

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
RI38 - RILEVATO FERROVIARIO DAL KM 23+978,00 AL KM 24+368,00
SISTEMAZIONI IDRAULICHE
Relazione idraulica smaltimento acque**

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

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV. FOGLIO

I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	I	R	I	3	8	0	4	0	0	1	A	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Luca RANDOLFI	Data Ottobre 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data
A	EMISSIONE	E. Giorgetti	15/10/21	A. Gardani	15/10/21	P. Galvanin	15/10/21



CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RIRI3804001A_01.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 RI3804 001	Rev. A	Foglio 2 di 18

INDICE

1	DESCRIZIONE GENERALE	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
3	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
4	PARAMETRI DI RIFERIMENTO	4
4.1	Idrologia	4
4.2	Coefficienti di deflusso	4
5	DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA	5
5.1	Descrizione del sistema	5
5.2	Dimensionamento degli elementi di drenaggio.....	7
5.2.1	Modello di trasformazione afflussi-deflussi	7
5.2.2	Dimensionamento degli elementi di raccolta	8
5.2.3	Dimensionamento degli elementi di convogliamento	10
6	SISTEMA DI LAMINAZIONE	12
6.1	Dimensionamento fossi di guardia di laminazione	13
6.2	Manufatti di controllo e regolazione della portata	17

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI3804 001	Rev. A	Foglio 3 di 18

1 DESCRIZIONE GENERALE

Oggetto della presente relazione è l'analisi del sistema di drenaggio del tratto in rilevato RI38, compreso tra il km 23+978.00 e il km 24+368.00 della Linea AV/AC Torino – Venezia - Tratta Verona - Padova - Lotto funzionale Verona-Bivio Vicenza.

Il sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria della linea AV/AC di progetto e delle aree ad essa afferenti (scarpata e stradello) prevede la raccolta e il convogliamento della portata meteorica verso i fossi di guardia posti al piede del rilevato. Tali fossi di guardia 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 vigente (DGRV 2948/2009) e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (ApV) Ente Gestore del reticolo idrico interferito nell'area di interesse.

Il recapito ultimo delle acque meteoriche è rappresentato dagli interventi IN10 - Tombino scatolare 2,00x2,00 al km 24+286.10 e IN49 - Tombino scatolare 4,00x2,00 al km 24+369.16.

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

IN1712EI2P8RI3804001A – Planimetria 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)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI3804 001	Rev. A	Foglio 4 di 18

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:

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 Arcole.

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.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E I2 RI RI3804 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 5 di 18</p>

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: $A_{eff} = \varphi A$.

5 DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

5.1 Descrizione del sistema

Il sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria, per il tratto in rilevato in oggetto, 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 lato B.P. nel tratto compreso tra la pk 24+290.00 e la pk 24+362.00 e per la semi-piattaforma lato B.D. per tutta la lunghezza della WBS in oggetto avviene tramite canalette ad embrice poste ad interasse di 15 m.

