contesto normativo che prevede il rispetto delle condizioni di invarianza idraulica.

I processi di trasformazione del territorio caratterizzati da impermeabilizzazione delle superfici di scorrimento e canalizzazione dei deflussi comportano un incremento dei volumi di piena e un'accelerazione del deflusso ai ricettori idraulici. In tali condizioni, in fase di urbanizzazione dei bacini, appare necessaria l'adozione di opportuni presidi di laminazione degli idrogrammi e rilascio controllato a corpo idraulico ricettore. Ove i presidi adottati permettano il contenimento dei volumi e colmi di piena alle condizioni antecedenti gli interventi in esame, è possibile considerare soddisfatte le condizioni di invarianza idraulica delle trasformazioni del suolo (Pistocchi, 2001).

Nella presente progettazione le condizioni di invarianza idraulica sono ottenute a mezzo di fossi e condotta limitatrice di portata. I volumi intercettati dal sistema di drenaggio vengono indirizzati all'interno dei fossi di accumulo disposti a piede rilevato e il controllo di deflusso al ricettore realizzato mediante condotta limitatrice di portata.

La progettazione è realizzata in ottemperanza alle prescrizioni del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta che fissa il massimo coefficiente udometrico di portata agricola a 5l/s/ha di superficie drenata ("Valore prescritto dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta nella riunione presso la sede dell'Ente stesso in data 14/11/2014" – Relazione Progetto Definitivo: IN0D00DI2RHID0002002E).

La vasca di raccolta e l'impianto di sollevamento sono opportunamente dimensionati al fine di garantire il massimo efflusso ammesso al ricettore finale.

Le verifiche dell'impianto di sollevamento, infine, sono condotte nell'ipotesi che la massima portata convogliabile in mandata risulti pari a 20l/s. La mandata scarica nel fosso di guardia B prefabbricato in calcestruzzo di progetto relativo alla viabilità NV53, il quale è opportunamente dimensionato secondo l'ipotesi di invarianza idraulica.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

7.1 SISTEMA DI LAMINAZIONE – VASCA DI LAMINAZIONE E IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

Il presente capitolo ha come obiettivo la progettazione della vasca di laminazione e dell'impianto di sollevamento adottato ai fini dello smaltimento dei volumi meteorici convogliati dal sistema di drenaggio. A tal fine le analisi sono state condotte raffrontando i risultati ottenuti mediante *Metodo delle Sole Piogge* e *Metodo Cinematico*. In entrambi i casi:

- L'evento di progetto è caratterizzato da un periodo di ritorno pari a 50 anni;
- Il tempo di corrivazione è fissato a 15minuti;
- La massima portata in efflusso è fissata a 20l/s;

I paragrafi che seguono espongono le metodologie di calcolo adottate per la determinazione del volume e per il dimensionamento dell'impianto di sollevamento.

7.1.1 Metodo delle sole piogge

Il presente paragrafo illustra la procedura relativa al Metodo delle Sole Piogge per la determinazione del volume da invadere W_i . Per assegnato istante temporale θ , il volume di accumulo è determinato dalla differenza tra volume entrante W_e e volume uscente W_u :

$$W_i = W_e - W_u$$

Il volume entrante W_e è determinato dall'afflusso meteorico h (altezza di precipitazione) su di una superficie S , caratterizzata da un coefficiente di deflusso φ , in un certo tempo di pioggia θ :

$$W_e = \varphi S h(\theta) = \varphi S a \theta^n$$

mentre il volume uscente W_u , nell'ipotesi di portata uscente Q_u costante, è dato da:

$$W_u = Q_u \theta$$

Pertanto, il volume da invadere nel caso di un evento meteorico di durata θ risulta:

$$W_i = \varphi S a \theta^n - Q_u \theta$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo si ricavano la durata dell'evento critico θ_w ed il volume massimo di laminazione W_{max} .

$$\theta_w = \left(\frac{Q_u}{\varphi S a n}\right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_{max} = \varphi S a \left(\frac{Q_u}{\varphi S a n}\right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \left(\frac{Q_u}{\varphi S a n}\right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Dove a ed n sono i parametri delle Curve di Possibilità Pluviometrica.

