

COMUNE

VILLA D'OGNA

PROVINCIA

BERGAMO

DENOMINAZIONE

PROGRAMMA INTEGRATO D'INTERVENTO ATP1  
DENOMINATO "FESTI RASINI"

OGGETTO

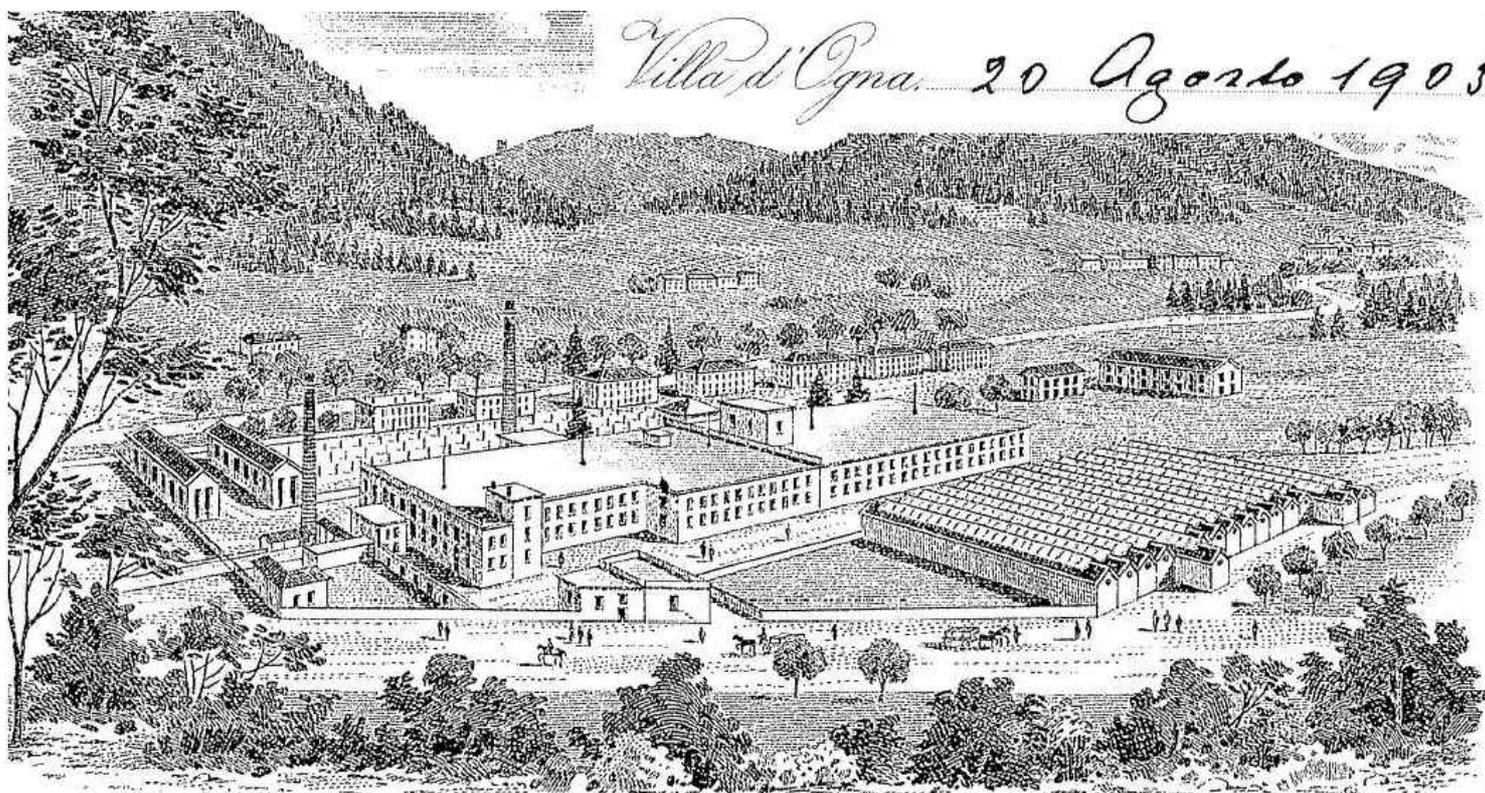
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

DATA

2  
Marzo  
2021

ALLEGATO

B



COMMITTENTE

BGP TRADING S.R.L.

POLY POOL S.P.A.

BLAF S.R.L.

SCAME PARRE S.P.A.

PROGETTISTA

EMILIO NICOLI INGEGNERE

via A. Locatelli, 32 - 24020 ARDESIO (BG)

tel. 0346/33861 - cell. 339/1752824 - e-mail: emilionicoli70@gmail.com

Codice Fiscale NCL MLE 70B09 C800C - Partita IVA 02518700162

## Indice

<b>1. PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>3</b>
<b>3. FOGNATURA NERA – COMPETENZA UNIACQUE S.P.A.</b>	<b>4</b>
<b>3.1 PORTATA MASSIMA ORARIA</b>	<b>4</b>
<b>3.2 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DEL NUOVO COLLETTORE NERO LUNGO VIA CESARE RASINI</b>	<b>6</b>
<b>4. SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE</b>	<b>11</b>
<b>4.1 CALCOLO DELLE PORTATE BIANCHE</b>	<b>11</b>
<b>4.2 BACINO A MONTE DELL'INCROCIO DI VIA DUCA D'AOSTA</b>	<b>12</b>
<b>4.2.1 Caratterizzazione pluviometrica</b>	<b>12</b>
<b>4.2.2 Calcolo del contributo specifico</b>	<b>13</b>
<b>4.2.3 Calcolo portata massima</b>	<b>13</b>
<b>4.2.4 Dimensionamento idraulico del nuovo collettore acque meteoriche a monte dell'incrocio di via Duca d'Aosta</b>	<b>15</b>
<b>4.3 BACINO A VALLE DELL'INCROCIO DI VIA DUCA D'AOSTA</b>	<b>20</b>
<b>4.3.1 Contributo specifico e portata massima</b>	<b>20</b>
<b>4.3.2 Calcolo portata massima</b>	<b>20</b>
<b>4.3.3 Dimensionamento idraulico del nuovo collettore acque meteoriche a valle dell'incrocio di via Duca d'Aosta</b>	<b>21</b>
<b>4.4 BACINO COMPLESSIVO VIA CESARE RASINI</b>	<b>26</b>
<b>4.4.1 Calcolo portata massima</b>	<b>26</b>
<b>4.4.2 Dimensionamento idraulico del nuovo collettore acque meteoriche a valle della cameretta all'incrocio di via Duca d'Aosta</b>	<b>27</b>
<b>5. CONCLUSIONI</b>	<b>32</b>

## **1. PREMESSA**

La presente relazione accompagna lo studio di fattibilità delle opere di urbanizzazione del comparto relative al Programma Integrato di Intervento ATP1 denominato "Festi Rasini" in Comune di Villa d'Ogna (Bg).

In particolare la presente accompagna il progetto idraulico della rete fognaria nera del comparto e della rete fognaria acque meteoriche della via Cesare Rasini.

## **2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il progetto è stato redatto assumendo a riferimento la seguente normativa:

- Deliberazione Giunta Regionale 29 marzo 2006 – n.8/2244 – Approvazione del Programma di Tutela e uso delle acque, ai sensi dell'articolo 44 del d.lgs 152/99 e dell'articolo 55, comma 19 della l.r. 26/2003;
- Regolamento Regionale 24 marzo 2006 – n.3 – Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie, in attuazione all'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n.26;
- Regolamento Regionale 24 marzo 2006 – n.4 – Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione all'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n.26;
- Piano Regionale di risanamento delle acque settori funzionali pubblici servizi acquedotto, fognatura, collettamento e depurazione;
- Regolamento di Fognatura Uniacque s.p.a..