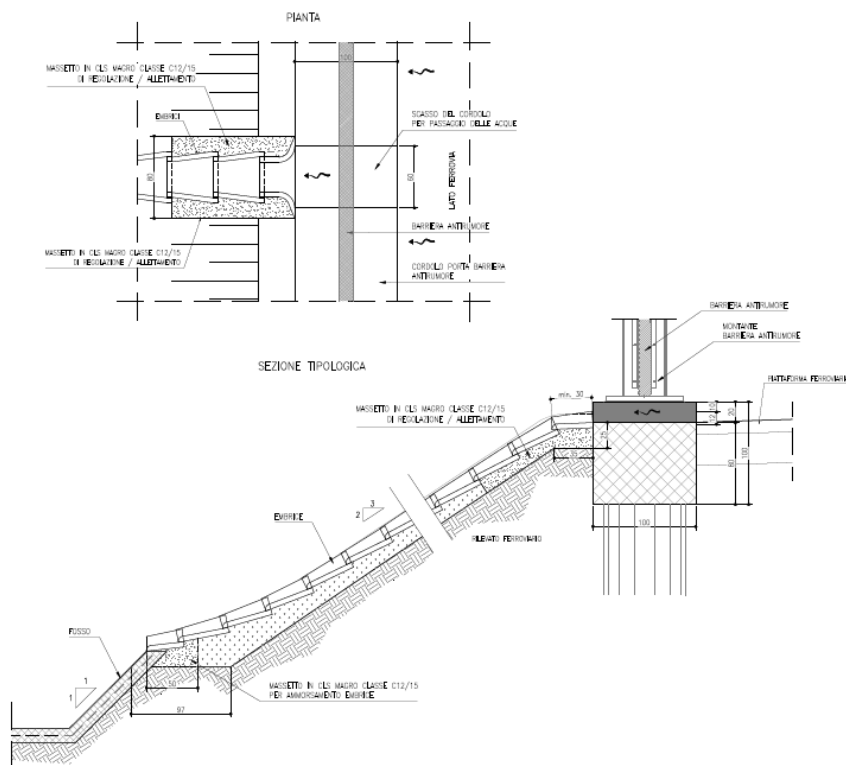


Figura 1 – Canalette ad embrice

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 pari a 3,00 m, sarà infatti realizzato con una pendenza trasversale dell'1% verso i fossi di guardia di laminazione. Lo stradello ferroviario si mantiene alla quota della testa dei fossi di laminazione.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI R13804 001	Rev. A	Foglio 6 di 18

A valle dei fossi di guardia si prevede la realizzazione di manufatti dotati di bocca tarata con la funzione di regolazione delle portate prima dell'immissione nel recapito finale tramite collettori in PVC De400.

Le acque meteoriche relative alla semi-piattaforma lato B.P. della linea AV/AC nel tratto compreso tra la pk 24+024.00 e la pk 24+282.00, a causa della presenza del muro di sostegno del rilevato ferroviario, sono raccolte in canalette rettangolari tipo "CR" di dimensioni pari a 0.40x0.40 m dotate di griglia metallica classe D400 posate con la pendenza minima dello 0.2%.

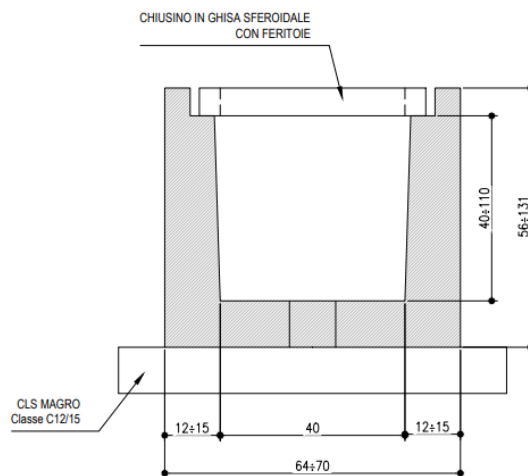


Figura 2- Sezione tipologica della canaletta a sezione rettangolare in cls

Le canalette scaricano la portata nel fosso di guardia posto lato B.D. ad intervalli di circa 85 m tramite collettori in PVC De400 controtubati in De500 in PEAD e pozzetti in cls prefabbricati di dimensioni 0.8x0.8 m come illustrato nella seguente immagine.