7.1.2 Metodo cinematico

Analogamente a quanto realizzato al paragrafo precedente, il massimo valore del volume accumulato, nell'ipotesi di applicazione del Metodo Cinematico è definito come segue:

$$W_{max} = S \varphi a \theta_w^n + \frac{t_c Q_u^2 \theta_w^{1-n}}{S \varphi a} - Q_u (\theta_w + t_c)$$

$$n S \varphi a \theta_w^{n-1} + \frac{(1-n) t_c Q_u^2 \theta_w^{-n}}{S \varphi a} - Q_u = 0$$

Con θ_w durata critica per la massimizzazione del volume e t_c tempo di corrivazione. La tabella che segue riporta i risultati del dimensionamento.

θ_w min	t_c min	Q l/s	S Ha	V m ³
84.95	15	0.020	0.14	16.41

Tabella 7-1 – Dimensionamento mediante Metodo Cinematico

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

7.1.3 Impianto di sollevamento

Nel presente paragrafo si riportano le verifiche realizzate per l'impianto di sollevamento il cui dimensionamento è realizzato mediante calcolo del carico idraulico del sistema secondo la relazione:

$$H = H_g + jL + \frac{v^2}{2g} \sum k_i [m]$$

con

- J: perdita di carico per unità di lunghezza
- L: lunghezza della condotta [m]
- V: velocità nella condotta [m/s]
- Ki: coefficiente delle perdite localizzate
- g: accelerazione di gravità [m/s²]

Le perdite continue, correlate alla cadente piezometrica della condotta di mandata, possono essere calcolate mediante formula di Hazen-Williams:

$$jL = \frac{10.675Q^{1.852}}{C^{1.852} D^{4.8704}} L$$

con

- Q: portata [m³/s];
- C: coefficiente di scabrezza, che dipende dal materiale della condotta di mandata, assunto pari a 100.
- D: diametro della condotta [m].

Le perdite localizzate dipendono invece dalla componente cinematica del flusso e dal parametro k rappresentativo della variazione locale plano-altimetrica della rete.

Tipo di manufatto	k
Giunto a T	2.00
Valvola a saracinesca	0.25
Valvola di controllo	1.50
Gomito a 90°	0.75
Curva a 45°	0.20
Imbocco	0.50
Sbocco	1.00

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

La potenza nominale delle pompe sarà data dalla relazione:

$$W_U = \frac{\rho g Q H}{\mu}$$

con

- ρ : densità dell'acqua [kg/m³]
- Q: portata sollevata [m³/s]
- H: prevalenza [m]
- μ : rendimento (60%)
- g: accelerazione di gravità [m/s²]

La tabella che segue riporta i parametri utilizzati per la verifica. Come già anticipato, le verifiche dell'impianto di sollevamento sono realizzate nell'ipotesi di portata in efflusso pari a 20 l/s.



ΔH_g m	D mm	Q l/s	C	L m	K
7.5	120	20	100	7.5	0.20

Tabella 7-2 – Parametri per la determinazione della potenza dell'impianto di sollevamento. ΔH_g : altezza geodetica; D: diametro della condotta di mandata; Q: portata della condotta di mandata; C: coefficiente di scabrezza; L: lunghezza della condotta di mandata; K: parametro perdite localizzate.

7.1.4 Risultati della progettazione

Come è possibile osservare dai risultati riportati all'interno degli Allegati di calcolo:

1. Metodo delle sole piogge: volume massimo pari a 56.62m³ alla durata critica dell'evento di 50minuti;
2. Metodo Cinematico: volume massimo pari a 16.41 m³ alla durata critica dell'evento di 84.95minuti;
3. Le dimensioni della vasca di accumulo sono pari a 300x1160x200cm, per un volume complessivo di 69.6 m³; le dimensioni del vano pompe sono pari a 300x200x200cm, per un volume complessivo di 12 m³. Il volume totale complessivo è di 90m³ a fronte del massimo valore richiesto di 56.62 m³ (vedi punto 1);
4. Con una portata di emungimento pari 20l/s, la durata di svuotamento della vasca è pari a 100 minuti.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

5. La massima potenza necessaria all'impianto di sollevamento (1+1 pompa di riserva) è pari a 2.6 kW (rendimento idraulico pari al 60%).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL050X0001	A

8. CONCLUSIONI

La presente relazione ha illustrato la progettazione del sistema di smaltimento idraulico dell'interferenza viaria del sottovia "SL05 - SOTTOVIA AL km 24+003 – Via Tombole", parte integrante dell'intervento Infrastrutture Ferroviarie Strategiche definite dalla Legge Obiettivo N.443/01 – Linea AV/AC Torino – Venezia, tratta Verona-Padova Lotto Funzionale Verona – Bivio Vicenza.