### **3. FOGNATURA NERA – COMPETENZA UNIACQUE S.P.A.**

#### **3.1 PORTATA MASSIMA ORARIA**

Il PII è costituito da quattro unità produttive, più il fabbricato di proprietà comunale.

Oltre a questi fabbricati, confluiscono in fognatura anche il fabbricato industriale esistente (ex Spaccio Festi Rasini) e il fabbricato residenziale esistente posto all'incrocio tra la via Cesare Rasini e la Strada Provinciale S.P. 49.

Per la determinazione delle portate massime in fognature degli immobili produttivi si fa riferimento al Piano Regionale di risanamento delle acque settori funzionali pubblici servizi acquedotto, fognatura, collettamento e depurazione, che per ambiti industriali/artigianali prevede il seguente fabbisogno massimo:

**20 m<sup>3</sup>/d\*ha**

La S.l.p. massima del comparto è pari a circa 2,6 ha, alla quale va sommata la superficie del fabbricato industriale esistente (ex Spaccio Festi Rasini), per un totale di 3 ha circa; pertanto si avrà una portata massima pari a:

**20 m<sup>3</sup>/d\*ha x 3 ha = 60 m<sup>3</sup>/d = 0,69 l/sec**

Per quanto riguarda l'immobile di proprietà comunale e il fabbricato residenziale esistente, si ipotizza un numero di abitanti equivalenti pari a 30 A.E., a favore di sicurezza (corrispondente a 10 unità abitative);

per la dotazione idrica, in base alla Deliberazione Giunta Regionale 29 marzo 2006 – n.8/2244, si assume un fabbisogno base per popolazione residente di 200 l/d\*ab, alla quale deve essere aggiunto un incremento per l'incidenza dei consumi urbani e collettivi di circa 100 l/d\*ab, per complessivi 300 l/d\*ab.

Si trascura, a favore di sicurezza, la distribuzione di A.E. in popolazione stabile non residente, popolazione fluttuante e popolazione senza pernottamento.

La dotazione idrica di riferimento si assume pertanto pari:

**300 l/d\*ab**

Si assumono, quale coefficiente di dispersione o di perdita, perdite nell'ordine del 15%, essendo il campo di variazione di tali perdite tra il 15% e il 20%, a favore di sicurezza.

Pertanto la portata media annua può essere espressa dalla nota relazione, con ovvio significato dei termini:

$$Q_0 = \frac{0,85 \cdot DI \cdot P}{86400}$$

$$Q_0 = \frac{0,85 \cdot 300 \cdot 20}{86400} = \mathbf{0,06 \text{ l/sec}}$$

La portata complessiva media annua è quindi pari a:

$$\mathbf{0,69 + 0,06 = 0,75 \text{ l/s}}$$

Nota la portata media annua è possibile stimare la portata massima e minima oraria stimando rispettivamente i coefficienti di massimo e minimo in rapporto a predetta portata media annua.

Per la portata massima oraria si assume un coefficiente di punta  $C_p$  pari a 6,00. Tale coefficiente è stato calcolato applicando la relazione di Babbitt.

Conseguentemente le portate di punta da assumere per le successive verifiche idrauliche sono pari rispettivamente a:

$$\mathbf{0,75 \text{ l/s} \times 6 = 4,5 \text{ l/s}}$$

### 3.2 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DEL NUOVO COLLETTORE NERO LUNGO VIA CESARE RASINI

Il dimensionamento della fognatura nera deve proporsi due obiettivi. Il primo è quello di verificare una velocità in rete apprezzabile tale per cui i materiali solidi non creino depositi. Il secondo è garantire una sezione minima onde evitare possibili intasamenti provocati da materiali grossolani.

Per le ragioni su esposte il diametro di un collettore di acque nere non dovrebbe scendere mai al di sotto dei 250 mm.

Si è provveduto a verificare idraulicamente la sezione, sotto le seguenti ipotesi:

Tubazione in PVC DN315 SN8

Pendenza del fondo 0,5 %

Portata massima oraria 4,5 l/s

Dalle tabelle per il calcolo idraulico delle fognature, secondo la formula di Prandtl-Colebrook (coeff. di viscosità  $\nu = 1,31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ), si determina la portata massima delle tubazioni in progetto:

Diametro interno tubazione	$D_i$	=	295,4	mm	
Pendenza minima	$j$	=	0,5	%	
Scabrezza	$k_e$	=	0,25	mm	
Portata massima	$Q$	=	82,4	l/sec	> $Q_p = 4,5 \text{ l/sec}$
Velocità per portata massima	$V$	=	1,20	m/sec	
Rapporto portate	$Q_p/Q$	=	0,055		
Grado di riempimento	$h/D_i$	=	0,156		
Rapporto velocità	$V_p/V$	=	0,55		
Velocità (0,55 x 1,20)	$V_p$	=	0,66	m/sec	

La tubazione risulta verificata con un grado di riempimento del 16%. La velocità in condotta è pari a 0,66 m/s.

