

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**

**IN02 - PROLUNGAMENTO SOTTOVIA ESISTENTE A DESTINAZIONE  
CICLOPEDONALE SOTTO LA LINEA STORICA AL km 1+876.67**

**GENERALE**

**Relazione idraulica e smaltimento acque meteoriche**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo CARMONA Data:	ing. Enrico Piovano iscritto all'ordine degli ingegneri di Torino n.9273L Data:		

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

I	N	1	7	1	1	E	I	2	R	I	I	N	0	2	0	X	0	0	1	B	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	CODING	15/03/21	S.Checchi	15/03/21	P. Luciani	15/03/21	.....
B	Revisione per recepimento istruttoria ENTE VALIDATORE	CODING	15/04/21	S.Checchi	15/04/21	P. Luciani	15/04/21	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1711EI2RIIN020X001B
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2RIIN02X001	B

## 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	9
6.1	PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO	9
7.	CONCLUSIONI	12
8.	ALLEGATI DI CALCOLO	13
8.1	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO	13

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2RIIN02X001	B

## 1. PREMESSA

La presente relazione illustra la metodologia adottata e i risultati ottenuti per la progettazione del sistema di drenaggio del sottovia ciclopedonale al KM 1+876.67 "IN02 - PROLUNGAMENTO SOTTOVIA ESISTENTE A DESTINAZIONE CICLOPEDONALE SOTTO LA LINEA STORICA", 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 interrata (caditoie e condotte);
- Capitolo 7 – conclusioni;
- Capitolo 8 – 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 degli 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