Una parte della progettazione è concentrata sulla realizzazione di un sistema di drenaggio costituito da canalette che raccolgono i volumi meteorici della viabilità in sottopasso e recapitano i volumi di acqua all'interno della vasca di laminazione munita di impianto di sollevamento. Il sistema scarica tramite condotta in PVC DN400 nel fosso di guardia di progetto alla viabilità N53 attraverso una condotta limitatrice di portata per il contenimento dell'idrogramma entro il massimo valore ammesso fissato pari a 5l/s/ha.

9. ALLEGATI DI CALCOLO

9.1 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO

	Dati plano-altimetrici dell'asta				Metodo dell'invaso italiano - dati di bacino										Canaletta			Analisi in moto uniforme - Capacità della canaletta							
	ID		L m	s m/m	W _{G,1} m ³	w ₀ m ³ /ha	A _{pav} m ²	φ _{pav}	A _{scp} m ²	φ _{scp}	A _b m ²	φ _b	A m ²	φ	TIPOLOGIA	B_EST mm	B_INT mm	h m	alpha rd	A m ²	P m	R m	n s/m ^{1/3}	V m/s	Q mc/s
RAMO A1	PK 110 - PK 140	30.00	1.73%	0	15.00	105.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	105.00	0.90	RETT	500	400	0.025	-	0.010	0.45	0.02	0.015	0.72	0.0072	
	PK 140 - PK 170	30.00	5.83%	0.30	15.00	210.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	210.00	0.90	RETT	500	400	0.027	-	0.011	0.45	0.02	0.015	1.38	0.0152	
	PK 170 - PK 190	20.00	5.00%	0.63	15.00	280.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	280.00	0.90	RETT	500	400	0.034	-	0.014	0.47	0.03	0.015	1.44	0.0195	
	PK 190 - PK 220	30.00	0.36%	0.90	15.00	385.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	385.00	0.90	RETT	500	400	0.087	-	0.035	0.57	0.06	0.015	0.63	0.0222	
	PK 220 - PK 250	30.00	0.36%	1.95	15.00	490.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	490.00	0.90	CIRC	400	376.6	0.115	2.34	0.0288	0.44	0.07	0.011	0.91	0.0260	
PK 250 - PK 280	30.00	0.36%	2.82	15.00	595.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	595.00	0.90	CIRC	400	376.6	0.124	2.44	0.0318	0.46	0.07	0.011	0.94	0.0299		
RAMO B1	PK 140 - PK 170	30.00	5.83%	0	15.00	105.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	105.00	0.90	RETT	500	400	0.019	-	0.008	0.44	0.02	0.015	1.12	0.0086	
	PK 170 - PK 200	20.00	5.00%	0.23	15.00	175.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	175.00	0.90	RETT	500	400	0.027	-	0.011	0.45	0.02	0.015	1.28	0.0140	
	PK 200 - PK 220	30.00	0.36%	0.45	15.00	280.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	280.00	0.90	RETT	500	400	0.072	-	0.029	0.54	0.05	0.015	0.58	0.0165	
	PK 220 - PK 250	30.00	0.36%	1.31	15.00	385.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	385.00	0.90	CIRC	400	376.6	0.103	2.20	0.0248	0.42	0.06	0.011	0.85	0.0211	
	PK 250 - PK 280	30.00	0.36%	2.05	15.00	490.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	490.00	0.90	CIRC	400	376.6	0.113	2.32	0.0283	0.44	0.06	0.011	0.90	0.0254	
CANALETTA B2	PK 325 - PK 305	20.00	5.75%	0	15.00	170.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	170.00	0.90	RETT	500	400	0.028	-	0.011	0.46	0.02	0.015	1.39	0.0155	
	PK 305 - PK 285	20.00	4.60%	0.22	15.00	340.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	340.00	0.90	RETT	500	400	0.046	-	0.018	0.49	0.04	0.015	1.63	0.0301	