## Tubi rigidità SN 8 - Tabella delle velocità medie

DN	200		250		315		400		500		630		710		800		900		1000		1200	
Di	187,6		234,4		295,4		375,0		469,0		591,2		660,0		751,1		844,0		944,0		1135,0	
J%	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
0,4	6,5	0,24	11,9	0,28	22,0	0,32	41,5	0,38	75,1	0,43	138,6	0,50	185,4	0,54	260,7	0,59	354,4	0,63	475,8	0,68	772,2	0,76
0,6	8,1	0,29	14,8	0,34	27,3	0,40	51,4	0,47	93,0	0,54	171,4	0,62	229,0	0,67	321,9	0,73	437,5	0,78	587,2	0,84	952,3	0,94
0,8	9,5	0,34	17,2	0,40	31,8	0,46	59,8	0,54	108,1	0,63	199,0	0,73	266,0	0,78	373,7	0,84	507,7	0,91	681,2	0,97	1104,4	1,09
1,0	10,7	0,39	19,3	0,45	35,7	0,52	67,2	0,61	121,4	0,70	223,4	0,81	298,5	0,87	419,4	0,95	569,6	1,02	764,1	1,09	1238,5	1,22
2,0	15,4	0,56	27,8	0,64	51,3	0,75	96,4	0,87	173,8	1,01	319,5	1,16	426,6	1,25	598,9	1,35	813,0	1,45	1090,1	1,56	1765,4	1,74
3,0	19,0	0,69	34,4	0,80	63,3	0,92	118,8	1,08	214,1	1,24	393,3	1,43	525,0	1,53	736,8	1,66	1000,0	1,79	1340,5	1,92	2170,1	2,14
4,0	22,1	0,80	39,9	0,92	73,4	1,07	137,7	1,25	248,1	1,44	455,6	1,66	608,0	1,78	853,2	1,93	1157,7	2,07	1551,7	2,22	2511,5	2,48
5,0	24,8	0,90	44,7	1,04	82,4	1,20	154,4	1,40	278,0	1,61	510,5	1,86	681,2	1,99	955,8	2,16	1296,8	2,32	1737,9	2,48	2812,3	2,78
6,0	27,3	0,99	49,1	1,14	90,5	1,32	169,5	1,53	305,2	1,77	560,2	2,04	747,4	2,18	1048,5	2,37	1422,5	2,54	1906,2	2,72	3084,3	3,05
7,0	29,5	1,07	53,2	1,23	97,9	1,43	183,4	1,66	330,1	1,91	605,8	2,21	808,3	2,36	1133,8	2,56	1538,1	2,75	2061,0	2,94	3334,5	3,30
8,0	31,6	1,14	57,0	1,32	104,8	1,53	196,4	1,78	353,3	2,05	648,3	2,36	865,0	2,53	1213,2	2,74	1645,8	2,94	2205,1	3,15	3567,3	3,53
9,0	33,6	1,22	60,5	1,40	111,3	1,62	208,5	1,89	375,1	2,17	688,3	2,51	918,2	2,68	1287,8	2,91	1746,9	3,12	2340,5	3,34	3786,1	3,74
10,0	35,5	1,28	63,9	1,48	117,5	1,71	220,0	1,99	395,7	2,29	726,1	2,64	968,6	2,83	1358,4	3,07	1842,5	3,29	2468,5	3,53	3993,0	3,95
11,0	37,2	1,35	67,1	1,55	123,3	1,80	230,9	2,09	415,4	2,40	762,0	2,78	1016,5	2,97	1425,5	3,22	1933,5	3,46	2590,3	3,70	4189,8	4,14
12,0	38,9	1,41	70,1	1,62	128,9	1,88	241,4	2,19	434,1	2,51	796,3	2,90	1062,2	3,10	1489,6	3,36	2020,4	3,61	2706,7	3,87	4377,8	4,33
13,0	40,6	1,47	73,0	1,69	134,3	1,96	251,4	2,28	452,1	2,62	829,3	3,02	1106,1	3,23	1551,2	3,50	2103,8	3,76	2818,3	4,03	4558,2	4,51
14,0	42,1	1,52	75,8	1,76	139,4	2,03	261,0	2,36	469,4	2,72	861,0	3,14	1148,4	3,36	1610,3	3,63	2184,0	3,90	2925,7	4,18	4731,7	4,68
15,0	43,7	1,58	78,6	1,82	144,4	2,11	270,3	2,45	486,1	2,81	891,6	3,25	1189,2	3,48	1667,5	3,76	2261,4	4,04	3029,3	4,33	4899,2	4,84
16,0	45,1	1,63	81,2	1,88	149,2	2,18	279,3	2,53	502,3	2,91	921,1	3,36	1228,6	3,59	1722,7	3,89	2336,3	4,18	3129,6	4,47	5061,1	5,00
17,0	46,5	1,68	83,7	1,94	153,9	2,25	288,1	2,61	517,9	3,00	949,8	3,46	1266,8	3,70	1776,3	4,01	2408,8	4,31	3226,7	4,61	5218,1	5,16
18,0	47,9	1,73	86,2	2,00	158,4	2,31	296,5	2,68	533,1	3,09	977,6	3,56	1303,9	3,81	1828,2	4,13	2479,3	4,43	3321,1	4,75	5370,6	5,31
19,0	49,3	1,78	88,6	2,05	162,9	2,38	304,8	2,76	547,9	3,17	1004,7	3,66	1340,0	3,92	1878,8	4,24	2547,8	4,55	3412,8	4,88	5518,8	5,45
20,0	50,6	1,83	91,0	2,11	167,2	2,44	312,8	2,83	562,3	3,26	1031,1	3,76	1375,2	4,02	1928,1	4,35	2614,6	4,67	3502,2	5,00	5663,2	5,60
21,0	51,8	1,88	93,2	2,16	171,3	2,50	320,6	2,90	576,4	3,34	1056,8	3,85	1409,4	4,12	1976,1	4,46	2679,7	4,79	3589,4	5,13	5804,1	5,74
22,0	53,1	1,92	95,5	2,21	175,4	2,56	328,3	2,97	590,1	3,42	1081,9	3,94	1442,9	4,22	2023,0	4,57	2743,3	4,90	3674,5	5,25	5941,6	5,87
23,0	54,3	1,96	97,6	2,26	179,4	2,62	335,7	3,04	603,5	3,49	1106,5	4,03	1475,6	4,31	2068,9	4,67	2805,4	5,01	3757,7	5,37	6076,0	6,01
24,0	55,5	2,01	99,8	2,31	183,4	2,68	343,1	3,11	616,6	3,57	1130,5	4,12	1507,7	4,41	2113,7	4,77	2866,2	5,12	3839,1	5,49	6207,6	6,14
25,0	56,6	2,05	101,9	2,36	187,2	2,73	350,2	3,17	629,5	3,64	1154,1	4,20	1539,0	4,50	2157,7	4,87	2925,8	5,23	3918,8	5,60	6336,4	6,26
26,0	57,8	2,09	103,9	2,41	190,9	2,79	357,2	3,23	642,1	3,72	1177,1	4,29	1569,8	4,59	2200,8	4,97	2984,2	5,33	3997,0	5,71	6462,7	6,39
27,0	58,9	2,13	105,9	2,45	194,6	2,84	364,1	3,30	654,5	3,79	1199,8	4,37	1599,9	4,68	2243,0	5,06	3041,4	5,44	4073,7	5,82	6586,6	6,51
28,0	60,0	2,17	107,9	2,50	198,2	2,89	370,9	3,36	666,6	3,86	1222,0	4,45	1629,5	4,76	2284,5	5,16	3097,7	5,54	4148,9	5,93	6708,2	6,63
29,0	61,1	2,21	109,8	2,55	201,8	2,94	377,5	3,42	678,5	3,93	1243,8	4,53	1658,6	4,85	2325,2	5,25	3152,9	5,64	4222,8	6,03	6827,6	6,75
30,0	62,2	2,25	111,8	2,59	205,3	3,00	384,0	3,48	690,2	4,00	1265,2	4,61	1687,2	4,93	2365,3	5,34	3207,2	5,73	4295,5	6,14	6945,0	6,86
32,0	64,2	2,32	115,5	2,68	212,1	3,10	396,8	3,59	713,1	4,13	1307,1	4,76	1743,0	5,09	2443,4	5,51	3313,1	5,92	4437,3	6,34	7174,1	7,09
34,0	66,2	2,40	119,1	2,76	218,7	3,19	409,1	3,70	735,2	4,26	1347,6	4,91	1797,0	5,25	2519,2	5,69	3415,7	6,11	4574,7	6,54	7396,2	7,31
36,0	68,2	2,47	122,6	2,84	225,1	3,29	421,1	3,81	756,7	4,38	1387,0	5,05	1849,5	5,41	2592,7	5,85	3515,4	6,28	4708,2	6,73	7611,8	7,52
38,0	70,1	2,54	126,0	2,92	231,4	3,38	432,8	3,92	777,7	4,50	1425,3	5,19	1900,6	5,56	2664,3	6,01	3612,3	6,46	4837,9	6,91	7821,5	7,73
40,0	71,9	2,60	129,3	3,00	237,5	3,46	444,1	4,02	798,0	4,62	1462,6	5,33	1950,3	5,70	2733,9	6,17	3706,7	6,63	4964,4	7,09	8025,7	7,93
44,0	75,5	2,73	135,7	3,14	249,2	3,64	466,0	4,22	837,3	4,85	1534,6	5,59	2046,2	5,98	2868,2	6,47	3888,8	6,95	5208,0	7,44	8419,5	8,32
48,0	78,9	2,85	141,8	3,29	260,4	3,80	486,9	4,41	874,8	5,06	1603,3	5,84	2137,8	6,25	2996,6	6,76	4062,7	7,26	5440,9	7,77	8795,6	8,69
52,0	82,2	2,97	147,6	3,42	271,1	3,96	507,0	4,59	910,9	5,27	1669,2	6,08	2225,6	6,51	3119,6	7,04	4229,5	7,56	5664,2	8,09	9156,5	9,05
56,0	85,3	3,09	153,3	3,55	281,5	4,11	526,3	4,77	945,5	5,47	1732,6	6,31	2310,1	6,75	3238,1	7,31	4390,0	7,85	5879,1	8,40	9503,7	9,39
60,0	88,3	3,20	158,7	3,68	291,4	4,25	544,9	4,93	978,9	5,67	1793,8	6,53	2391,7	6,99	3352,4	7,57	4544,9	8,12	6086,4	8,70	9838,7	9,72
70,0	95,5	3,45	171,6	3,98	315,0	4,60	588,9	5,33	1057,9	6,12	1938,4	7,06	2584,4	7,55	3622,4	8,18	4910,8	8,78	6576,3	9,40	10630,3	10,51
80,0	102,2	3,70	183,5	4,25	336,9	4,92	629,9	5,70	1131,4	6,55	2073,0	7,55	2763,8	8,08	3873,7	8,74	5251,5	9,39	7032,4	10,05	11367,1	11,23
90,0	108,4	3,92	194,8	4,51	357,5	5,22	668,4	6,05	1200,5	6,95	2199,4	8,01	2932,3	8,57	4109,8	9,28	5571,4	9,96	7460,7	10,66	12059,2	11,92
100,0	114,3	4,14	205,4	4,76	377,0	5,50	704,8	6,38	1265,8	7,33	2319,0	8,45	3091,7	9,04	4333,1	9,78	5874,0	10,50	7865,8	11,24	12713,7	12,57
120,0	125,4	4,54	225,2	5,22	413,3	6,03	772,4	6,99	1387,3	8,03	2541,4	9,26	3388,1	9,90	4748,4	10,72	6436,8	11,51	8619,3	12,32	13931,1	13,77
140,0	135,5	4,90	243,3	5,64	446,6	6,52	834,7	7,56	1499,0	8,68	2745,9	10,00	3660,7	10,70	5130,3	11,58	6954,4	12,43	9312,2	13,31	15050,7	14,88
160,0	144,9	5,24	260,3	6,03	477,6	6,97	892,6	8,08	1603,0	9,28	2936,3	10,70	3914,4	11,44	5485,8	12,38	7436,2	13,29	9957,2	14,23	16092,7	15,91