11

Codifica

EI2RIIN02X001

B

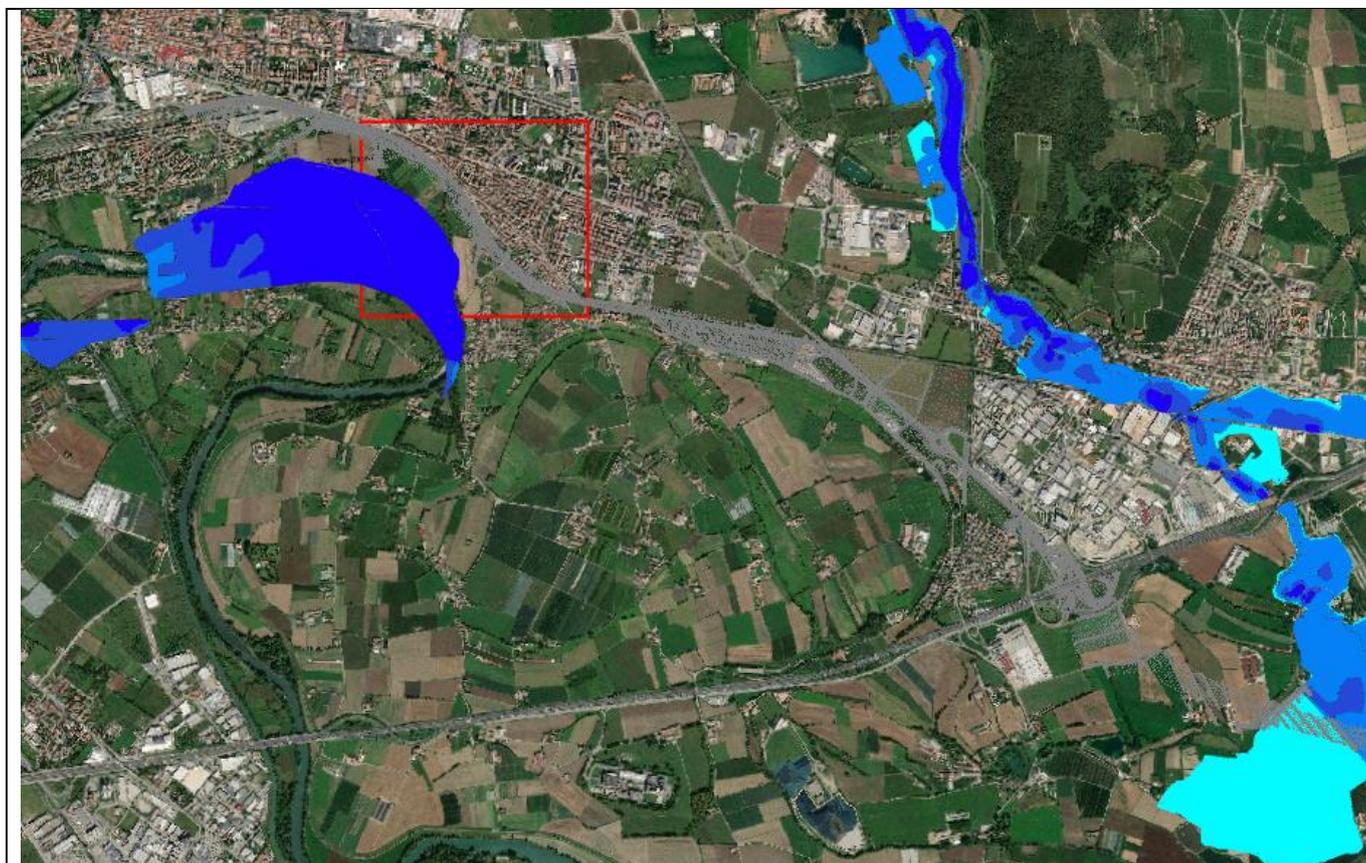


Figura 1: Stralcio planimetrico del P.G.R.A. e del sito di intervento (quadrato rosso).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2RIIN02X001	B

## 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, 2020.08.06 - IN0D00D11ISIN020X001C);
- Idraulica dei sistemi fognari. Dalla teoria alla pratica (Gisonni C., Hager W.H.).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2RIIN02X001</p>	<p>B</p>

### 3. ELABORATI DI RIFERIMENTO

1. IN1711EI2PAIN020X001A – Planimetria idraulica;
2. IN1711EI2F8IN020X001A – Profilo longitudinale idraulico.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2RIIN02X001	B

#### 4. SINTESI DEGLI STUDI IDROLOGICI

Congruentemente alle indicazioni presenti all'interno del Progetto Definitivo ("Studi e Indagini - Studi idrologici ed idraulici - smaltimento acque meteoriche - relazione tecnica" - INOD00DI2RHID0002002E), le Curve di Possibilità Pluviometrica sono state definite in ragione dello studio redatto nel 2011 da Nordest Ingegneria S.r.l. per Unione Veneta Bonifiche (Bixio V. et Alii, Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento), che per la zona "Lessinia e Guà". La tabella che segue riporta i termini di riferimento per le CPP (formulazione a due e tre parametri).

$$h(t) = at^n$$

$$h(t) = \frac{at}{(t + b)^c}$$

2 PARAMETRI (5-45min)		3 PARAMETRI		
a mm min <sup>-n</sup>	n	a mm min <sup>c-1</sup>	b min	c
79.83	0.591	61.5	17.5	0.92

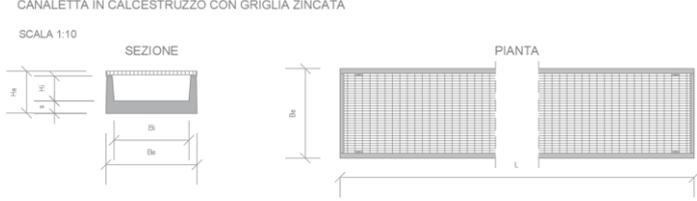
Tabella 4-1 - Parametri delle CPP relativi a un evento con periodicità statistica cinquantennale

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2RIIN02X001	B

## 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 – 36x17 cm).

<p>CANALETTA IN CALCESTRUZZO CON GRIGLIA ZINCATA</p> <p>SCALA 1:10</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO</th> <th>B (mm)</th> <th>H (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RETT 36x17</td> <td>360</td> <td>170</td> </tr> </tbody> </table>	TIPO	B (mm)	H (mm)	RETT 36x17	360	170
	TIPO	B (mm)	H (mm)				
RETT 36x17	360	170					
<p>Tabella 5-1 – Sistema d drenaggio. In alto a sinistra: canaletta grigliata prefabbricata in calcestruzzo; in alto a destra: tabella delle dimensioni della canaletta.</p>							

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2RIIN02X001	B

## 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 vengono intercettati dalle canalette grigliate carrabili.

La progettazione della rete di drenaggio è realizzata, in ottemperanza alle indicazioni presenti all'interno del "Manuale di Progettazione Italferr", per applicazione del Metodo dell'Invaso Lineare. Le verifiche sono state condotte nell'ipotesi di evento di progetto con periodicità statistica media cinquantennale.

### 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:

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2RIIN02X001	B

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

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

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

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

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 tr.

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

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

Con:

- u - coefficiente udometrico, rappresenta la portata per unità di superficie del bacino (l/s/ha);
- $\varphi$  - il coefficiente di deflusso medio pesato rispetto alla superficie (bacino naturale: 0.4; scarpata di progetto: 0.6; piattaforma: 0.9);
- $\alpha, n$  - 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 15-20m<sup>3</sup>/ha (Artina e Martinelli, 1997) - bacini e reti di collettamento caratterizzati da modesta pendenza

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2RIIN02X001	B

(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 20 m<sup>3</sup>/ha;

- W<sub>c,1</sub> rappresenta il volume accumulato all'interno della rete di collettori a monte del tratto indagato.