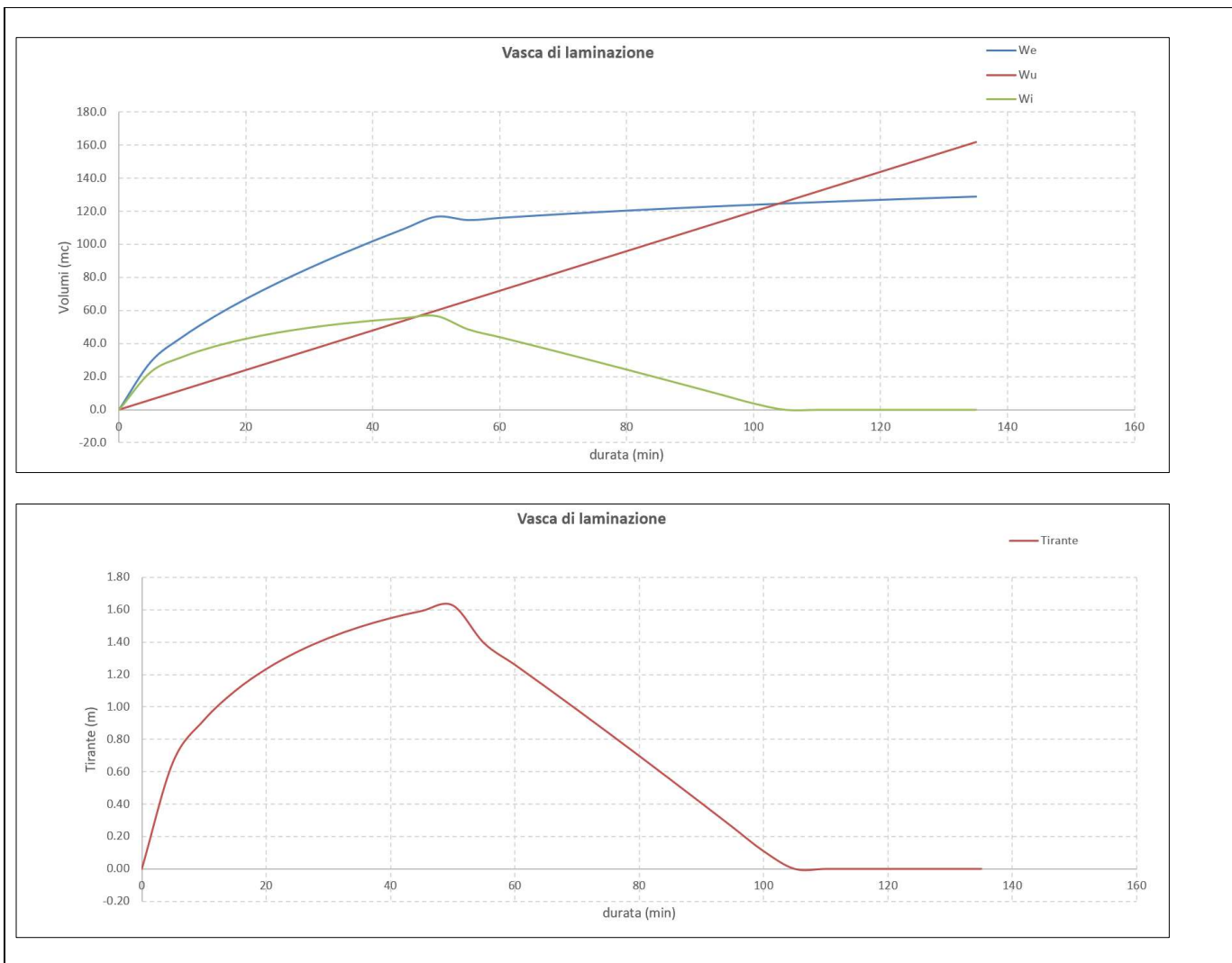
Tabella 9-1.1 - Determinazione portata critica - ID identificativo canaletta; L lunghezza canaletta; s pendenza longitudinale canaletta; W_{G,1} volume accumulato all'interno della rete delle canalette a monte del tratto indagato; w₀ volume specifico dei piccoli invasi; A_{pav}/φ_{pav}: superficie e coefficiente di afflusso della pavimentazione stradale; A_{scp}/φ_{scp} superficie e coefficiente di afflusso della scarpata stradale; A_b/φ_b superficie e coefficiente di afflusso del bacino esterno; A superficie equivalente; φ coefficiente di afflusso medio; TIPOLOGIA canaletta; B_EST base esterna; B_INT base interna; h tirante idraulico; alpha angolo al centro per assegnato tirante; A area bagnata; P perimetro bagnato; R raggio idraulico; n coefficiente di scabrezza di Manning; V velocità di deflusso; Q capacità della condotta per assegnato tirante.