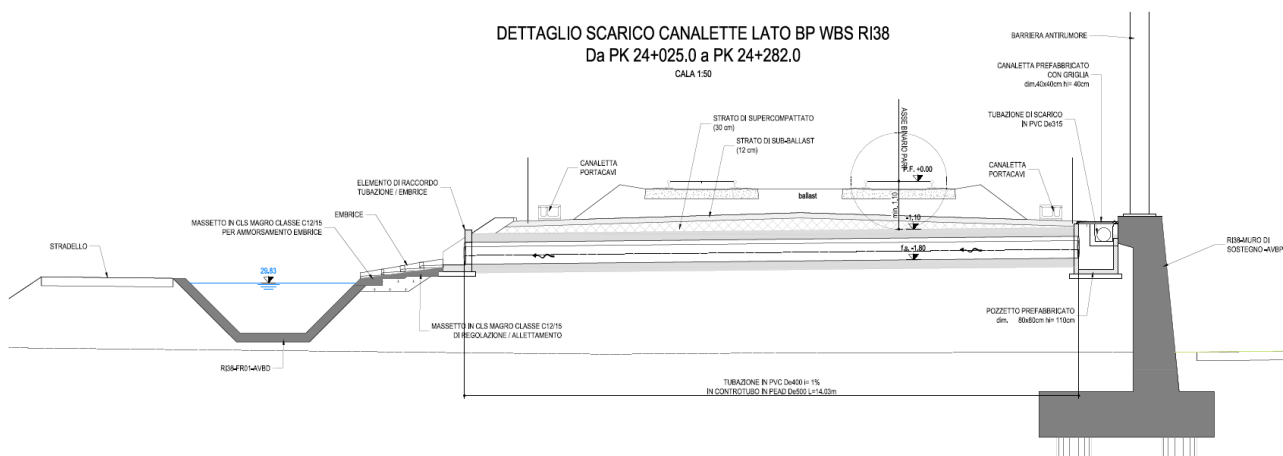


Figura 3 – Sezione tipo di scarico

Il dettaglio del pozzetto di scarico e dei relativi collettori è illustrato nella seguente immagine.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI3804 001	Rev. A	Foglio 7 di 18

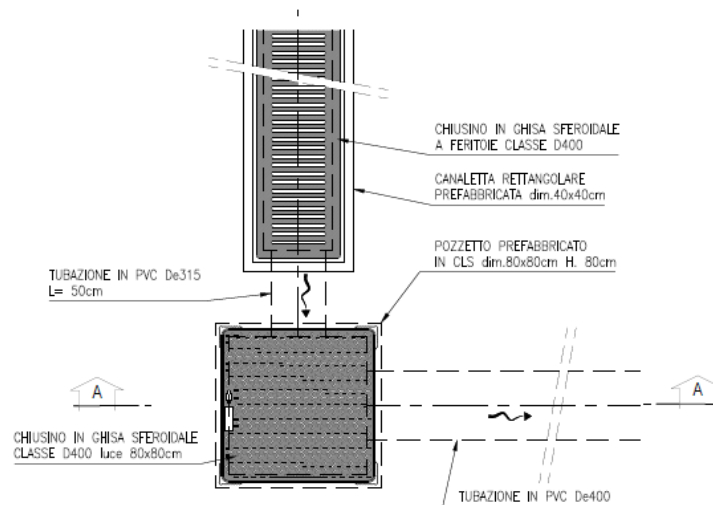


Figura 4 – Dettaglio di scarico della canaletta centrale nel pozzetto 0.8x0.8 m.

Le portate laminate dal fosso di guardia lato B.D. tra la pk 24+013.00 e la pk 24+275.00 saranno convogliate al recapito finale costituito dal tombino IN1O, mentre le portate laminate dai fossi di guardia lato B.P. e B.D. nel tratto successivo della WBS in oggetto (tra le pk 24+290.00 e 24+362.00 lato B.P. e le pk 24+292.00 e 24+358.50 lato B.D.) saranno convogliate al recapito finale costituito dal tombino IN49.

La quota di scarico è stata definita in modo da essere sempre al di sopra del livello di massimo riempimento per la piena duecentennale dell'IN1O e dell'IN49.

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 (canalette, collettori). Il sistema di laminazione, costituito dai fossi di guardia laminanti e dai manufatti di regolazione della portata 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.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI3804 001	Rev. A	Foglio 8 di 18

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 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 di 1.90 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 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI3804 001	Rev. A	Foglio 9 di 18

Tabella 2 – Dimensionamento interasse embrici

<i>Calcolo deflusso</i>			RI38
Sezioni			1 - 19
Larghezza piattaforma drenata [m]	W		6.50
Pendenza trasversale sub-ballast [m/m]	i		0.03
Angolo sulla verticale [grad]	q		88.28
Larghezza banchina allagata [m]	b		1.90
Altezza d'acqua massima ammissibile [m]	h		0.06
Pendenza ferroviaria longitudinale [m/m]	p		0.00037
Area di deflusso [m ²]	Ad		0.05
Raggio idraulico banchina [m]	R		0.03
Coefficiente di Strickler sub-ballast [m ^{1/3} /s]	Ks		80.00
Portata longitudinale convogliata dalla banchina [l/s]	Q		7.62
Velocità di deflusso in cunetta [m/s]	v		0.14
<i>Calcolo interassi scarico acque miste</i>			
Coefficienti c.p.p.	a [mm/h]	87.62	
Brendola	n	0.51	
Durata precipitazione [min]	T _c	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
Portata drenata/m [l/sm]	Q		0.48
INTERASSE SCARICHI [m]			15.9
<i>Progetto</i>			
INTERASSE ELEMENTI DI RACCOLTA [m]			15
<i>Verifica interasse embrici</i>			
Carico idrico [m]	h		0.06
Coeff di contrazione	C _q	0.385	
Larghezza embrice [m]	L	0.6	
Portata sfiorata embrice [l/s]	Q		13.92
Interasse embrici [m]	X _e		29.01