Tabella delle velocità medie (V = m/s), delle portate (Q = l/s) in funzione della pendenza J (m/km) dell'acqua per tubi di PVC-U AlveHol con parete strutturata rigidità SN8 secondo norma UNI EN 13476 (Formola di Prandtl-Colebrook).

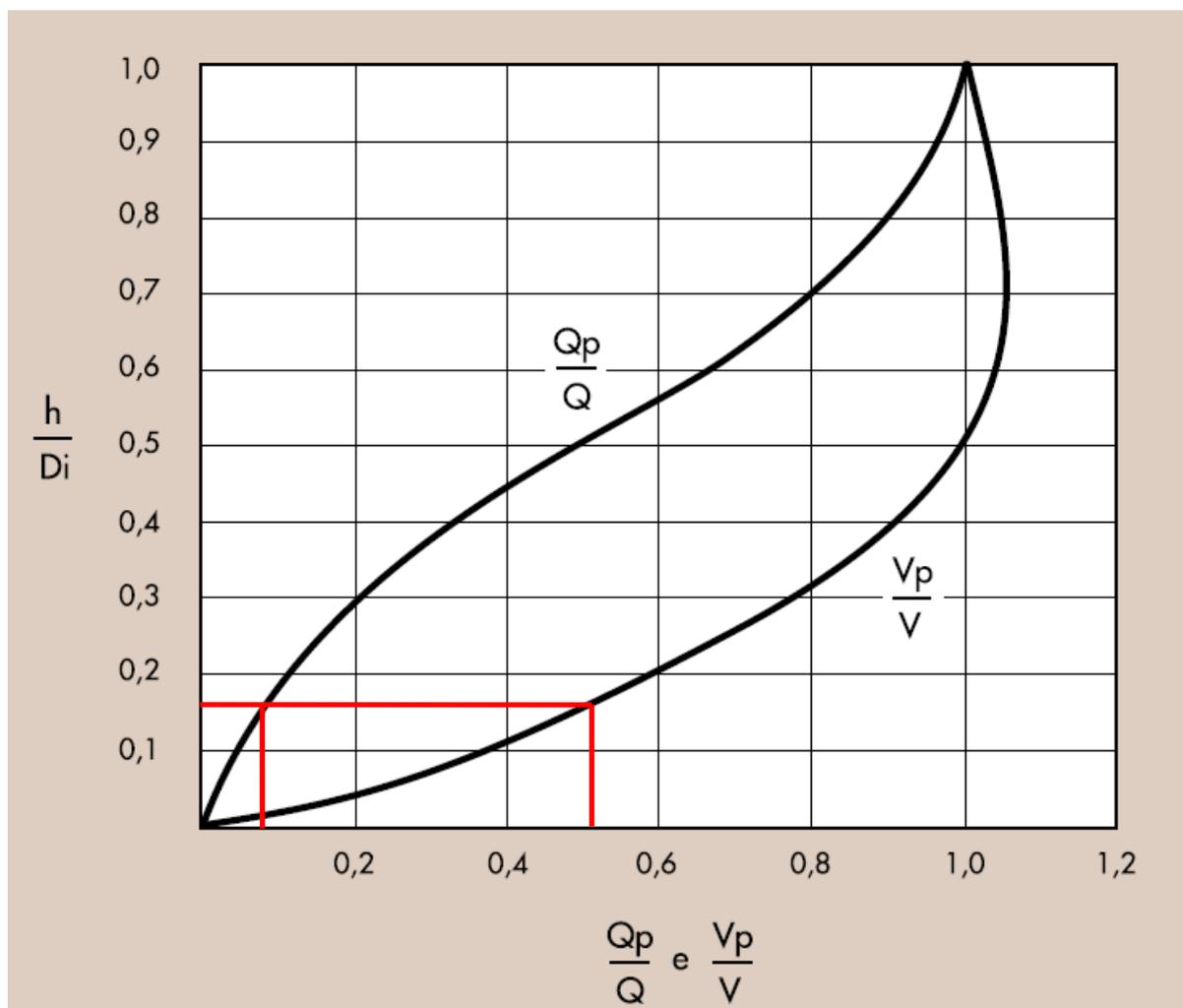
## Coefficiente di adeguamento in caso di riempimenti parziali

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,001	0,023	0,17
0,002	0,032	0,21
0,003	0,038	0,24
0,004	0,044	0,26
0,005	0,049	0,28
0,006	0,053	0,29
0,007	0,057	0,30
0,008	0,061	0,32
0,009	0,065	0,33
0,010	0,068	0,34
0,011	0,071	0,35
0,012	0,074	0,36
0,013	0,077	0,37
0,014	0,080	0,38
0,015	0,083	0,38
0,016	0,086	0,39
0,017	0,088	0,39
0,018	0,091	0,40
0,019	0,093	0,41
0,020	0,095	0,41
0,021	0,098	0,42
0,022	0,100	0,42
0,023	0,102	0,43
0,024	0,104	0,43
0,025	0,106	0,44
0,026	0,108	0,45
0,027	0,110	0,45
0,028	0,112	0,45
0,029	0,114	0,46
0,030	0,116	0,46
0,031	0,118	0,47
0,032	0,120	0,47
0,033	0,122	0,48
0,034	0,123	0,48
0,035	0,125	0,48
0,036	0,127	0,49
0,037	0,129	0,49
0,038	0,130	0,50
0,039	0,132	0,50
0,040	0,134	0,50
0,041	0,135	0,51
0,042	0,137	0,51
0,043	0,138	0,51
0,044	0,140	0,52
0,045	0,141	0,52
0,046	0,143	0,52
0,047	0,145	0,53
0,048	0,146	0,53
0,049	0,148	0,53
0,050	0,149	0,54
0,051	0,151	0,54
0,052	0,152	0,54
0,053	0,153	0,55
0,054	0,155	0,55
0,055	0,156	0,55

