

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
RI – RILEVATI
RI66A - RILEVATO FERROVIARIO DAL KM 35+200,00 AL KM 35+600,00
SISTEMAZIONI IDRAULICHE
Relazione idraulica smaltimento acque**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due Ing. Paolo Carmona Data: Dicembre 2022			
Ing. Giovanni MALAVENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503 Data: Dicembre 2022				

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
I N 1 7	1 2	E	I 2	RI	RI 6 6 A 4	0 0 1	B	- - - P - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing Alberto Levorato 	Dicembre 2022

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E. Giorgetti	23/04/21	A. Gardani	23/04/21	P. Galvanin	23/04/21	
B	REV. PER ISTRUTTORIA ITF	E. Giorgetti	27/12/22	A. Gardani	27/12/22	P. Galvanin	27/12/22	

Data: Dicembre 2022

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RIRI66A4001B.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 2 di 28

INDICE

1	DESCRIZIONE GENERALE	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
3	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
4	PARAMETRI DI RIFERIMENTO	4
4.1	Idrologia	4
4.2	Coefficienti di deflusso	5
5	DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA	6
5.1	Descrizione del sistema	6
5.2	Dimensionamento degli elementi di drenaggio.....	9
5.2.1	Modello di trasformazione afflussi-deflussi	9
5.2.2	Dimensionamento degli elementi di raccolta	10
5.2.3	Dimensionamento degli elementi di convogliamento	12
6	SISTEMA DI LAMINAZIONE	15
6.1	Dimensionamento fossi di guardia di laminazione e bacini di laminazione	18
6.2	Manufatti di controllo e regolazione della portata	25

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 3 di 28

1 DESCRIZIONE GENERALE

Oggetto della presente relazione è l'analisi del sistema di drenaggio del tratto in rilevato RI66A, compreso tra il km 35+200.00 e il km 35+600.00 della Linea AV/AC Torino – Venezia - Tratta Verona - Padova - Lotto funzionale Verona-Bivio Vicenza. Dal punto di vista idraulico tale intervento comprende anche il tratto RI66B-Rilevato ferroviario seconda variante da pk 184+939.61 a pk 185+337.29.

Dal punto di vista idraulico l'intervento RI66A compreso tra il km 35+200.00 e il km 35+600.00 della Linea AV/AC, il tratto RI66B-Rilevato ferroviario seconda variante da pk 184+939.61 a pk 185+337.29, l'intervento RI67A che si sviluppa dal km 35+600.00 al km 36+000.00, l'intervento RI67B Rilevato ferroviario seconda variante dal Km 185+337.29 al Km 185+735.92, l'intervento RI68A che si sviluppa dal km 36+000.00 al km 36+530.19 e l'intervento RI68B Rilevato ferroviario seconda variante dal km 185+735.92 al km 186+234.88 sono strettamente connessi tra loro, pertanto tali WBS saranno trattate come un sistema unico di smaltimento e laminazione delle acque di pioggia.

La WBS in oggetto è inoltre idraulicamente collegata al precedente tratto del rilevato RI65A compreso tra il km 34+800.16 e il km 35+200.00.

Il sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria della linea AV/AC di progetto, delle aree ad essa afferenti (scarpata e stradello) e della Linea Storica (L.S.) in affiancamento prevede la raccolta e il convogliamento della portata meteorica verso i fossi di guardia e i bacini di laminazione posti al piede del rilevato. Tali fossi di guardia e bacini sono stati progettati in modo tale da laminare la portata meteorica e restituirla al reticolo idrografico esistente conformemente al limite di 5 l/s per ettaro imposto dalla normativa vignete (DGRV 2948/2009) e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (ApV) Ente Gestore del reticolo idrico interferito nell'area di interesse.

La presente WBS presenta un colmo in corrispondenza del sottopasso SL13. Il recapito ultimo delle acque meteoriche per il tratto compreso tra l'SL13 e l'inizio della WBS è rappresentato dal sistema di smaltimento del rilevato RI65A e quindi dal fiume Guà, mentre per il tratto tra il sottopasso SL13 e fine WBS è rappresentato dal sistema di smaltimento del rilevato RI67A e quindi dalla roggia Signolo a valle dello scatolare I01 di A4.

Il tratto tra sottopasso SL13 e fine tratta rappresenta anche il recapito per la portata meteorica relativa al sottopasso stesso, a valle di una vasca di laminazione e sollevamento dedicata.

Per quanto riguarda le difformità rispetto al progetto definitivo di rimanda all'elaborato di confronto PD/PE.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

IN1710EI2BZRI0006001 – Dettagli smaltimento acque di piattaforma
IN1710EI2BZRI0006002 – Dettagli manufatti di regolazione

IN1712EI2P8RI65A4001A - Planimetria idraulica Tav.1
IN1712EI2P8RI65A4001A - Planimetria idraulica Tav.2
IN1712EI2P8RI65A4001A - Planimetria idraulica Tav.3

IN1712EI2P8RI66A4001A – Planimetria idraulica

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 4 di 28

IN1712EI2P8RI67A4001A – Planimetria idraulica
IN1712EI2PZRI67A4001A – Pianta, sezioni e dettagli bacino di laminazione RI67A-BL01

IN1712EI2PZRI68A4001A – Planimetria idraulica e sezione
IN1712EI2PZRI68A4002A – Pianta, sezioni e dettagli bacino di laminazione RI68A-BL01

Lo studio relativo alle aree di esondazione e di pericolosità idraulica nell'area oggetto di intervento è compreso nella PARTE GENERALE – IDROLOGIA E IDRAULICA.

3 RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi utilizzati per la presente progettazione vengono riassunti di seguito:

- D. Lgs. 3 aprile 2006, n.152, “*Norme in materia ambientale*”
- D. Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4, “*Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale*”
- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.11633 del 7/1/1974
- Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto DGRV 6 ottobre 2009 n. 2948, “*Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici*” e in particolare l’Allegato A, “*Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione di nuovi strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche*”.
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili RFI (Ed. 2017)

4 PARAMETRI DI RIFERIMENTO

4.1 Idrologia

La previsione quantitativa delle piogge nell'area di interesse è stata realizzata attraverso la determinazione della curva di possibilità pluviometrica individuante la relazione che intercorre tra il tempo di pioggia (t) e l'altezza d'acqua piovuta (h), secondo la seguente formulazione:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

nella quale i termini a ed n sono parametri dipendenti dal tempo di ritorno specificato.

Il tempo di ritorno utilizzato come riferimento è TR = 100 anni, in linea con quanto prescritto nel manuale di progettazione RFI, parte II sezione 3.

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.

Per la tratta Verona-Vicenza sono stati ottenuti i seguenti parametri della curva di possibilità pluviometrica:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 12</td> <td style="width: 40%;">Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. B</td> <td style="width: 15%;">Foglio 5 di 28</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 5 di 28
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 5 di 28		

Tabella 1 - Parametri a e n per durate superiori e inferiori all'ora, per tempo di ritorno pari a 100 anni

Stazioni ArpaV	da pk (km)	a pk (km)	Tr= 100 anni			
			<1h		1-24h	
			a (mm/ore ⁿ)	n (a-dim.)	a (mm/ore ⁿ)	n (a-dim.)
Verona Parco Adige Nord	0+000	3+050	102.34	0.60	78.22	0.17
Buttapietra (Verona sud)	3+050	4+105	86.75	0.62	81.64	0.13
50% Buttapietra 50%Arcole	4+105	13+775	94.28	0.62	85.94	0.13
Colognola ai colli	13+755	18+710	84.48	0.54	78.70	0.18
Arcole	18+710	26+010	101.76	0.62	90.07	0.13
Lonigo	26+010	32+975	99.50	0.57	85.05	0.12
Brendola	32+975	42+310	87.62	0.51	71.79	0.25
S.Agostino Vicenza	42+310	44+250	66.97	0.39	69.30	0.23

Nella tratta oggetto della presente Relazione si fa riferimento ai valori della stazione di Brendola.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione idrologica (IN1711EI2RGID00000040).

4.2 Coefficienti di deflusso

La riduzione dell'afflusso (φ) alla rete si considera dovuta principalmente a impermeabilità e ritardo, che variano a seconda della densità delle costruzioni e della topografia della zona.

Come indicato dalla normativa regionale (Allegato A alla DGR 2948 del 6 ottobre 2009) si utilizza un coefficiente di deflusso $\varphi = 0.9$ per le aree pavimentate, $\varphi = 0.6$ per le scarpate dei rilevati, $\varphi = 0.2$ per le superfici permeabili e $\varphi = 0.1$ per le aree agricole.

Si calcolano quindi le superfici afferenti efficaci come: $A_{eff} = \varphi A$.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 6 di 28

5 DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

5.1 Descrizione del sistema

Il sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria, per le tratte in rilevato, prevede la raccolta e il convogliamento della portata meteorica che scorre sul sub-ballast impermeabile verso i fossi di guardia posti al piede del rilevato.

Il convogliamento delle acque di piattaforma ai fossi di guardia per la semi-piattaforma relativa al B.P. della linea AV/AC e al B.D. della L.S. avviene tramite canalette ad embrice poste ad interasse di 15 m.