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI3804 001	Rev. A	Foglio 10 di 18	

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:

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

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 0.011 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); $\chi = \frac{A}{C}$ il raggio idraulico (m).

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

È stato considerato un riempimento massimo del 75% per canalette e collettori e del 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 rettangolari e ai relativi collettori di scarico in PVC della WBS RI38 oggetto della presente relazione. Date le basse pendenze della linea ferroviaria in progetto, alle canalette è stata assegnata la pendenza minima dello 0.2% ottenuta tramite un massetto di pendenza di altezza massima pari a 0.14 m.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 							
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI3804 001	Rev. A	Foglio 11 di 18			

Tabella 3 - Dimensionamento canalette tipo CR che recapitano nel fosso di laminazione lato B.D.

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
			[m2]	[m2]	[m]	[m]	[m/m]	[m]	[min]	[m]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m3/s]	[m3/s]	[m]	[m2]	[-]	[m/s]
RI38-CR01-AVBP	24024	24108	546.0	491.4	0.4	0.4	0.0	84.0	5.0	0.13	0.78	1.80	1.80	6.80	0.03	0.12	0.14	0.06	0.53	0.56
RI38-CR02-AVBP	24110	24194	546.0	491.4	0.4	0.4	0.0	84.0	5.0	0.13	0.78	1.80	1.80	6.80	0.03	0.12	0.14	0.06	0.53	0.56
RI38-CR03-AVBP	24196	24282	559.0	503.1	0.4	0.4	0.0	86.0	5.0	0.13	0.78	1.84	1.84	6.84	0.03	0.12	0.14	0.06	0.55	0.56

Tabella 4 - Dimensionamento collettori di scarico nel fosso di laminazione lato B.D.

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]		[m1/3/s]	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m3/s]	[m3/s]	[m]	[-]	[gradi]	[m2]	[m/s]
T01	400	0.01	13.43	PVC	91	5	1.91	0.12	0.12	5.12	0.03	0.22	0.10	0.26	122.23	0.024	1.36

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI3804 001	Rev. A	Foglio 12 di 18

6 SISTEMA DI LAMINAZIONE

I fossi di guardia 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 vigente (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.

In corrispondenza della WBS in oggetto si prevedono dei fossi rivestiti in cls di sezione trapezia con base minore pari a 1.50 m e altezza pari a 1.25 m lungo il tratto compreso tra la pk 24+013.00 e la pk 24+275.00 (lato B.D.), base minore pari a 1.00 m e altezza pari a 1.00 m lungo il tratto compreso tra la pk 24+290.00 e la pk 24+362.00 (lato B.P.) e la pk 24+292.00 e la pk 24+358.50 (lato B.D.), 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. 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.