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,056	0,158	0,55
0,057	0,159	0,56
0,058	0,160	0,56
0,059	0,162	0,56
0,060	0,163	0,57
0,061	0,164	0,57
0,062	0,166	0,57
0,063	0,167	0,57
0,064	0,168	0,58
0,065	0,170	0,58
0,066	0,171	0,58
0,067	0,172	0,58
0,068	0,174	0,59
0,069	0,175	0,59
0,070	0,176	0,59
0,071	0,177	0,59
0,072	0,179	0,59
0,073	0,180	0,60
0,074	0,181	0,60
0,075	0,182	0,60
0,076	0,183	0,60
0,077	0,185	0,61
0,078	0,186	0,61
0,079	0,187	0,61
0,080	0,188	0,61
0,081	0,189	0,62
0,082	0,191	0,62
0,083	0,192	0,62
0,084	0,193	0,62
0,085	0,194	0,62
0,086	0,195	0,63
0,087	0,196	0,63
0,088	0,197	0,63
0,089	0,199	0,63
0,090	0,200	1,05
0,091	0,201	0,64
0,092	0,202	0,64
0,093	0,203	0,64
0,094	0,204	0,64
0,095	0,205	0,64
0,096	0,206	0,65
0,097	0,207	0,65
0,098	0,208	0,65
0,099	0,210	0,65
0,100	0,211	0,65
0,105	0,216	0,66
0,110	0,221	0,67
0,115	0,226	0,68
0,120	0,231	0,69
0,125	0,236	0,69
0,130	0,241	0,70
0,135	0,245	0,71
0,140	0,250	0,72
0,145	0,254	0,72
0,150	0,259	0,73

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,155	0,263	0,74
0,160	0,268	0,74
0,165	0,272	0,75
0,170	0,276	0,76
0,175	0,281	0,76
0,180	0,285	0,77
0,185	0,289	0,77
0,190	0,293	0,78
0,195	0,297	0,78
0,200	0,301	0,79
0,210	0,309	0,80
0,220	0,316	0,81
0,230	0,324	0,82
0,240	0,331	0,83
0,250	0,339	0,84
0,260	0,346	0,85
0,270	0,353	0,86
0,280	0,360	0,86
0,290	0,367	0,87
0,300	0,374	0,88
0,310	0,381	0,89
0,320	0,387	0,89
0,330	0,394	0,90
0,340	0,401	0,91
0,350	0,407	0,92
0,360	0,414	0,92
0,370	0,420	0,93
0,380	0,426	0,93
0,390	0,433	0,94
0,400	0,439	0,95
0,410	0,445	0,95
0,420	0,451	0,96
0,430	0,458	0,96
0,440	0,464	0,97
0,450	0,470	0,97
0,460	0,476	0,98
0,470	0,482	0,99
0,480	0,488	0,99
0,490	0,494	1,00
0,500	0,500	1,00
0,510	0,506	1,00
0,520	0,512	1,01
0,530	0,519	1,02
0,540	0,525	1,02
0,550	0,531	1,02
0,560	0,537	1,03
0,570	0,543	1,03
0,580	0,550	1,03
0,590	0,560	1,04
0,600	0,562	1,04
0,610	0,568	1,04
0,620	0,575	1,05
0,630	0,581	1,05
0,640	0,587	1,05
0,650	0,594	1,06

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,660	0,600	1,06
0,670	0,607	1,06
0,680	0,613	1,06
0,690	0,620	1,06
0,700	0,626	1,06
0,710	0,633	1,06
0,720	0,646	1,07
0,730	0,646	1,07
0,740	0,653	1,07
0,750	0,660	1,07
0,760	0,667	1,07
0,770	0,675	1,07
0,780	0,682	1,07
0,790	0,689	1,07
0,800	0,697	1,07
0,805	0,701	1,08
0,810	0,705	1,08
0,815	0,709	1,08
0,820	0,713	1,08
0,825	0,717	1,08
0,830	0,721	1,08
0,835	0,725	1,08
0,840	0,729	1,07
0,845	0,734	1,07
0,850	0,738	1,07
0,855	0,742	1,07
0,860	0,747	1,07
0,865	0,751	1,07
0,870	0,756	1,07
0,875	0,761	1,07
0,880	0,766	1,07
0,885	0,770	1,07
0,890	0,775	1,07
0,895	0,781	1,07
0,900	0,786	1,07
0,905	0,791	1,07
0,910	0,797	1,07
0,915	0,802	1,06
0,920	0,808	1,06
0,925	0,814	1,06
0,930	0,821	1,06
0,935	0,827	1,06
0,940	0,834	1,05
0,945	0,841	1,05
0,950	0,849	1,05
0,955	0,856	1,05
0,960	0,865	1,04
0,965	0,874	1,04
0,970	0,883	1,04
0,975	0,894	1,03
0,980	0,905	1,03
0,985	0,919	1,02
0,990	0,935	1,02
0,995	0,955	1,01
1,000	1,000	1,00



## 4. SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

### 4.1 CALCOLO DELLE PORTATE BIANCHE

Il calcolo della rete di acque bianche è stato effettuato tramite il metodo cinematico, che nei paesi anglosassoni prende il nome di metodo razionale.

Secondo tale metodo, in qualsiasi sezione della tubazione, il rovescio di pioggia che dà la massima portata ha durata eguale al tempo di corrivazione relativo a tale sezione. Per tempo di corrivazione  $t_c$  s'intende l'intervallo che impiega l'acqua ad entrare nella tubazione (tempo d'ingresso  $t_i$ : normalmente 5 – 10 minuti) ed a percorrerla dall'imbocco più lontano alla sezione studiata (tempo di percorrenza  $t_p$ : dipende dalla lunghezza dei vari tronchi percorsi e dalla velocità nei medesimi):  $t_c = t_i + t_p$ . Se  $c$  è il contributo specifico risultante da tale rovescio ed  $A$  è l'area del bacino sotteso dalla sezione studiata, la massima portata  $Q$  (l/s) che transiterà dall'area suddetta sarà:

$$Q = k A c$$

Il coefficiente di deflusso  $k$  è pari a **0,90** per la superficie impermeabile e **0,30** per quella permeabile.

La valutazione dei rovesci di pioggia e delle loro probabilità è fondamentale per il dimensionamento dei pluviali e delle fognature. Sulla base degli eventi meteorologici eccezionali che sono aumentati in frequenza sulle nostre Alpi e dei cambiamenti climatici in atto si è deciso di basarsi su rovesci che possono ripetersi ogni 20 anni. Si considera la durata della precipitazione (posta pari al tempo di corrivazione), si trasformano le altezze di pioggia  $h$  (mm) in intensità di pioggia  $i$  (mm/ora) e poi si trasformano in contributi specifici  $c$  (litri al secondo all'ettaro =  $l\ s^{-1}\ ha^{-1}$ ) con le formule

$$i = h / d$$

$$c = 2,7777 i$$

Si calcola l'altezza delle precipitazioni mediante la seguente formula

$$h(T) = a(T) d^{n(T)}$$

In questa formula  $h$  è l'altezza delle precipitazioni alla durata  $d$  ed al tempo di ritorno  $T$ , relazione nota in idrologia tecnica come curva di possibilità pluviometrica. I parametri  $n$  ed  $a$  sono funzione del tempo di ritorno  $T$ .

Per i valori di  $a$  e di  $n$  si è fatto riferimento alle tabelle prodotte dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

## 4.2 BACINO A MONTE DELL'INCROCIO DI VIA DUCA D'AOSTA

### 4.2.1 Caratterizzazione pluviometrica

Ai fini del corretto dimensionamento del sistema di dispersione delle acque meteoriche, l'area è stata caratterizzata dal punto di vista idrologico tramite l'individuazione dell'altezza delle precipitazioni di breve durata e forte intensità.

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, ovvero la relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

L'altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in millimetri, è l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale ed impermeabile, in un determinato intervallo di tempo (durata della precipitazione **d**) ed in assenza di perdite.

Per la caratterizzazione pluviometrica degli eventi di breve durata e forte intensità, utili al dimensionamento del sistema di dispersione delle acque meteoriche, si sono utilizzati dati bibliografici.

In particolare si sono utilizzati i parametri **a** e **n**, determinati interpolando le serie storiche più rappresentative, che risultano idonei per determinare l'altezza di pioggia per una durata utile al dimensionamento del sistema di dispersione delle acque.