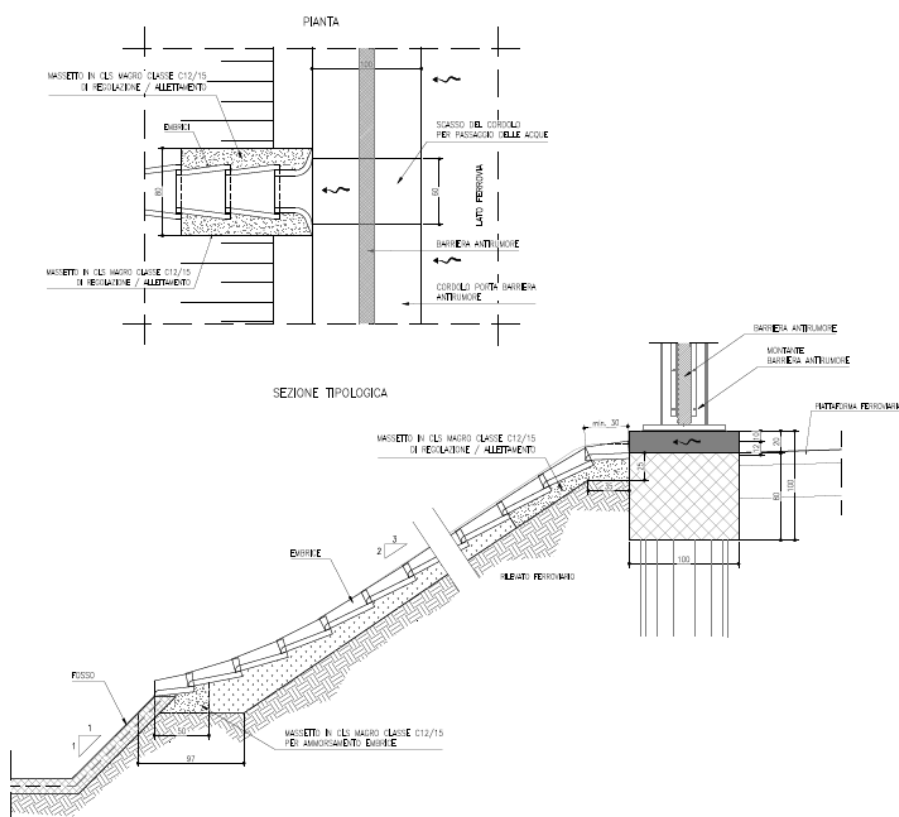


Figura 1 – Canalette ad embrice

I fossi di guardia di forma trapezia previsti nel presente progetto hanno la funzione di convogliamento e laminazione della portata meteorica scaricata dalla piattaforma, della portata relativa alle scarpate e della portata relativa allo stradello ferroviario. Lo stradello, di larghezza 3 m, sarà infatti realizzato con una pendenza trasversale dell'1% verso il fossato di guardia di laminazione. Lo stradello ferroviario si mantiene alla quota della testa dei fossi di laminazione.

La laminazione delle acque meteoriche avverrà tramite manufatti di regolazione dotati di bocca tarata posti a valle dei fossi e tramite i due bacini di laminazione RI67A-BL01 e RI68A-BL01 alle pk 35+850.0 e 36+293.32 illustrati nelle seguenti immagini.

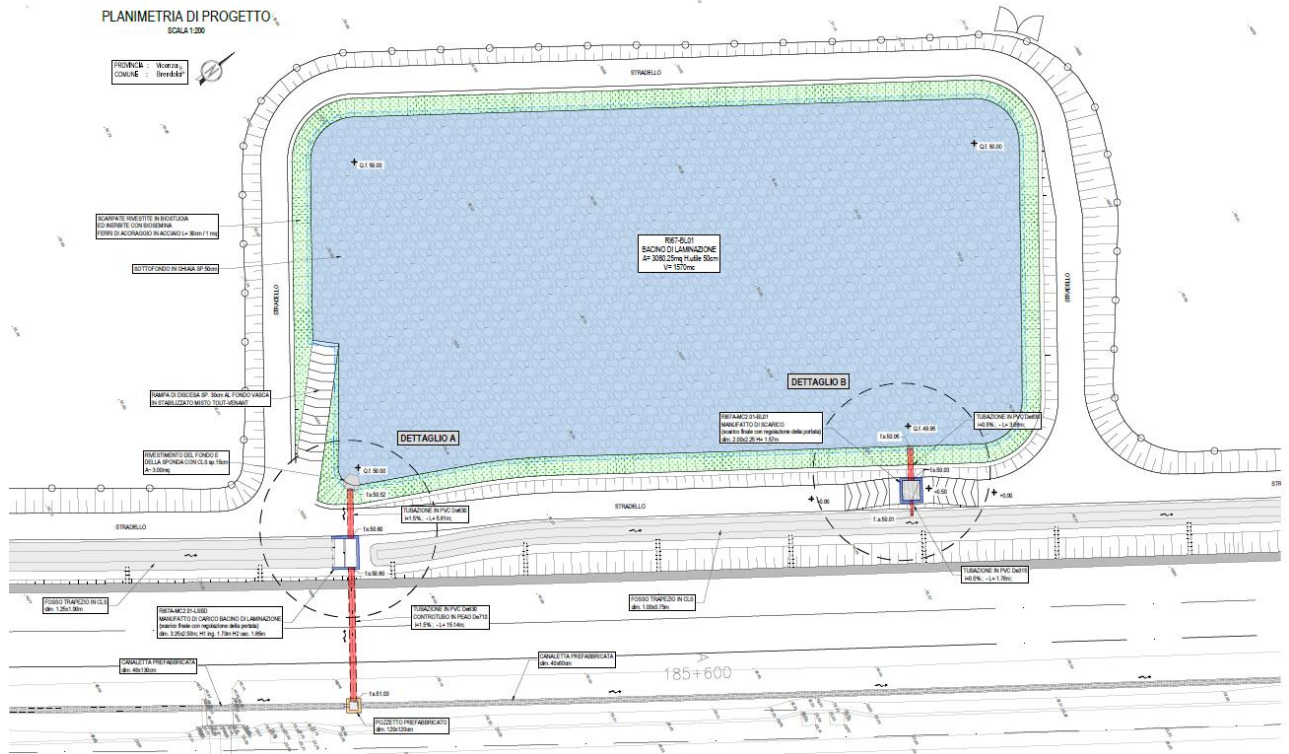


Figura 2 - Planimetria di progetto del bacino di laminazione RI67A-BL01

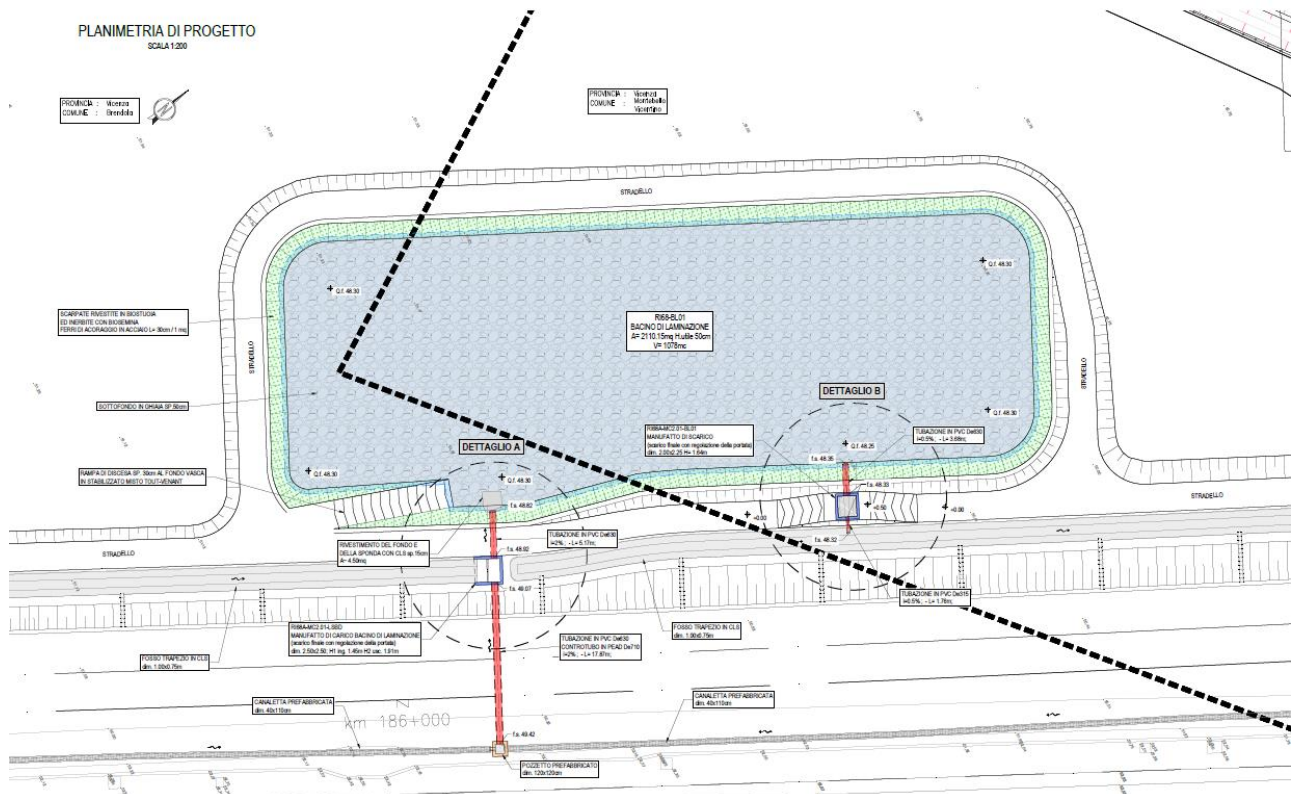


Figura 3 - Planimetria di progetto del bacino di laminazione RI68A-BL01

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 8 di 28

Le acque meteoriche saranno infine convogliate nel ricettore finale costituito dalla roggia Signolo a valle dello scatolare I01 di A4. Le acque vengono convogliate dal fosso lato B.D. della L.S. al manufatto di regolazione a monte dello scarico nel ricettore finale tramite un collettore De500, come illustrato nella seguente immagine.