Metodo dell'Invaso italiano - verifica													
		ID			Wc _i m ³	w m ³ /m ²	a mm/h ⁿ	a m/h ⁿ	n	u l/s/ha	Q mc/s	G %	V m/s
RAMO A1	PK 110	-	PK 140	0.46	0.00439	91.40	0.0914	0.606	726.73	0.0076	6.3	0.72	
	PK 140	-	PK 170	0.95	0.00451	91.40	0.0914	0.606	713.48	0.0150	6.9	1.38	
	PK 170	-	PK 190	1.32	0.00473	91.40	0.0914	0.606	692.13	0.0194	8.5	1.44	
	PK 190	-	PK 220	2.53	0.00657	91.40	0.0914	0.606	558.66	0.0215	21.9	0.63	
	PK 220	-	PK 250	3.55	0.00725	91.40	0.0914	0.606	524.31	0.0257	30.5	0.91	
RAMO B1	PK 250	-	PK 280	4.66	0.00784	91.40	0.0914	0.606	498.32	0.0296	32.8	0.94	
	PK 140	-	PK 170	0.39	0.00370	91.40	0.0914	0.606	811.24	0.0085	4.8	1.12	
	PK 170	-	PK 200	0.71	0.00408	91.40	0.0914	0.606	762.07	0.0133	6.9	1.28	
	PK 200	-	PK 220	1.73	0.00618	91.40	0.0914	0.606	581.55	0.0163	17.9	0.58	
	PK 220	-	PK 250	2.63	0.00684	91.40	0.0914	0.606	544.72	0.0210	27.4	0.85	
CANALETTA B2	PK 250	-	PK 280	3.64	0.00742	91.40	0.0914	0.606	516.27	0.0253	30.1	0.90	
	PK 325	-	PK 305	0.48	0.00282	91.40	0.0914	0.606	968.74	0.0165	7.0	1.39	
	PK 305	-	PK 285	1.10	0.00324	91.40	0.0914	0.606	884.65	0.0301	11.5	1.63	

Tabella 9-1.2 – Verifica della rete di drenaggio - ID: identificativo collettore/canaletta/fosso; Wc_i volume di invaso a monte della sezione di chiusura indagata; w volume specifico di invaso totale; a, n coefficienti della curva di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora; u coefficiente udometrico; Q capacità del collettore/canaletta/fosso per assegnato tirante; G grado di riempimento; V velocità di deflusso.

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2RISL040X0001	A

9.2 VASCA DI LAMINAZIONE – METODO DELLE SOLE PIOGGE



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RISL040X0001

A

METODO DELLE SOLE PIOGGE				
d m	We m³	Wu m³	Wi m³	h m
0	0.0	0.0	0.00	0.00
5	28.9	6.0	22.89	0.66
10	44.0	12.0	31.97	0.92
15	56.2	18.0	38.22	1.10
20	66.9	24.0	42.93	1.23
25	76.6	30.0	46.62	1.34
30	85.6	36.0	49.57	1.42
35	94.0	42.0	51.95	1.49
40	101.9	48.0	53.87	1.55
45	109.4	54.0	55.41	1.59
50	116.6	60.0	56.62	1.63
55	114.5	66.0	48.55	1.40
60	115.9	72.0	43.85	1.26
65	117.1	78.0	39.06	1.12
70	118.2	84.0	34.20	0.98
75	119.3	90.0	29.26	0.84
80	120.3	96.0	24.27	0.70
85	121.2	102.0	19.22	0.55
90	122.1	108.0	14.12	0.41
95	123.0	114.0	8.98	0.26
100	123.8	120.0	3.81	0.11
105	124.6	126.0	0.00	0.00

Verifica volumetrica della vasca (metodo delle sole piogge). In alto: andamento del volume accumulato e andamento del tirante idraulico in vasca. We: volume entrante; Wu: volume uscente; Wi: volume accumulato; ; in basso: tabella di verifica.