Per il calcolo dell'altezza delle precipitazioni sono stati utilizzati i dati disponibili per un tempo di ritorno di 20 anni, i dati sono quelli pubblicati dall'Autorità di Bacino del Fiume Po:

**a** risulta pari a **52,5**

ed

**n** pari a **0,38**.

La durata della precipitazione **d**, calcolata nel foglio di calcolo allegato, secondo la formula di Giandotti:

$$d = \frac{4\sqrt{A} + 1,5\sqrt{L}}{0,8\sqrt{hm} - h_0}$$

è pari a 0,420 ore.

A favore di sicurezza si considera il valore della durata della precipitazione **d** pari al tempo d'ingresso  $t_i$  (5 minuti), trascurando il tempo di percorrenza  $t_p$ , e pertanto si assume il valore **d = 0,083** ore.

Sostituendo i valori sopra menzionati nella formula  $h(t) = a(t) d^{n(t)}$  si ottiene un valore di altezza di precipitazione pari a:

$$h_{(20)} = 52,5_{(20)} 0,083^{0,38(20)} = 20,39 \text{ mm}$$

#### 4.2.2 Calcolo del contributo specifico

Si considera la durata della precipitazione (posta pari al tempo di corrivazione), si trasformano le altezze di pioggia  $h$  (mm) in intensità di pioggia  $i$  (mm/ora) e poi si trasformano in contributi specifici  $c$  (litri al secondo all'ettaro =  $l s^{-1} ha^{-1}$ ) con la formula

$$i = h/d = 20,39 \text{ mm} / 0,083 \text{ ore} = 245,66 \text{ mm/ora}$$

Ne deriva che il contributo specifico risulta pari a:

$$c = 2,7777 \times 245,66 = 682,37 \text{ l s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$$

vale a dire trasformando il tutto in unità del sistema internazionale:

$$c = 0,068 \text{ l s}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

#### 4.2.3 Calcolo portata massima

L'acqua che verrà colettata sarà quella che insiste sulla superficie  $A$  di **1450**  $m^2$ , considerata tutta permeabile, quindi applicando il coefficiente di deflusso  $k$  pari a **0,90**.

In base a quanto sopra riportato, la **massima portata  $Q$  (l/s) dello scarico che transiterà dall'area suddetta sarà **89** l/s.**



#### **4.2.4 Dimensionamento idraulico del nuovo collettore acque meteoriche a monte dell'incrocio di via Duca d'Aosta**

Si è provveduto a verificare idraulicamente la sezione, sotto le seguenti ipotesi:

Tubazione in PVC DN315 SN8

Pendenza del fondo 1,5 %

Portata massima oraria 89 l/s

Dalle tabelle per il calcolo idraulico delle fognature, secondo la formula di Prandtl-Colebrook (coeff. di viscosità  $\nu = 1,31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ), si determina la portata massima delle tubazioni in progetto:

Diametro interno tubazione	$D_i$	=	295,4	mm	
Pendenza minima	$j$	=	1,5	%	
Scabrezza	$k_e$	=	0,25	mm	
Portata massima	$Q$	=	144,4	l/sec	> $Q_p = 89 \text{ l/sec}$
Velocità per portata massima	$V$	=	2,11	m/sec	
Rapporto portate	$Q_p/Q$	=	0,62		
Grado di riempimento	$h/D_i$	=	0,575		
Rapporto velocità	$V_p/V$	=	1,05		
Velocità (1,05 x 2,11)	$V_p$	=	2,22	m/sec	

La tubazione risulta verificata con un grado di riempimento del 58%. La velocità in condotta è pari a 2,22 m/s.