Le acque meteoriche relative al tratto terminale della semi-piattaforma lato B.D. della L.S. ricadente nella WBS RI68 in adiacenza all'autostrada A4, visti i limitati spazi a disposizione, saranno convogliate da una canaletta di sezione rettangolare di dimensioni 0.4x0.4 m, connessa allo scarico finale tramite due tratti di tubo in PVC De315 e due pozzetti in cls prefabbricato di dimensioni 1.2x1.2 m. Per questo breve tratto, visti i limitati spazi a disposizione, non è prevista laminazione.

Nel fosso RI66A-FR02-AVBP è previsto lo scarico delle acque meteoriche laminate relative al sottopasso SL13, l'apporto risulta pari a 0.26 l/s.

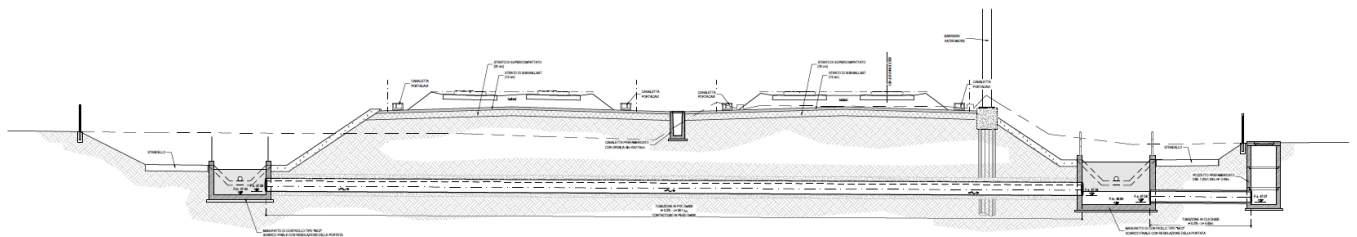


Figura 4 – Sezione del rilevato RI68 con collettore di convogliamento delle acque dal lato B.D. della L.S. al manufatto di regolazione a monte dello scarico nel ricettore finale.

I fossi di guardia relativi al rilevato RI66 che si trovano nel tratto che precede il sottopasso denominato SL13 sono idraulicamente connessi ai fossi di guardia relativi all'intervento RI65 e convogliano la portata all'impianto di sollevamento IN95B, collocato sotto l'impalcato del viadotto VI09, e quindi al Fiume Guà.

Le acque meteoriche relative alla semi-piattaforma lato B.D. della linea AV/AC e della semi-piattaforma lato B.P. della L.S. sono raccolte in una canaletta rettangolare tipo "CR" di dimensioni variabili da 0.40x0.60 m a 0.46x1.30 dotata di griglia metallica classe D400 posata con la pendenza della linea, a meno di brevi tratti in contropendenza, al centro della sezione che convoglia la portata verso i bacini di laminazione RI67A-BL01 e RI68A-BL01. Questa canaletta è idraulicamente connessa alla canaletta rettangolare relativa al tratto in rilevato RI65A.

Le canalette scaricano la portata nei manufatti di regolazione posti in corrispondenza dei bacini di laminazione tramite collettori in PVC De630 controtubati in De710 in PEAD. Lo scarico dalle canalette CR nei collettori avviene tramite un tratto di tubo in PVC SN8 De 315 e un pozzetto in cls prefabbricato di dimensioni 0.8x0.8 m come illustrato nella seguente immagine.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 9 di 28

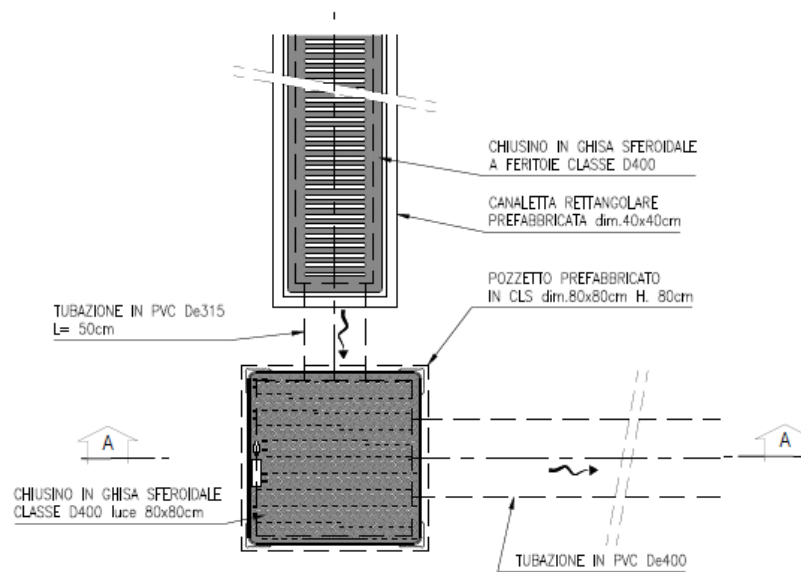


Figura 5 – Dettaglio di scarico della canaletta centrale nel pozzetto 0.8x0.8 m.

Per i dettagli costruttivi dei singoli elementi si faccia riferimento all'elaborato IN1710EI2BZRI0006001 – Dettagli smaltimento acque di piattaforma.

Di seguito si illustrano gli elementi di drenaggio (embrici, canalette, collettori). Il sistema di laminazione, costituito dai fossi di guardia laminanti, dai manufatti di regolazione della portata e dai bacini di laminazione è descritto nel successivo capitolo 6.

5.2 Dimensionamento degli elementi di drenaggio

5.2.1 Modello di trasformazione afflussi-deflussi

La determinazione delle portate defluenti nelle sezioni di chiusura dei sottobacini ferroviari è stata effettuata mediante l'applicazione di un modello afflussi-deflussi. L'importanza di tale informazione risiede nella necessità di dimensionare correttamente i manufatti idraulici atti a convogliare le acque, in riferimento alla capacità idraulica dei ricettori finali.

Note le curve di possibilità pluviometrica, si è proceduto alla determinazione delle piogge di progetto ed alla successiva determinazione delle onde di piena di progetto.

In questo caso, per la determinazione delle portate di progetto, è stato adottato il modello di corrivazione utilizzando un ietogramma rettangolare depurato delle perdite idrologiche per infiltrazione e per detenzione superficiale mediante l'applicazione di un coefficiente di deflusso (rapporto tra il volume defluito ed il corrispondente volume di afflusso meteorico) assunto costante durante l'evento.

Il modello adottato ammette due parametri fondamentali, uno per ciascuno dei due fenomeni citati in precedenza (infiltrazione e trasformazione afflussi netti - deflussi): il coefficiente di deflusso (equivalente al coefficiente di assorbimento orario nella nomenclatura del metodo italiano) e il tempo di corrivazione del

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 10 di 28

bacino. Detti parametri hanno un preciso significato fisico e sono basilari per poter raggiungere una rappresentazione abbastanza accettabile del fenomeno delle piene.

La portata affluente ($Q_{critica}$) è valutabile attraverso l'applicazione della formula razionale, che restituisce la portata specifica da drenare:

$$Q = \frac{\varphi \cdot i_c \cdot A}{3600 \cdot 1000}$$

dove i_c [mm/h] è l'intensità di pioggia massima per la durata di pioggia pari al tempo di corrivazione t_c [ore], A [m²] è la superficie del bacino scolante e φ (§ 4.2) è il coefficiente di deflusso che esprime, a meno delle unità di misura, il rapporto tra il volume affluito alla rete e quello complessivamente affluito al bacino, la formula così scritta restituisce il valore di portata Q in m³/s.

5.2.2 Dimensionamento degli elementi di raccolta

La raccolta dell'acqua di piattaforma, per i tratti in rilevato, è realizzata tramite canalette ad embrice, ovvero elementi discontinui posti ad interassi dimensionati per soddisfare in modo corretto la loro funzione che è quella di limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità, per garantire la dovuta sicurezza del sistema infrastruttura.

Il funzionamento idraulico di un embrice può essere assimilato a quello di una soglia sfiorante; la portata sfiorata Q [m³/s] può essere definita come:

$$Q = C_q L h \sqrt{2gh}$$

nella quale:

- $C_q = 0,385$ è il coefficiente di deflusso;
- L [m] rappresenta la larghezza di imbocco dell'embrice (pari a 0.6 m)
- h [m] rappresenta l'altezza del velo liquido all'imbocco dell'embrice.

Si è imposto un tempo di corrivazione minimo pari a 5 minuti poiché per tempi molto brevi la curva dell'intensità di pioggia a due parametri tende all'infinito, fornendo quindi dati non realistici.