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

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

Ricavato il coefficiente uometrico, 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<sup>1/3</sup>; Calcestruzzo: n=0.015 s/m<sup>1/3</sup>), 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):
  - Altezza utile ≤ 500mm – Massimo riempimento < 50%;
  - Altezza utile > 500mm – Massimo riempimento < 67%;
  - Velocità di deflusso – [0.2 – 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 150mm, con pendenza variabile congruente alle fondazioni del manufatto (pendenza minima 2.8% - pendenza massima 11.7%);
- Il grado di riempimento delle canalette è ovunque inferiore al 50% della sezione utile;
- La velocità di deflusso è compresa tra 1.48 m/s e 2.10 m/s.

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2RIIN02X001	B

## 7. CONCLUSIONI

La presente relazione ha illustrato la progettazione del sistema di smaltimento idraulico relativo al sottovia ciclopedonale al KM 1+876.67 "IN02 - PROLUNGAMENTO SOTTOVIA ESISTENTE A DESTINAZIONE CICLOPEDONALE SOTTO LA LINEA STORICA", 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 sistema di drenaggio risulta costituito da una rete interrata realizzato mediante canalette grigliate (36x17cm). I volumi intercettati vengono convogliati all'interno di un pozzetto di ispezione e immessi al ricettore finale (Fosso di guardia viabilità di progetto NV54) mediante una condotta in PVC (DN 315 – classe di resistenza SN8).

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	11	EI2RIINO2X001	B

## 8. ALLEGATI DI CALCOLO

### 8.1 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO

Dati plano-altimetrici			Metodo dell'invaso italiano - dati di bacino									Canalettasi in moto uniforme - Capacità della canaletta											
ID	L m	s m/m	$W_{G-1}$ $m^3$	$w_0$ $m^3/ha$	$A_{pav}$ $m^2$	$\phi_{pav}$	$A_{scp}$ $m^2$	$\phi_{scp}$	$A_b$ $m^2$	$\phi_b$	A $m^2$	$\phi$	TIPOLOGIA	B_EST m	B_INT m	h m	alpha rd	A $m^2$	P m	R m	n $s/m^{1/3}$	V m/s	Q mc/s
A1-A2	5.10	0.11	0	20.00	20.40	0.90	0.00	0.60	395.50	0.40	415.90	0.42	RETT	360	300	0.020	-	0.006	0.34	0.02	0.011	2.10	0.0127
A2-A3	2.80	0.043	0.03	20.00	31.60	0.90	0.00	0.60	395.50	0.40	427.10	0.44	RETT	360	300	0.028	-	0.008	0.36	0.02	0.011	1.59	0.0133
A3-A4	9.24	0.028	0.05	20.00	68.56	0.90	0.00	0.60	395.50	0.40	464.06	0.47	RETT	360	300	0.037	-	0.011	0.37	0.03	0.011	1.48	0.0163
A4-A5	11.26	0.067	0.16	20.00	113.60	0.90	0.00	0.60	395.50	0.40	509.10	0.51	RETT	360	300	0.031	-	0.009	0.36	0.03	0.011	2.10	0.0194

Tabella 8-1.1 - 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;  $w_0$  volume specifico dei piccoli invasi;  $A_{pav}/\phi_{pav}$ : superficie e coefficiente di afflusso della pavimentazione stradale;  $A_{scp}/\phi_{scp}$  superficie e coefficiente di afflusso della scarpata stradale;  $A_b/\phi_b$  superficie e coefficiente di afflusso del bacino esterno; A superficie equivalente;  $\phi$  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.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2RIIN02X001	B

Metodo dell'Invaso italiano - verifica									
ID	Wc <sub>i</sub> m <sup>3</sup>	w m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	a mm/h <sup>n</sup>	a m/h <sup>n</sup>	n	u l/s/ha	Q mc/s	G %	V m/s
A1-A2	0.86	0.00207	79.83	0.07983	0.59	302.08	0.0126	20.1	2.10
A2-A3	0.91	0.00213	79.83	0.07983	0.59	311.75	0.0133	28.0	1.59
A3-A4	1.08	0.00234	79.83	0.07983	0.59	335.15	0.0156	36.6	1.48
A4-A5	1.28	0.00251	79.83	0.07983	0.59	362.87	0.0185	30.9	2.10

Tabella 8-1.2 – Verifica della rete di drenaggio - ID: identificativo canaletta; Wc<sub>i</sub> 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 canaletta per assegnato tirante; G grado di riempimento del canaletta; V velocità di deflusso.