**Tubi rigidità SN 8 - Tabella delle velocità medie**

DN	200		250		315		400		500		630		710		800		900		1000		1200	
Di	187,6		234,4		295,4		375,0		469,0		591,2		660,0		751,1		844,0		944,0		1135,0	
J%	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
0,4	6,5	0,24	11,9	0,28	22,0	0,32	41,5	0,38	75,1	0,43	138,6	0,50	185,4	0,54	260,7	0,59	354,4	0,63	475,8	0,68	772,2	0,76
0,6	8,1	0,29	14,8	0,34	27,3	0,40	51,4	0,47	93,0	0,54	171,4	0,62	229,0	0,67	321,9	0,73	437,5	0,78	587,2	0,84	952,3	0,94
0,8	9,5	0,34	17,2	0,40	31,8	0,46	59,8	0,54	108,1	0,63	199,0	0,73	266,0	0,78	373,7	0,84	507,7	0,91	681,2	0,97	1104,4	1,09
1,0	10,7	0,39	19,3	0,45	35,7	0,52	67,2	0,61	121,4	0,70	223,4	0,81	298,5	0,87	419,4	0,95	569,6	1,02	764,1	1,09	1238,5	1,22
2,0	15,4	0,56	27,8	0,64	51,3	0,75	96,4	0,87	173,8	1,01	319,5	1,16	426,6	1,25	598,9	1,35	813,0	1,45	1090,1	1,56	1765,4	1,74
3,0	19,0	0,69	34,4	0,80	63,3	0,92	118,8	1,08	214,1	1,24	393,3	1,43	525,0	1,53	736,8	1,66	1000,0	1,79	1340,5	1,92	2170,1	2,14
4,0	22,1	0,80	39,9	0,92	73,4	1,07	137,7	1,25	248,1	1,44	455,6	1,66	608,0	1,78	853,2	1,93	1157,7	2,07	1551,7	2,22	2511,5	2,48
5,0	24,8	0,90	44,7	1,04	82,4	1,20	154,4	1,40	278,0	1,61	510,5	1,86	681,2	1,99	955,8	2,16	1296,8	2,32	1737,9	2,48	2812,3	2,78
6,0	27,3	0,99	49,1	1,14	90,5	1,32	169,5	1,53	305,2	1,77	560,2	2,04	747,4	2,18	1048,5	2,37	1422,5	2,54	1906,2	2,72	3084,3	3,05
7,0	29,5	1,07	53,2	1,23	97,9	1,43	183,4	1,66	330,1	1,91	605,8	2,21	808,3	2,36	1133,8	2,56	1538,1	2,75	2061,0	2,94	3334,5	3,30
8,0	31,6	1,14	57,0	1,32	104,8	1,53	196,4	1,78	353,3	2,05	648,3	2,36	865,0	2,53	1213,2	2,74	1645,8	2,94	2205,1	3,15	3567,3	3,53
9,0	33,6	1,22	60,5	1,40	111,3	1,62	208,5	1,89	375,1	2,17	688,3	2,51	918,2	2,68	1287,8	2,91	1746,9	3,12	2340,5	3,34	3786,1	3,74
10,0	35,5	1,28	63,9	1,48	117,5	1,71	220,0	1,99	395,7	2,29	726,1	2,64	968,6	2,83	1358,4	3,07	1842,5	3,29	2468,5	3,53	3993,0	3,95
11,0	37,2	1,35	67,1	1,55	123,3	1,80	230,9	2,09	415,4	2,40	762,0	2,78	1016,5	2,97	1425,5	3,22	1933,5	3,46	2590,3	3,70	4189,8	4,14
12,0	38,9	1,41	70,1	1,62	128,9	1,88	241,4	2,19	434,1	2,51	796,3	2,90	1062,2	3,10	1489,6	3,36	2020,4	3,61	2706,7	3,87	4377,8	4,33
13,0	40,6	1,47	73,0	1,69	134,3	1,96	251,4	2,28	452,1	2,62	829,3	3,02	1106,1	3,23	1551,2	3,50	2103,8	3,76	2818,3	4,03	4558,2	4,51
14,0	42,1	1,52	75,8	1,76	139,4	2,03	261,0	2,36	469,4	2,72	861,0	3,14	1148,4	3,36	1610,3	3,63	2184,0	3,90	2925,7	4,18	4731,7	4,68
15,0	43,7	1,58	78,6	1,82	144,4	2,11	270,3	2,45	486,1	2,81	891,6	3,25	1189,2	3,48	1667,5	3,76	2261,4	4,04	3029,3	4,33	4899,2	4,84
16,0	45,1	1,63	81,2	1,88	149,2	2,18	279,3	2,53	502,3	2,91	921,1	3,36	1228,6	3,59	1722,7	3,89	2336,3	4,18	3129,6	4,47	5061,1	5,00
17,0	46,5	1,68	83,7	1,94	153,9	2,25	288,1	2,61	517,9	3,00	949,8	3,46	1266,8	3,70	1776,3	4,01	2408,8	4,31	3226,7	4,61	5218,1	5,16
18,0	47,9	1,73	86,2	2,00	158,4	2,31	296,5	2,68	533,1	3,09	977,6	3,56	1303,9	3,81	1828,2	4,13	2479,3	4,43	3321,1	4,75	5370,6	5,31
19,0	49,3	1,78	88,6	2,05	162,9	2,38	304,8	2,76	547,9	3,17	1004,7	3,66	1340,0	3,92	1878,8	4,24	2547,8	4,55	3412,8	4,88	5518,8	5,45
20,0	50,6	1,83	91,0	2,11	167,2	2,44	312,8	2,83	562,3	3,26	1031,1	3,76	1375,2	4,02	1928,1	4,35	2614,6	4,67	3502,2	5,00	5663,2	5,60
21,0	51,8	1,88	93,2	2,16	171,3	2,50	320,6	2,90	576,4	3,34	1056,8	3,85	1409,4	4,12	1976,1	4,46	2679,7	4,79	3589,4	5,13	5804,1	5,74
22,0	53,1	1,92	95,5	2,21	175,4	2,56	328,3	2,97	590,1	3,42	1081,9	3,94	1442,9	4,22	2023,0	4,57	2743,3	4,90	3674,5	5,25	5941,6	5,87
23,0	54,3	1,96	97,6	2,26	179,4	2,62	335,7	3,04	603,5	3,49	1106,5	4,03	1475,6	4,31	2068,9	4,67	2805,4	5,01	3757,7	5,37	6076,0	6,01
24,0	55,5	2,01	99,8	2,31	183,4	2,68	343,1	3,11	616,6	3,57	1130,5	4,12	1507,7	4,41	2113,7	4,77	2866,2	5,12	3839,1	5,49	6207,6	6,14
25,0	56,6	2,05	101,9	2,36	187,2	2,73	350,2	3,17	629,5	3,64	1154,1	4,20	1539,0	4,50	2157,7	4,87	2925,8	5,23	3918,8	5,60	6336,4	6,26
26,0	57,8	2,09	103,9	2,41	190,9	2,79	357,2	3,23	642,1	3,72	1177,1	4,29	1569,8	4,59	2200,8	4,97	2984,2	5,33	3997,0	5,71	6462,7	6,39
27,0	58,9	2,13	105,9	2,45	194,6	2,84	364,1	3,30	654,5	3,79	1199,8	4,37	1599,9	4,68	2243,0	5,06	3041,4	5,44	4073,7	5,82	6586,6	6,51
28,0	60,0	2,17	107,9	2,50	198,2	2,89	370,9	3,36	666,6	3,86	1222,0	4,45	1629,5	4,76	2284,5	5,16	3097,7	5,54	4148,9	5,93	6708,2	6,63
29,0	61,1	2,21	109,8	2,55	201,8	2,94	377,5	3,42	678,5	3,93	1243,8	4,53	1658,6	4,85	2325,2	5,25	3152,9	5,64	4222,8	6,03	6827,6	6,75
30,0	62,2	2,25	111,8	2,59	205,3	3,00	384,0	3,48	690,2	4,00	1265,2	4,61	1687,2	4,93	2365,3	5,34	3207,2	5,73	4295,5	6,14	6945,0	6,86
32,0	64,2	2,32	115,5	2,68	212,1	3,10	396,8	3,59	713,1	4,13	1307,1	4,76	1743,0	5,09	2443,4	5,51	3313,1	5,92	4437,3	6,34	7174,1	7,09
34,0	66,2	2,40	119,1	2,76	218,7	3,19	409,1	3,70	735,2	4,26	1347,6	4,91	1797,0	5,25	2519,2	5,69	3415,7	6,11	4574,7	6,54	7396,2	7,31
36,0	68,2	2,47	122,6	2,84	225,1	3,29	421,1	3,81	756,7	4,38	1387,0	5,05	1849,5	5,41	2592,7	5,85	3515,4	6,28	4708,2	6,73	7611,8	7,52
38,0	70,1	2,54	126,0	2,92	231,4	3,38	432,8	3,92	777,7	4,50	1425,3	5,19	1900,6	5,56	2664,3	6,01	3612,3	6,46	4837,9	6,91	7821,5	7,73
40,0	71,9	2,60	129,3	3,00	237,5	3,46	444,1	4,02	798,0	4,62	1462,6	5,33	1950,3	5,70	2733,9	6,17	3706,7	6,63	4964,4	7,09	8025,7	7,93
44,0	75,5	2,73	135,7	3,14	249,2	3,64	466,0	4,22	837,3	4,85	1534,6	5,59	2046,2	5,98	2868,2	6,47	3888,8	6,95	5208,0	7,44	8419,5	8,32
48,0	78,9	2,85	141,8	3,29	260,4	3,80	486,9	4,41	874,8	5,06	1603,3	5,84	2137,8	6,25	2996,6	6,76	4062,7	7,26	5440,9	7,77	8795,6	8,69
52,0	82,2	2,97	147,6	3,42	271,1	3,96	507,0	4,59	910,9	5,27	1669,2	6,08	2225,6	6,51	3119,6	7,04	4229,5	7,56	5664,2	8,09	9156,5	9,05
56,0	85,3	3,09	153,3	3,55	281,5	4,11	526,3	4,77	945,5	5,47	1732,6	6,31	2310,1	6,75	3238,1	7,31	4390,0	7,85	5879,1	8,40	9503,7	9,39
60,0	88,3	3,20	158,7	3,68	291,4	4,25	544,9	4,93	978,9	5,67	1793,8	6,53	2391,7	6,99	3352,4	7,57	4544,9	8,12	6086,4	8,70	9838,7	9,72
70,0	95,5	3,45	171,6	3,98	315,0	4,60	588,9	5,33	1057,9	6,12	1938,4	7,06	2584,4	7,55	3622,4	8,18	4910,8	8,78	6576,3	9,40	10630,3	10,51
80,0	102,2	3,70	183,5	4,25	336,9	4,92	629,9	5,70	1131,4	6,55	2073,0	7,55	2763,8	8,08	3873,7	8,74	5251,5	9,39	7032,4	10,05	11367,1	11,23
90,0	108,4	3,92	194,8	4,51	357,5	5,22	668,4	6,05	1200,5	6,95	2199,4	8,01	2932,3	8,57	4109,8	9,28	5571,4	9,96	7460,7	10,66	12059,2	11,92
100,0	114,3	4,14	205,4	4,76	377,0	5,50	704,8	6,38	1265,8	7,33	2319,0	8,45	3091,7	9,04	4333,1	9,78	5874,0	10,50	7865,8	11,24	12713,7	12,57
120,0	125,4	4,54	225,2	5,22	413,3	6,03	772,4	6,99	1387,3	8,03	2541,4	9,26	3388,1	9,90	4748,4	10,72	6436,8	11,51	8619,3	12,32	13931,1	13,77
140,0	135,5	4,90	243,3	5,64	446,6	6,52	834,7	7,56	1499,0	8,68	2745,9	10,00	3660,7	10,70	5130,3	11,58	6954,4	12,43	9312,2	13,31	15050,7	14,88
160,0	144,9	5,24	260,3	6,03	477,6	6,97	892,6	8,08	1603,0	9,28	2936,3	10,70	3914,4	11,44	5485,8	12,38	7436,2	13,29	9957,2	14,23	16092,7	15,91

Tabella delle velocità medie (V = m/s), delle portate (Q = l/s) in funzione della pendenza J (m/km) dell'acqua per tubi di PVC-U AlveHol con parete strutturata rigidità SN8 secondo norma UNI EN 13476 (Formola di Prandtl-Colebrook).