In Tabella 2 sono state riportate le tabelle di dimensionamento degli embrici. In particolare, è stata calcolata la portata sfiorata e, dal rapporto tra quest'ultima e la portata drenata determinata con la formula razionale per unità di lunghezza, il passo minimo degli embrici al variare del tracciato. Viene ritenuto accettabile un allagamento massimo variabile da 1.40 m a 2.20 m a partire dal cordolino che delimita la piattaforma che porta ad un interasse di progetto per gli embrici pari a 15 m.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 11 di 28

Tabella 2 – Dimensionamento interasse embrici

<i>Calcolo deflusso</i>			RI65A	RI66	RI67		RI68	
Sezioni			1 - 18	1 - 19	1 - 5	5 - 18	1 - 24	24 - 26
Larghezza piattaforma drenata [m]	W		6.40	6.40	6.40	6.40	6.40	6.40
Pendenza trasversale sub-ballast [m/m]	i		0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Angolo sulla verticale [grad]	q		88.28	88.28	88.28	88.28	88.28	88.28
Larghezza banchina allagata [m]	b		1.40	1.40	1.50	1.50	1.50	2.20
Altezza d'acqua massima ammissibile [m]	h		0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.07
Pendenza ferroviaria longitudinale [m/m]	p		0.0038	0.0038	0.0038	0.0020	0.0020	0.0002
Area di deflusso [m ²]	Ad		0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.07
Raggio idraulico banchina [m]	R		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
Coefficiente di Strickler sub-ballast [m ^{1/3} /s]	Ks		80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Portata longitudinale convogliata dalla banchina [l/s]	Q		10.82	10.82	13.00	9.36	9.36	7.41
Velocità di deflusso in cunetta [m/s]	v		0.37	0.37	0.39	0.28	0.28	0.10
<i>Calcolo interassi scarico acque miste</i>								
Coefficienti c.p.p.	a [mm/h]	87.62						
Brendola	n	0.51						
Durata precipitazione [min]	T _e	5						
Coefficiente di laminazione	e	1.00						
Coefficiente di afflusso	j	0.90						
Intensità precipitazione [mm/h]	i	295						
Coefficiente udometrico [l/s/ha]	u	738	738.0	738.0	738.0	738.0	738.0	738.0
Portata drenata/m [l/sm]	Q		0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
INTERASSE SCARICHI [m]			22.9	22.9	27.5	19.8	19.8	15.7
<i>Progetto</i>								
INTERASSE ELEMENTI DI RACCOLTA [m]			15	15	15	15	15	15
<i>Verifica interasse embrici</i>								
Carico idrico [m]	h		0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.07
Coeff di contrazione	C _q	0.385						
Larghezza embrice [m]	L	0.6						
Portata sfiorata embrice [l/s]	Q		8.80	8.80	9.76	9.76	9.76	17.34
Interasse embrici [m]	X _e		18.64	18.64	20.67	20.67	20.67	36.71

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 12 di 28

5.2.3 Dimensionamento degli elementi di convogliamento

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento (collettori, mezzi tubi, canalette) è dato dal confronto tra la portata transitante, ovvero la portata meteorica critica calcolata tramite la formula razionale, e quella massima ammissibile dall'elemento in questione. Anche in questo caso la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Quest'ultimo in questo caso è pari alla somma del tempo di afflusso (pari a 5 minuti) e del tempo di traslazione (t_r) lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo ("asta principale"). Il tempo di traslazione si ottiene quindi dalla formula:

$$t_r = \sum_{i=1}^N \frac{l_i}{v_i}$$

dove:

N = numero dei tronchi della rete a monte della generica sezione, facenti parte dell'asta principale;

l_i = lunghezza del tronco i -esimo;

v_i = velocità nel tronco i -esimo.

Il moto all'interno della rete si descrive adottando uno schema di moto uniforme. In particolare, si utilizza la formula di Chézy per ottenere le scale di deflusso:

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

dove: Q rappresenta la portata di dimensionamento dell'elemento (m^3/s); $k = 1/n$ il coefficiente di scabrezza di Strickler ($m^{1/3}/s$) con $n=0.015$ per gli elementi in cls e pari a 0.012 per i collettori in materiale plastico; A l'area bagnata (m^2); C il contorno bagnato (m); j la pendenza media della condotta (m/m); $\Re = \frac{A}{C}$ il raggio idraulico (m).

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

Per i collettori è stato considerato un riempimento massimo del 75% per canalette e collettori e pari al 40% per i mezzi tubi. La velocità deve risultare compresa tra un minimo di 0.5 m/s per evitare sedimentazioni e 5 m/s come indicato nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.11633 del 7/1/19.

Nelle seguenti tabelle vengono presentati i risultati dei dimensionamenti relativi alle canalette centrali, ai relativi collettori di scarico in PVC e alla canaletta lato B.D. della L.S. ricadente nella WBS RI68. Per le canalette è stata assunta una pendenza minima dello 0.2%, i tratti RI68A-CR02-AVBD e RI68A-CR03-AVBD sono previsti in contropendenza e nel calcolo del rapporto di riempimento sono state considerate le altezze massime dei massetti di pendenza.

Sono riportati anche i risultati relativi alle canalette ricadenti nell'intervento denominato RI65A, dal momento che esse sono idraulicamente connesse con le canalette centrali delle WBS in oggetto.

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA									
											
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 13 di 28					

Tabella 3 – Dimensionamento canalette tipo CR che recapitano nel bacino RI67A-BL01

CANALETTA	pk monte	pk valle	Area imp	Area efficace	Base canaletta	Altezza canaletta	i	Lunghezza	T ingresso	R pieno riemp.	v pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz. (min)	T corrivaz. (min)	Qcritica	Q pieno riemp.	h	Area bagnata	h/D	v
			[m ²]	[m ²]	[m]	[m]	[m/m]	[m]	[min]	[m]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m]	[m ²]	[-]	[m/s]
RI65A - CR01 - AVBD	34808.8	35038.8	3358.0	3022.2	0.40	0.60	0.0038	230.00	5.00	0.15	1.16	3.30	3.30	8.30	0.19	0.28	0.44	0.18	0.74	1.10
RI65A - CR02 - AVBD	35038.8	35228.8	2774.0	5518.8	0.40	0.90	0.0038	190.00	5.00	0.16	1.23	2.58	5.88	10.88	0.31	0.44	0.66	0.26	0.73	1.18
RI66A - CR01 - AVBD	35228.8	35418.8	2774.0	8015.4	0.40	1.10	0.0038	190.00	5.00	0.17	1.26	2.52	8.40	13.40	0.41	0.55	0.83	0.33	0.76	1.22
RI66A-CR02-AVBD	35418.8	35618.8	2920.0	10643.4	0.46	1.10	0.0038	200.00	5.00	0.19	1.36	2.45	10.85	15.85	0.50	0.69	0.83	0.38	0.75	1.31
RI67A-CR01-AVBD	35618.8	35825.0	3011.1	13353.4	0.46	1.30	0.0038	206.24	5.00	0.20	1.38	2.48	13.33	18.33	0.58	0.83	0.95	0.44	0.73	1.33

Tabella 4 – Dimensionamento canalette tipo CR che recapitano nel bacino RI68A-BL01

CANALETTA	pk monte	pk valle	Area imp	Area efficace	Base canaletta	Altezza canaletta	i	Lunghezza	T ingresso	R pieno riemp.	v pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz. (min)	T corrivaz. (min)	Qcritica	Q pieno riemp.	h	Area bagnata	h/D	v
			[m ²]	[m ²]	[m]	[m]	[m/m]	[m]	[min]	[m]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m]	[m ²]	[-]	[m/s]
RI67A-CR02-AVBD	35825.0	35985.0	2336.0	2102.4	0.40	0.60	0.0020	160.00	5.00	0.15	0.84	3.17	3.17	8.17	0.14	0.20	0.43	0.17	0.72	0.78
RI67A-CR03-AVBD	35985.0	36145.0	2336.0	4204.8	0.40	0.90	0.0020	160.00	5.00	0.16	0.89	2.99	6.16	11.16	0.23	0.32	0.67	0.27	0.75	0.86
RI68A-CR01-AVBD	36145.0	36275.0	1898.0	5913.0	0.40	1.10	0.0020	130.00	5.00	0.17	0.91	2.38	8.53	13.53	0.30	0.40	0.84	0.33	0.76	0.89
RI68A-CR03-AVBD	36522.8	36389.8	1941.8	1747.6	0.40	1.10	0.0020	133.00	5.00	0.17	0.91	2.43	2.43	7.43	0.12	0.40	0.36	0.14	0.67	0.82
RI68A-CR02-AVBD	36389.8	36275.0	1675.9	3256.0	0.40	1.10	0.0020	114.79	5.00	0.17	0.91	2.10	4.53	9.53	0.19	0.40	0.58	0.23	0.68	0.84

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 									
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 14 di 28					

Tabella 5 - Dimensionamento collettori di scarico nel bacini di laminazione

Tratto	Diametro	Pendenza	Lunghezza	Materiale	Ks	T ingresso	V pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Qcritica	Qmax riempi.	h	h/D	Angolo riemp.	Area bagnata	v
	[m]	[m/m]	[m]		(m ^{3/3} /s)	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m]		[grad]	[m ²]	[m/s]
SCARICO CANALETTA CENTRALE PK 35+825 RI67-BL01	630	0.015	15.24	PVC	85	5.0	2.92	0.09	0.09	5.06	0.580	0.806	0.373	0.63	209.7	0.18	3.17
SCARICO CANALETTA CENTRALE PK 36+275 RI68A-BL01	630	0.020	17.40	PVC	85	5.0	3.37	0.09	0.17	5.12	0.493	0.931	0.307	0.52	184.0	0.14	3.42

Tabella 6 – Dimensionamento canaletta RI68A-CR01-LSBD lato B.D. della L.S.

CANALETTA	pk monte	pk valle	Area imp	Area efficace	Base canaletta	Altezza canaletta	i	Lunghezza	T ingresso	R pieno riemp.	v pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz. (min)	T corrivaz. (min)	Qcritica	Q pieno riemp.	h	Area bagnata	h/D	v
			[m ²]	[m ²]	[m]	[m]	[m/m]	[m]	[min]	[m]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m]	[m ²]	[-]	[m/s]
RI68A-CR01-LSBD	36491.5	36421.5	476.0	501.5	0.40	0.40	0.0020	70.00	5.00	0.13	0.78	1.50	1.50	6.50	0.04	0.12	0.16	0.06	0.39	0.58

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 15 di 28

6 SISTEMA DI LAMINAZIONE

I fossi di guardia e i bacini posti al piede del rilevato con funzione di laminazione sono stati dimensionati nell'intento di invasare le acque meteoriche raccolte sulla nuova infrastruttura garantendo lo scarico nei recettori finali nel rispetto dei limiti concessi dalla normativa regionale in relazione al principio dell'invarianza idraulica.