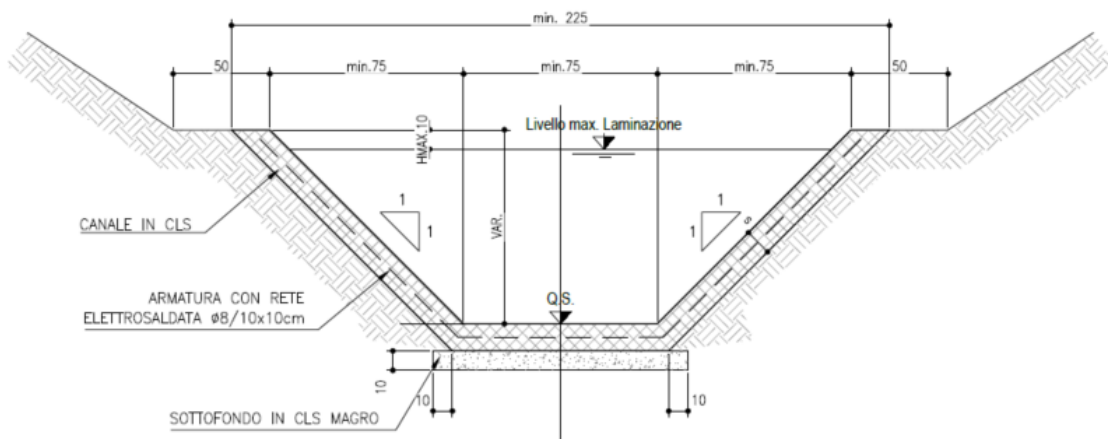


Figura 5 – Sezione tipologica dei fossi di laminazione.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E I2 RI RI3804 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 13 di 18</p>

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 idraulicamente connesse alla WBS in oggetto sono presenti: tre manufatti di tipo “MC2” alle pk 24+275 (B.D.), 24+362 (B.P.) e 24+358.5 (B.D.) per la regolazione delle portate e lo scarico nei recapiti.

Per i dettagli costruttivi di tali manufatti si faccia riferimento all'elaborato IN1710EI2BZRI0006002A-Dettagli manufatti di regolazione e alle tabelle riportate in IN1712EI2P8RI3804001A – Planimetria idraulica.

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

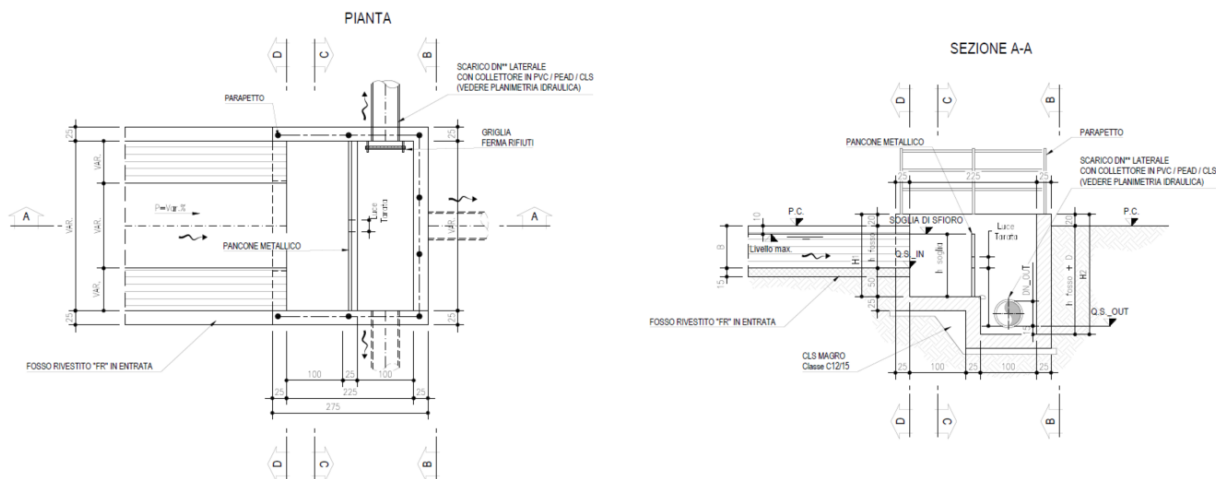


Figura 6 – Sezione tipologica dei manufatti di regolazione e scarico tipo “MC2”.

6.1 Dimensionamento fossi di guardia di laminazione

Il dimensionamento del volume da accumulare nei fossi di guardia 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;
- φ = coefficiente di afflusso del bacino scolante;
- a,n = parametri della curva di possibilità pluviometrica per $T_r=100$ anni;
- t_c = tempo di corrivazione
- Q_u = portata massima scaricabile per il principio dell'invarianza idraulica;

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI3804 001	Rev. A	Foglio 14 di 18

- θ_w = durata critica del bacino di laminazione.