Nella tratta in oggetto lo scarico limite consentito è di 5 l/s/ha imposto dalla normativa vignete (DGRV 2948/2009) e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (ApV) Ente Gestore del reticolo idrico interferito nell'area di interesse. Un manufatto di regolazione delle portate posto a valle dell'invaso garantisce che la portata scaricata non superi il valore imposto.

I volumi di laminazione hanno il compito di ridurre i picchi di portata che si verificano nei sistemi di drenaggio riducendoli a valori compatibili con i recapiti posti a valle. Nel caso specifico dell'opera in progetto l'incremento di portata dovuto alla impermeabilizzazione viene assorbito dal sistema di drenaggio attraverso l'invaso nei fossi, le cui dimensioni sono legate quindi non alla sola funzione di convogliare le acque afferenti al recapito stabilito ma anche a quella di invaso dei volumi che eccedono la capacità del recettore finale, e nei bacini di laminazione.

In corrispondenza delle WBS in oggetto si prevedono dei fossi rivestiti in cls di sezione trapezia con base minore variabile tra 1 e 1.25 m, altezza variabile tra 0.75 e 1 m e sponde inclinate a 1/1. I fossi sono localizzati tra il rilevato e lo stradello ferroviario in modo da convogliare e laminare tutte le acque meteoriche afferenti alla linea AC/AV in progetto e alla variante della linea storica. Il dimensionamento è stato effettuato considerando il metodo cinematico (Alfonsi e Orsi, 1987). Ai fossi viene data una leggera pendenza longitudinale, pari allo 0.1% che facilita il transito della portata verso il punto di scarico e lo svuotamento del fosso stesso.

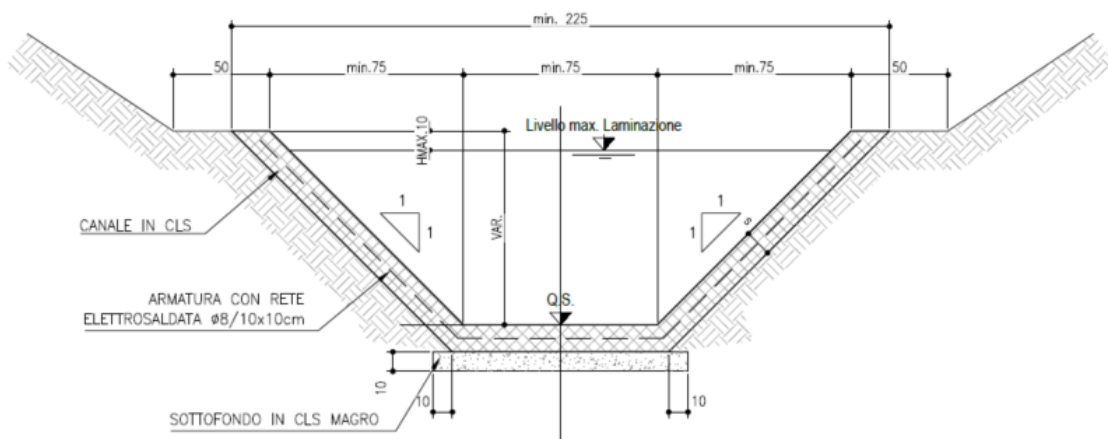


Figura 6 – Sezione tipica dei fossi di laminazione.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. A	Foglio 16 di 28

La regolazione della portata in uscita è effettuata tramite dei manufatti in cls dotati di bocca tarata dimensionata in modo tale da garantire lo scarico dei 5 l/s ha impermeabile. Per i dettagli costruttivi di tali manufatti si faccia riferimento all'elaborato IN1710EI2BZRI0006002A – Dettagli manufatti di regolazione.

Nelle WBS oggetto della relazione sono presenti: sette manufatti di tipo “MC1” alle pk 35+301.0 (B.P. e B.D.) per la regolazione delle portate e facenti parte del sistema idraulico di smaltimento e di laminazione relativo alla WBS RI65, 35+715.4 (B.P.) per la regolazione delle portate, 35+961.99 (B.P.) per la regolazione delle portate, 35+700 (B.D.) per la regolazione delle portate, 36+055.0 (B.D.) per la regolazione delle portate e 36+205.99 (B.P.) per la regolazione delle portate; cinque manufatti di tipo “MC2” alle pk 35+822.8 (B.D.) per il carico del bacino di laminazione RI67A-BL01, 35+888.74 (B.D.) per lo scarico del bacino di laminazione RI67A-BL01, 36+273.0 (B.D.) per il carico del bacino di laminazione RI68A-BL01, 36+313.05 (B.D.) per lo scarico del bacino di laminazione RI68A-BL01, 36+414.0 (B.D.) per la regolazione delle portate e il convogliamento delle acque meteoriche verso il lato B.P. della linea AV/AC; un manufatto di tipo “MC3” alla pk 36+414.0 (B.P.) per la regolazione delle portate e il convogliamento delle acque nel ricettore finale.

Per i dettagli costruttivi di tali manufatti si faccia riferimento all'elaborato IN1710EI2BZRI0006002A-Dettagli manufatti di regolazione e alle tabelle riportate in IN1712EI2P8RI66A4001A – Planimetria idraulica, IN1712EI2P8RI67A4001A – Planimetria idraulica, IN1712EI2PZRI68A4001A – Planimetria idraulica e sezione, IN1712EI2PZRI67A4001A – Pianta, sezioni e dettagli bacino di laminazione RI67A-BL01 e IN1712EI2PZRI68A4002A – Pianta, sezioni e dettagli bacino di laminazione RI68A-BL01.

Pianta e sezione longitudinale tipo dei manufatti MC1 e MC2 sono riportate nelle seguenti immagini.

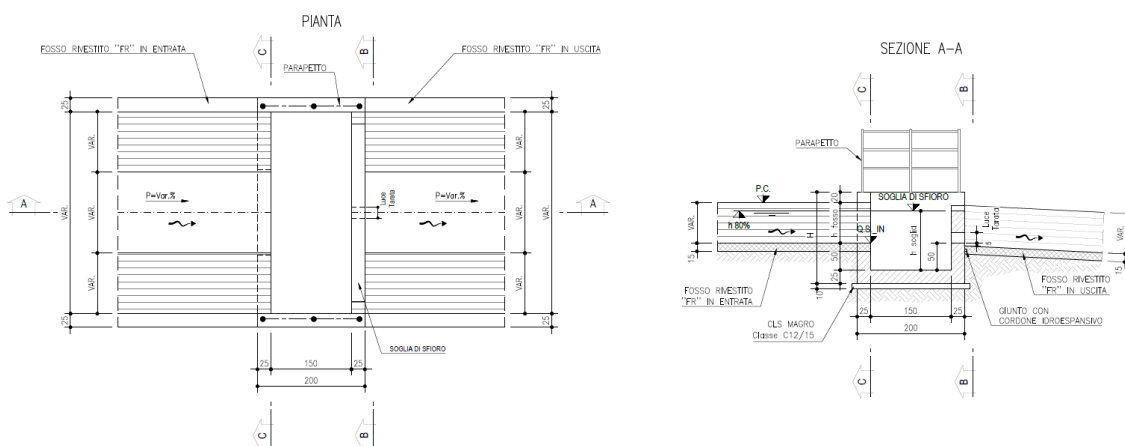


Figura 7 - Sezione tipologica dei manufatti di regolazione tipo "MC1"

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. A	Foglio 17 di 28

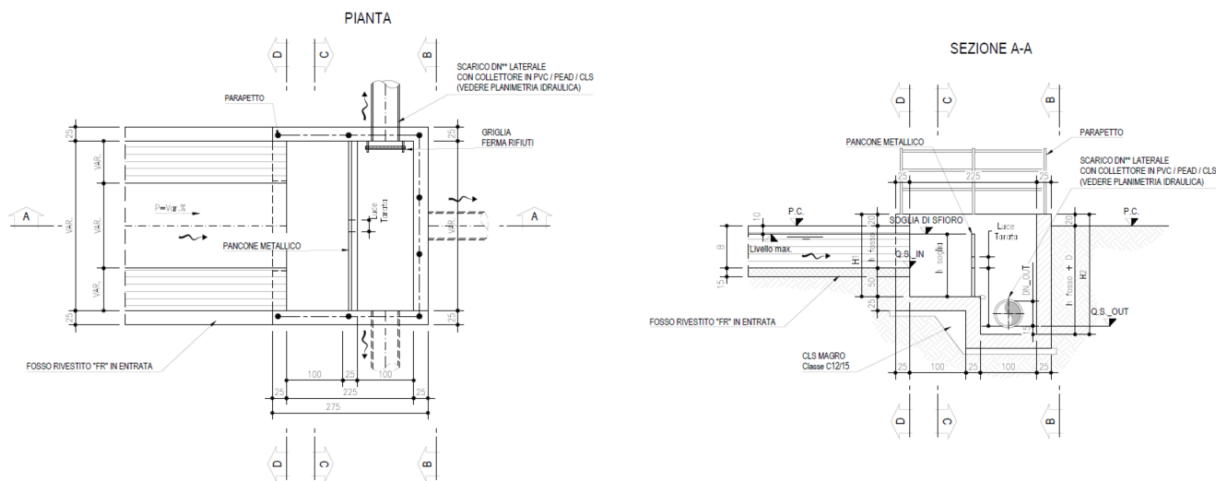


Figura 8 – Sezione tipologia dei manufatti di regolazione e scarico tipo “MC2”.

La laminazione delle portate relative alle canalette centrali avverrà per mezzo dei due bacini di laminazione RI67A-BL01 alla pk 35+850.0 e RI68A-BL01 alla pk 36+293.32, situati lato B.D. della L.S. I due bacini di laminazione saranno caratterizzati da un sottofondo in ghiaia di altezza 50 cm, mentre le sponde avranno inclinazione 1/1 e saranno rivestite in biostuoia ed inerbite con biosemina, come richiesto nel documento IN0D00DI2RHMD0000012A - Relazione descrittiva delle modifiche progettuali da recepire in fase di sviluppo del PE e dall'ente gestore del reticolo irriguo Consorzio Alta Pianura Veneta (APV). Il convogliamento delle portate nei bacini di laminazione sarà effettuato mediante manufatti di regolazione in cls di tipo MC2 e collettori in PVC De630. La restituzione delle portate laminate dal bacino al sistema di fossi avverrà per mezzo di manufatti di scarico in cls e di collettori in PVC De630.

Come da richiesta di APV l'altezza utile massima all'interno dei bacini è stata considerata pari a 1 m. Al fondo dei bacini viene data una leggera pendenza longitudinale, pari allo 0.05% che facilita il transito della portata verso il punto di scarico e lo svuotamento del bacino stesso.

Il bacino RI67A-BL01 presenta un'area di base pari a circa 3080 m² per un'altezza utile di 50 cm, il volume di invaso per la laminazione risulta quindi pari a circa 1570 m³. Il bacino RI68A-BL01 presenta un'area di base pari a circa 2110m² per un'altezza utile di 50 cm, il volume di invaso per la laminazione risulta quindi pari a circa 1078 m³.

Le sezioni del bacino di laminazione e dei manufatti di carico e di scarico relativi al RI67A-BL01 sono riportate nelle figure seguenti. Il bacino RI68A-BL01 presenterà la medesima tipologia di sezione e di manufatti di carico e scarico.

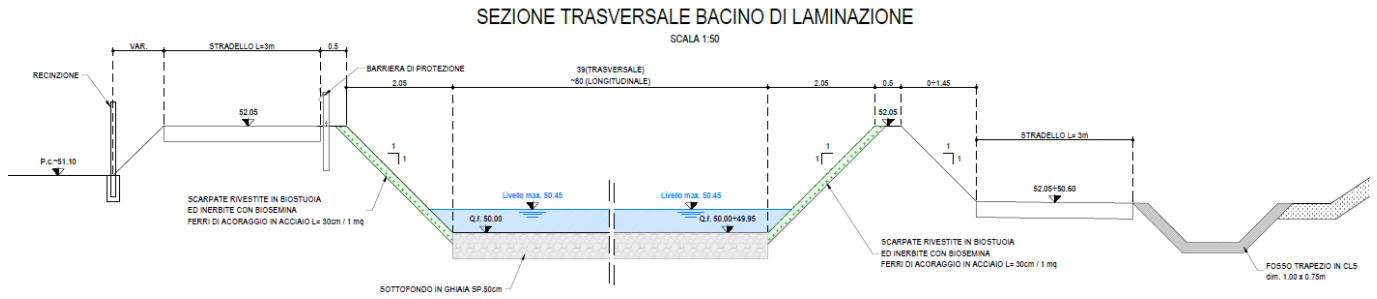


Figura 9 - Sezione del bacino di laminazione RI67-BL01

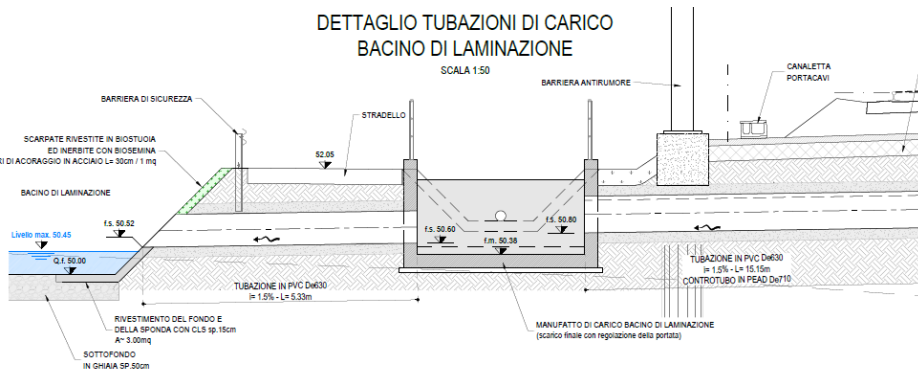


Figura 10 - Sezione del manufatto di carico RI67A-MC2.01-LSBD relativo al bacino di laminazione RI67A-BL01

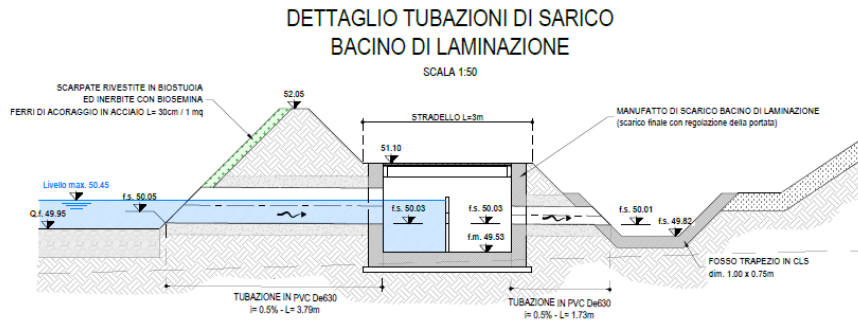


Figura 11 - Sezione del manufatto di scarico RI67A-MC2.01-BL01 relativo al bacino di laminazione RI67A-BL01

6.1 Dimensionamento fossi di guardia di laminazione e bacini di laminazione

Il dimensionamento del volume da accumulare nei fossi di guardia e nei bacini di laminazione è stato eseguito mediante il metodo cinematico (Alfonsi e Orsi, 1987):

$$W_m = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^n + \frac{t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{1-n}}{S \cdot \varphi \cdot a} - Q_u \cdot \theta_w - Q_u \cdot t_c$$

dove:

- S = superficie del bacino scolante;

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. A	Foglio 19 di 28

- φ = coefficiente di afflusso del bacino scolante;
- a, n = parametri della curva di possibilità pluviometrica per $T_r=100$ anni con durata > 1 ora;
- t_c = tempo di corrivazione
- Q_u = portata massima scaricabile per il principio dell'invarianza idraulica;
- θ_w = durata critica.

La durata critica per la laminazione si determina con metodo iterativo tramite la relazione:

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

Il tempo di corrivazione viene calcolato sommando il tempo di afflusso, convenzionalmente assunto pari a 5 minuti, e il tempo di rete, calcolato sul tratto più lungo con il massimo riempimento. Questa assunzione semplificativa risulta a favore di sicurezza in quanto per riempimenti maggiori la velocità risulta maggiore e di conseguenza risulta minore il tempo di percorrenza: a tempi minori corrisponde una maggiore intensità di pioggia.

Si è tenuta anche in considerazione a riduzione del volume di laminazione dovuta alla pendenza dei fossi. Per fare questo è stato calcolato l'integrale della sezione del fosso A tra 0 e L^* :

$$A = aX^2 + bX$$

$$X = h_0 - \frac{i(\%)l}{100}$$

$$V^* = \int_0^{L^*} \left[a \left(h_0 - \frac{i(\%)l}{100} \right)^2 + b \left(h_0 - \frac{i(\%)l}{100} \right) \right] dl = a \left(h_0^2 L^* + \frac{i(\%)^2}{10000} \cdot \frac{L^{*3}}{3} - \frac{1}{100} h_0 i(\%) L^{*2} \right) + b \left(h_0 L^* - \frac{i(\%)}{200} L^{*2} \right)$$

con:

$$se \frac{h_0 - Y_u}{\frac{i(\%)}{100}} < L \rightarrow L^* = \frac{h_0 - Y_u}{\frac{i(\%)}{100}}$$

$$se \frac{h_0 - Y_u}{\frac{i(\%)}{100}} > L \rightarrow L^* = L$$

dove:

- L lunghezza di laminazione
- Y_u è l'altezza di moto uniforme effettiva del fosso/bacino
- i la pendenza del fosso/bacino in %

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. A	Foglio 20 di 28

- h_0 l'altezza utile del fosso/bacino, pari all'altezza totale meno il franco di sicurezza assunto pari a 10 cm per i fossi e 50 cm per i bacini di laminazione
- a il coefficiente angolare delle sponde del fosso/bacino (pari a 1 data la tipologia del fosso con sponde all'1/1)
- b la base minore del fosso

Sottraendo al volume disponibile V^* così calcolato il volume di moto uniforme calcolato su L^* si ottiene il volume disponibile per la laminazione.

$$V_{disp\ laminazione} = V^* - A_{bagnata} \cdot L^*$$

A partire da questo dato è possibile ricavare il $V_{totale\ utile}$ del fosso/bacino, dato dalla somma tra il volume disponibile per la laminazione e il volume di moto uniforme calcolato sulla lunghezza totale di laminazione L .

$$V_{totale\ utile} = V_{disp\ laminazione} + A_{bagnata} \cdot L$$

Il $V_{totale\ utile}$ dovrà essere confrontato con il $V_{totale\ idrico}$ del fosso/bacino, dato dalla somma del $V_{laminazione}$ e del volume di moto uniforme calcolato sulla lunghezza totale di laminazione.

$$V_{totale\ idrico} = V_{laminazione} + A_{bagnata} \cdot L$$

Dovrà risultare:

$$V_{totale\ utile} > V_{totale\ idrico}$$

In Tabella 7 si riportano progressive di monte e valle dei fossi, dimensioni, pendenza e quote di scorrimento di monte e di valle dei fossi presenti nel sistema di WBS oggetto della relazione. In Tabella 8 sono presentati i risultati ottenuti per il dimensionamento dei fossi. Le grandezze riportate sono quelle descritte in precedenza, in particolare:

- Lunghezza utile per la laminazione L [m];
- tempo di rete t_r [h] e tempo di corrivazione $t_c = t_a + t_r$ [h];
- Larghezza e Lunghezza tratto di superficie impermeabile [m], Area imp. = Area superficie impermeabile afferente [m²];
- Larghezza media e Lunghezza scarpata [m], Area scarpata = Area superficie semi-permeabile afferente [m²];
- Area totale intervento = Area imp. + Area scarpata [m²] e Area totale efficace = $\phi_{imp} \cdot \text{Area imp.} + \phi_{semiperm} \cdot \text{Area scarpata}$ [m²];

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. A	Foglio 21 di 28

- $Q_{invarianza} = \text{Area totale intervento} \times 5l/s \cdot ha = \text{portata massima scaricabile per il principio dell'invarianza idraulica} [m^3/s];$
- $Q_{out \text{ bocca tarata}} = Q_u [m^3/s]$, per i fossi posti in serie il contributo della portata $Q_{invarianza}$ del tratto di monte viene sommato a quello del tratto corrente nella $Q_{out \text{ bocca tarata}}$, e quindi nel calcolo del volume necessario per la laminazione.