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*:

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

con:

$$\begin{aligned}
\text{se } \frac{h_0 - Y_u}{\frac{i(\%)}{100}} < L &\rightarrow L^* = \frac{h_0 - Y_u}{\frac{i(\%)}{100}} \\
\text{se } \frac{h_0 - Y_u}{\frac{i(\%)}{100}} > L &\rightarrow L^* = L
\end{aligned}$$

dove:

- L lunghezza di laminazione
- Y_u è l'altezza di moto uniforme effettiva del fosso
- i la pendenza del fosso in %
- h_0 l'altezza utile del fosso, pari all'altezza totale meno il franco di sicurezza assunto pari a 10 cm
- a il coefficiente angolare delle sponde del fosso (pari a 1 data la tipologia del fosso con sponde all'1/1)
- b la base minore del fosso

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI3804 001	Rev. A	Foglio 15 di 18	

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, 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, 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 5 si riportano progressive di monte e valle, dimensioni, pendenza e quote di scorrimento di monte e di valle dei fossi presenti nella WBS oggetto della relazione. In Tabella 6 sono presentati i risultati ottenuti per il dimensionamento dei fossi.

Tabella 5 – 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]
RI38-FR01-AVBD	24013	24275	1.5	1.25	4	28.86	28.60	0.001
RI38-FR01-AVBP	24290	24362	1	1	3	27.67	27.60	0.001
RI38-FR02-AVBD	24292	24358.5	1	1	3	27.67	27.60	0.001

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI3804 001	Rev. A	Foglio 16 di 18

Tabella 6 – 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]
RI38-FR01-AVBD	262	0.496	0.579	9.5	262	5385.2	3.7	969.4	6354.6	5428.3	0.003	0.00318	7.4	546.4	0.014	0.022	262	5.7	674.0	668.3	674.0	552.1	OK
RI38-FR01-AVBP	72	0.639	0.722	6.5	72	723.3	4	288.0	1011.3	823.8	0.001	0.00051	7.0	82.0	0.016	0.016	72	1.2	116.0	114.8	116.0	83.2	OK
RI38-FR02-AVBD	66.5	0.572	0.655	9.5	66.5	867.5	4	266.0	1133.5	940.4	0.001	0.00057	7.2	94.1	0.017	0.018	66.5	1.2	107.6	106.5	107.6	95.2	OK

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI3804 001	Rev. A	Foglio 17 di 18	

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.

Nella WBS oggetto della presente relazione è presente una tipologia di manufatto di regolazione:

- MC2→ Manufatti di regolazione della portata, che scaricano la portata laminata nel recapito finale.

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.

Di seguito sono presentati i risultati relativi ai manufatti presenti nella WBS RI38 e ai relativi collettori di scarico nei recapiti finali.

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].

Per i collettori di scarico nel tombino IN49 si accettano velocità inferiori a 0.5 m/s date le basse portate da scaricare e le basse pendenze dei collettori per consentire lo scarico al di sopra della quota di massimo riempimento del tombino.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 					
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI3804 001	Rev. A	Foglio 18 di 18	

Tabella 7 - Manufatti di controllo tipo MC2

	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]
RI38-MC2.01-AVBD	RI38-FR01-AVBD	24275	1.25	4	1.95	1.65	0.04	2.203	400	0.603	28.6	27.997	0.003
RI38-MC2.01-AVBP	RI38-FR01-AVBP	24362	1	3	1.7	1.4	0.02	1.9494	400	0.5994	27.6	27.0006	0.001
RI38-MC2.02-AVBD	RI38-FR02-AVBD	24358.5	1	3	1.7	1.4	0.02	1.9086	400	0.5586	27.6	27.0414	0.001

Tabella 8 – 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]		[m1/3/s]	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m3/s]	[m3/s]	[m]	[-]	[gradi]	[m2]	[m/s]
RI38-MC2.01-AVBD	T02	400	0.01	3.7	PVC	91	5	1.91	0.03	0.03	5.03	0.0032	0.22	0.03	0.08	67.28	0.005	0.68
RI38-MC2.01-AVBP	T03	400	0.01	2.06	PVC	91	5	1.91	0.02	0.02	5.02	0.0005	0.22	0.01	0.04	43.35	0.001	0.39
RI38-MC2.02-AVBD	T04	400	0.01	6.14	PVC	91	5	1.91	0.05	0.05	5.05	0.0006	0.22	0.01	0.04	44.54	0.001	0.40