Nel fosso RI66A-FR02-AVBP è stato anche considerato l'apporto, già laminato proveniente dal sottopasso SL13 pari a 0.26 l/s. Nel fosso RI67A-FR02-LSBD quello in uscita dal bacino RI67A-BL01 e nel fosso RI68A-FR02-LSBD quello in uscita dal bacino RI68A-BL02.

- $\theta_w = \text{durata critica di laminazione secondo la formulazione di Alfonsi – Orsi} [h];$
- $W_m = \text{volume necessario per la laminazione secondo la formulazione di Alfonsi – Orsi} [m^3];$
- $Y_u [m]$, $A [m^2]$, $L^* [m]$ grandezze definite in precedenza e utilizzate per il calcolo della riduzione del volume di laminazione a causa del moto uniforme che si instaura per la pendenza dei fossi;
- $\text{Vol. moto uniforme} \cdot \text{volume di moto uniforme calcolato su } L^* = A \cdot L^* [m^3];$
- $V_{disp \text{ fosso}} = V \cdot \text{riduzione del volume di laminazione dovuta alla pendenza dei fossi} [m^3]$
- $\text{Vol. disp lam.} = V_{disp \text{ laminazione}} = V_{disp \text{ fosso}} - \text{Vol. moto uniforme} [m^3];$
- $V_{tot \text{ utile Fosso}} = V_{totale \text{ utile}} [m^3];$
- $V_{tot \text{ idrico Fosso}} = V_{totale \text{ idrico}} = W_m + \text{Vol. moto uniforme} [m^3];$
- Check V_{fosso} , OK se $V_{totale \text{ utile}} > V_{totale \text{ idrico}}$.

Poiché in questo caso $L = L^*$ il $V_{disp \text{ fosso}}$ e il $V_{tot \text{ utile Fosso}}$ risultano essere coincidenti.

Nel calcolo del volume disponibile massimo si è tenuto conto del riempimento massimo accettabile pari al 90%, ovvero a un franco minimo di 10 cm.

In Tabella 9 sono riportati i risultati ottenuti per il dimensionamento dei bacini di laminazione presenti nelle WBS oggetto della relazione, per i due bacini RI67A-BL01 e RI68A-BL02 sono state considerate delle dimensioni in pianta rispettivamente pari a 39.00 m x 80.00 m e 39.00 m x 80.00 m. Le grandezze presentate sono le medesime di Tabella 8.

Il recapito dei fossi RI66A-FR01-AVBP e RI66B-FR01-LSBD è rappresentato dal sistema di fossi di laminazione della precedente WBS RI65 e quindi dall'impianto di sollevamento IN95B.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. A	Foglio 22 di 28

Tabella 7 – Fossi di laminazione

	pk monte	pk valle	Base minore	Altezza	Base maggiore	Q fondo monte	Q fondo valle	Pendenza
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m/m]
RI66A-FR01-AVBP	35445	35301	1.25	1	3.25	49.81	49.67	0.001
RI66B-FR01-LSBD	35458.45	35301	1.25	1	3.25	50.06	49.91	0.001
RI66A-FR02-LSBD	35474	35700	1.25	1	3.25	51.38	51.15	0.001
RI67A-FR01-LSBD	35702	35822.8	1.25	1	3.25	51.15	51.03	0.001
RI67A-FR02-LSBD	35827.8	36055	1	0.75	2.5	49.85	49.65	0.001
RI67A-FR03-LSBD	36057	36273	1	0.75	2.5	49.65	49.43	0.001
RI68A-FR01-LSBD	36277.5	36414	1	0.75	2.5	48.23	48.09	0.001
RI66A-FR02-AVBP	35460	35715.4	1.25	1	3.25	49.04	48.78	0.001
RI67A-FR01-AVBP	35717.4	35961.99	1.25	1	3.25	48.78	48.54	0.001
RI67A-FR02-AVBP	35963.99	36205.99	1.25	1	3.25	48.54	48.30	0.001
RI68A-FR01-AVBP	36207.99	36414	1.25	1	3.25	48.30	48.09	0.001
RI68A-FR02-AVBP	36525	36414	1.25	1	3.25	49.06	48.95	0.001

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 											
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17		Lotto 12		Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001				Rev. B		Foglio 23 di 28	

Tabella 8 – Dimensionamento fossi di laminazione

	Lungh. laminazione L	tempo di rete (=L/v)	tc=ta+tr	Largh. imp (piattaforma + stradello)	Lungh. totale imp	Area imp.	Largh media scarpata	Area scarp.	Atotale intervento	Area totale efficace	Q invarianza	Qout bocca tarata	Qw	Wm	Yu	A	L* lungh. fosso lam	Vol. moto uniforme *	Vdisp fosso*	Vol. disp lam	Vtot utile Fosso	Vtot idrico Fosso	Check Vfosso
	[m]	[h]	[h]	[m]	[m]	[mq]	[m]	[mq]	[mq]	[mq]	[mc/s]	[mc/s]	[h]	[mc]	[m]	[mq]	[m]	[m]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]
RI66A-FR01-AVBP	144	0.572	0.655	9.55	144	1921.8	6.2	892.8	2814.6	2265.3	0.0014	0.0014	16.4	242.6	0.02	0.02	144	2.9	248.0	245.1	248.0	245.5	OK
RI66B-FR01-LSBD	157.45	0.802	0.885	8.05	157.45	1865.1	6.2	976.2	2841.3	2264.3	0.0014	0.0014	16.2	240.8	0.02	0.03	157.45	4.1	268.2	264.1	268.2	244.9	OK
RI66A-FR02-LSBD	226	0.763	0.846	9.55	226	3016.1	1.3	293.8	3309.9	2890.8	0.0017	0.0017	18.3	317.7	0.02	0.02	226	4.5	363.3	358.7	363.3	322.2	OK
RI67A-FR01-LSBD	120.8	0.271	0.354	9.55	120.8	1612.1	0.5	60.4	1672.5	1487.2	0.0008	0.0025	4.4	113.0	0.02	0.02	120.8	2.4	212.1	209.7	212.1	115.5	OK
RI67A-FR02-LSBD	211.2	0.076	0.160	9.55	227.2	2814.7	2.5	568.0	3382.7	2874.0	0.0017	0.0124	1.3	157.1	0.02	0.02	211.2	3.4	178.4	174.9	178.4	160.6	OK
RI68A-FR01-LSBD	216	0.178	0.262	9.55	216	2675.9	2	432.0	3107.9	2667.5	0.0016	0.0139	1.0	131.6	0.04	0.04	216	9.0	181.4	172.4	181.4	140.6	OK
RI68A-FR02-LSBD	120.5	0.102	0.186	9.55	136.5	1691.0	4	546.0	2237.0	1849.5	0.0011	0.0207	0.4	65.8	0.06	0.06	120.5	7.6	113.1	105.5	113.1	73.4	OK
RI66A-FR02-AVBP	255.4	0.664	0.747	9.55	255.4	3408.5	3.7	945.0	4353.4	3634.6	0.0022	0.0024	14.8	378.4	0.02	0.02	255.4	5.8	400.3	394.5	400.3	384.3	OK
RI67A-FR01-AVBP	245.6	0.454	0.538	9.55	245.6	3277.7	4	982.4	4260.1	3539.3	0.0021	0.0046	6.2	293.2	0.02	0.03	245.6	7.5	388.2	380.7	388.2	300.6	OK
RI67A-FR02-AVBP	242	0.367	0.451	9.55	242	3229.6	4	968.0	4197.6	3487.5	0.0021	0.0067	3.7	250.9	0.03	0.04	242	8.8	383.7	374.9	383.7	259.7	OK
RI68A-FR01-AVBP	207	0.316	0.399	9.55	207	2762.5	3	621.0	3383.5	2858.9	0.0017	0.0084	2.2	175.1	0.04	0.05	207	9.5	338.2	328.6	338.2	184.6	OK
RI68A-FR02-AVBP	91	0.613	0.696	9.55	111	1481.4	1.6	177.6	1659.0	1439.8	0.0008	0.0008	18.1	158.2	0.02	0.02	91	1.8	163.7	161.9	163.7	160.0	OK

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 24 di 28

Tabella 9 - Dimensionamento bacini di laminazione

	pk i	pk f	i	Lungh vasca	Lungh. rete L	tempo di rete (tr=L/v)	tc=ta+tr	Area imp.	Area scarp.	Atotale intervento	Area totale efficace	Q invarianza	Qout bocca tarata	Qw	Wm	Yu	A	L* lungh. vasca lam	Vol. moto uniforme *	Vdisp vasca*	Vol. disp lam	Vtot utile vasca	Vtot idrico vasca	Check V
	0	0	[%]	[m]	[m]	[h]	[h]	[mq]	[mq]	[mq]	[mq]	[mc/s]	[mc/s]	[h]	[mc]	[m]	[mq]	[m]	[m]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]
RI67A-BL01	35820	35900	0.05	80	1016.2	4.386	4.469	16417.1	0	16417.1	14775.4	0.00821	0.01070	14.4	1391.1	0.0043	0.166	80	13.3	1516.0	1502.7	1516.0	1404.4	OK
RI68A-BL01	36225	36325	0.05	80	697.8	2.147	2.230	11207.7	0	11207.7	10087.0	0.00560	0.01955	4.1	630.3	0.0087	0.216	80	17.3	978.4	961.1	978.4	647.6	OK

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 25 di 28	

6.2 Manufatti di controllo e regolazione della portata

Il rilascio delle acque di piattaforma avverrà in modo controllato attraverso manufatti appositamente progettati che garantiscono la regolazione delle portate laminate in uscita dal sistema.

Nelle presenti WBS sono presenti tre tipologie di manufatto:

- MC1→ Manufatti di regolazione della portata, che scaricano la portata laminata nel fosso immediatamente a valle;
- MC2→ Manufatti di regolazione della portata, che hanno la funzione di carico e scarico dei bacini di laminazione e di convogliamento delle acque verso altri manufatti tramite collettori;
- MC3→ Manufatti di regolazione della portata, con la funzione di convogliare le acque raccolte verso il ricettore finale tramite collettore.

Il controllo della portata in uscita avviene attraverso una luce opportunamente dimensionata applicando la formula della portata effluente da luce a battente:

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

nella quale:

- $\mu = 0,6$ è il coefficiente di contrazione;
- $A [m^2]$ rappresenta la sezione del foro $= \pi D^2/4$, con $D [m]$ diametro del foro;
- $h [m]$ rappresenta il carico idraulico sulla luce $= H-D/2$, con $H [m]$ altezza del pelo libero nel manufatto.
- $g [m/s^2]$ è l'accelerazione di gravità.

Una volta individuato il bacino afferente si calcola la massima portata scaricabile e con la formula appena descritta si ricava il valore del diametro della luce effluente.

Per i fossi di laminazione al di sopra della bocca tarata è collocata una soglia di sfioro di sicurezza di altezza pari a:

$$h_{soglia} = 0.50 + h_{utile\ fosso}$$

definita in base alla geometria del manufatto. La funzione della soglia è quella di garantire il deflusso della portata in arrivo verso valle in caso di ostruzione della bocca tarata, in modo tale da evitare allagamenti concentrati in corrispondenza e/o appena a monte del manufatto di laminazione.

Nei manufatti di scarico dei bacini di laminazione l'altezza della soglia di sfioro di sicurezza è legata al massimo riempimento previsto per il corrispondente bacino.

Di seguito sono presentati i risultati relativi ai manufatti presenti nelle WBS oggetto della presente relazione.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. A	Foglio 26 di 28

Le grandezze presentate per i manufatti MC1 sono le seguenti: nome del fosso in ingresso, progressiva del manufatto, altezza del fosso in ingresso [m], larghezza interna manufatto [m], altezza interna camera del manufatto [m], altezza della soglia di sfioro [m], dimensioni della bocca tarata [m], quota di scorrimento del fosso in ingresso [m s.l.m.], quota di scorrimento del collettore in uscita [m s.l.m.], altezza del salto a valle del manufatto [m], portata in uscita effettiva in base alle dimensioni della bocca tarata prescelta [m³/s].

Le grandezze presentate per i manufatti MC2 sono le seguenti: nome del fosso in ingresso, progressiva del manufatto, altezza del fosso in ingresso [m], larghezza interna manufatto [m], altezza interna camera di ingresso [m], altezza della soglia di sfioro [m], dimensioni della bocca tarata [m], altezza della camera di uscita [m], diametro del collettore in uscita [m], Δ tra quota in ingresso e quota in uscita [m], quota di scorrimento del fosso in ingresso [m s.l.m.], quota di scorrimento del collettore in uscita [m s.l.m.], portata in uscita effettiva in base alle dimensioni della bocca tarata prescelta [m³/s].

Le grandezze presentate per i manufatti MC3 sono le seguenti: nome del fosso in ingresso, progressiva del manufatto, altezza del fosso in ingresso [m], larghezza interna manufatto [m], altezza interna camera di ingresso [m], altezza della soglia di sfioro [m], dimensioni della bocca tarata [m], altezza della camera di uscita [m], diametro del collettore in uscita [m], Δ tra quota in ingresso e quota in uscita [m], quota di scorrimento del fosso in ingresso [m s.l.m.], quota di scorrimento del collettore in uscita [m s.l.m.], portata in uscita effettiva in base alle dimensioni della bocca tarata prescelta [m³/s].

Nella successiva Tabella 13 sono presentate le verifiche relative ai collettori di scarico dei manufatti.

Per i dettagli dei manufatti di carico e scarico dei bacini di laminazione si rimanda alle tavole IN1712EI2PZRI67A4001A - Pianta, sezioni e dettagli bacino di laminazione RI67A-BL01 e IN1712EI2PZRI68A4002A - Pianta, sezioni e dettagli bacino di laminazione RI68A-BL01.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 27 di 28

Tabella 10 – Manufatti di controllo tipo MC1

	FOSSO IN INGRESSO	pk.	h fosso in ingresso	L - Larghezza manufatto	Hi - Altezza interna manufatto	Altezza soglia di sfioro	Diametro bocca tarata	Q.s. IN	Altezza salto a valle del manufatto	Qout bocca tarata
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m s.l.m.]	[m]	[mc/s]
RI66A - MC1.01-AVBP	RI66A-FR01-AVBP	35301	1	3.25	1.7	1.4	0.033	49.67	-	0.002
RI66A - MC1.01-LSBD	RI66B-FR01-LSBD	35301	1	3.25	1.7	1.4	0.037	49.91	-	0.003
RI67A-MC1.01-AVBP	RI66A-FR02-AVBP	35715.4	1	3.25	1.7	1.4	0.040	48.78	-	0.003
RI67A-MC1.02-AVBP	RI67A-FR01-AVBP	35961.99	1	3.25	1.7	1.4	0.051	48.54	-	0.005
RI67A-MC1.01-LSBD	RI66A-FR02-LSBD	35700	1	3.25	1.7	1.4	0.036	51.15	-	0.003
RI68A-MC1.01-LSBD	RI67A-FR02-LSBD	36055	0.75	2.5	1.45	1.15	0.089	49.65	-	0.013
RI68A-MC1.01-AVBP	RI67A-FR02-AVBP	36205.99	1	3.25	1.7	1.4	0.060	48.30	-	0.007

Tabella 11 - Manufatti di controllo tipo MC2

	FOSSO IN INGRESSO	pk.	h fosso in ingresso	D collettore in ingresso	L - Larghezza manufatto	Hi1- Altezza interna camera IN	Altezza soglia di sfioro	Diametro bocca tarata	Hi2 - Altezza interna camera OUT	Diametro collettore in uscita	D IN - OUT	Q.s. IN	Q.s. OUT	Qout bocca tarata
		[m]	[m]	[mm]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[mm]	[m]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[mc/s]
RI67A-MC2.01-LSBD	RI67A-FR01-LSBD	35822.8	1	630	3.25	1.7	1.45	0.04	1.85	630	0.43	51.03	50.60	0.003
RI67A-MC2.01-BL01	RI67A-BL 01	35888.74	-	630	2	1.57	0.97	0.07	1.57	315	0.00	50.03	50.03	0.007
RI68A-MC2.01-LSBD	RI68A-FR01-LSBD	36273	0.75	630	2.5	1.45	1.20	0.04	1.61	630	0.51	49.43	48.92	0.014
RI68A-MC2.01-BL01	RI68A-BL 01	36313.05	-	630	2	1.64	0.97	0.06	1.64	315	0.00	48.33	48.33	0.006
RI68A-MC2.02-LSBD	RI68A-FR02-LSBD	36414	0.75	315	2.5	1.45	1.15	0.11	1.60	500	0.50	48.09	47.59	0.021

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 					
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI66A4 001	Rev. B	Foglio 28 di 28	

Tabella 12 - Manufatto di controllo tipo MC3

	FOSSO IN INGRESSO	pk.	h fosso in ingresso	L - Larghezza manufatto	Hi1- Altezza interna camera IN	Altezza soglia di sfioro	Diametro bocca tarata	Hi2 - Altezza interna camera OUT	Diametro collettore in uscita	Δ IN - OUT	Q.s. IN	Q.s. OUT	Qout bocca tarata
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[mm]	[m]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[mc/s]
RI68A-MC3.01-AVBP	RI68A-FR01-AVBP	36414	1	3.25	1.7	1.4	0.07	2.35	500	1	48.09	47.09	0.009
	RI68A-FR02-AVBP	36414	1	3.25	1.7	1.4	0.03	2.35	500	1	48.09	47.09	0.002

Tabella 13 – Dimensionamento collettori di scarico

MANUFATTO SCARICO	Collettore	Diametro Commerciale	Pendenza	Lunghezza (m)	MATERIALE	Ks	T ingresso	V pieno riempim.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Qcritica	Qmax riempim.	h riempim.	Rapporto di riempim.	Angolo riempim.	Area bagnata	Velocità
		[mm]	[m/m]	[m]		[m ^{1/3} /s]	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m]	[-]	[gradi]	[m ²]	[m/s]
RI68A-MC2.02-LSBD	T05	500	0.005	39.17	PVC	85	5	1.46	0.45	0.45	5.45	0.0568	0.265	0.2	0.31	136.4	0.05	1.16
RI68A-MC3.01-AVBP	T06	500	0.005	5.50	CLS	67	5	1.18	0.08	0.08	5.08	0.0658	0.231	0.18	0.36	148.6	0.06	1.02