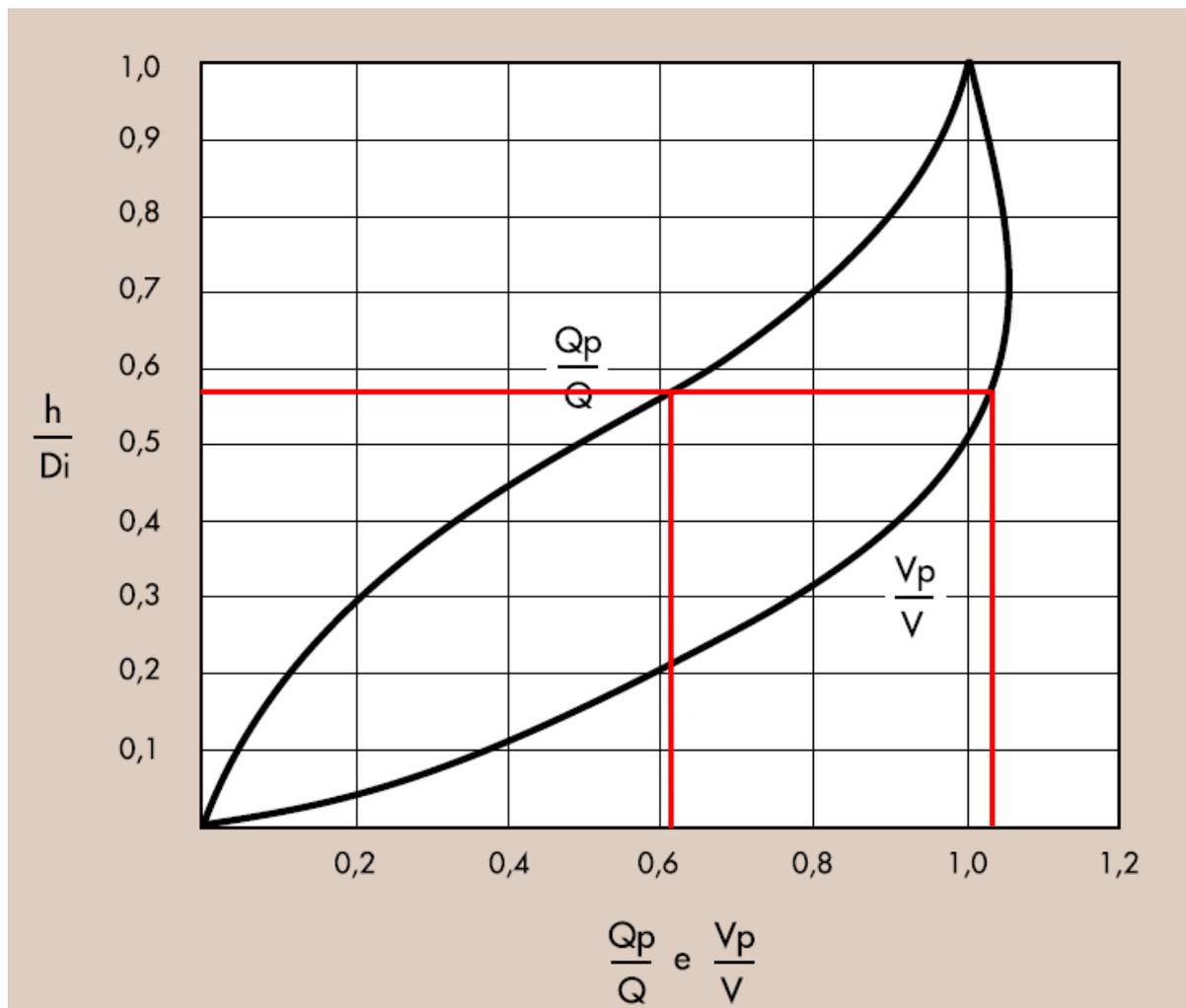
## Coefficiente di adeguamento in caso di riempimenti parziali

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,001	0,023	0,17
0,002	0,032	0,21
0,003	0,038	0,24
0,004	0,044	0,26
0,005	0,049	0,28
0,006	0,053	0,29
0,007	0,057	0,30
0,008	0,061	0,32
0,009	0,065	0,33
0,010	0,068	0,34
0,011	0,071	0,35
0,012	0,074	0,36
0,013	0,077	0,37
0,014	0,080	0,38
0,015	0,083	0,38
0,016	0,086	0,39
0,017	0,088	0,39
0,018	0,091	0,40
0,019	0,093	0,41
0,020	0,095	0,41
0,021	0,098	0,42
0,022	0,100	0,42
0,023	0,102	0,43
0,024	0,104	0,43
0,025	0,106	0,44
0,026	0,108	0,45
0,027	0,110	0,45
0,028	0,112	0,45
0,029	0,114	0,46
0,030	0,116	0,46
0,031	0,118	0,47
0,032	0,120	0,47
0,033	0,122	0,48
0,034	0,123	0,48
0,035	0,125	0,48
0,036	0,127	0,49
0,037	0,129	0,49
0,038	0,130	0,50
0,039	0,132	0,50
0,040	0,134	0,50
0,041	0,135	0,51
0,042	0,137	0,51
0,043	0,138	0,51
0,044	0,140	0,52
0,045	0,141	0,52
0,046	0,143	0,52
0,047	0,145	0,53
0,048	0,146	0,53
0,049	0,148	0,53
0,050	0,149	0,54
0,051	0,151	0,54
0,052	0,152	0,54
0,053	0,153	0,55
0,054	0,155	0,55
0,055	0,156	0,55

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,056	0,158	0,55
0,057	0,159	0,56
0,058	0,160	0,56
0,059	0,162	0,56
0,060	0,163	0,57
0,061	0,164	0,57
0,062	0,166	0,57
0,063	0,167	0,57
0,064	0,168	0,58
0,065	0,170	0,58
0,066	0,171	0,58
0,067	0,172	0,58
0,068	0,174	0,59
0,069	0,175	0,59
0,070	0,176	0,59
0,071	0,177	0,59
0,072	0,179	0,59
0,073	0,180	0,60
0,074	0,181	0,60
0,075	0,182	0,60
0,076	0,183	0,60
0,077	0,185	0,61
0,078	0,186	0,61
0,079	0,187	0,61
0,080	0,188	0,61
0,081	0,189	0,62
0,082	0,191	0,62
0,083	0,192	0,62
0,084	0,193	0,62
0,085	0,194	0,62
0,086	0,195	0,63
0,087	0,196	0,63
0,088	0,197	0,63
0,089	0,199	0,63
0,090	0,200	1,05
0,091	0,201	0,64
0,092	0,202	0,64
0,093	0,203	0,64
0,094	0,204	0,64
0,095	0,205	0,64
0,096	0,206	0,65
0,097	0,207	0,65
0,098	0,208	0,65
0,099	0,210	0,65
0,100	0,211	0,65
0,105	0,216	0,66
0,110	0,221	0,67
0,115	0,226	0,68
0,120	0,231	0,69
0,125	0,236	0,69
0,130	0,241	0,70
0,135	0,245	0,71
0,140	0,250	0,72
0,145	0,254	0,72
0,150	0,259	0,73

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,155	0,263	0,74
0,160	0,268	0,74
0,165	0,272	0,75
0,170	0,276	0,76
0,175	0,281	0,76
0,180	0,285	0,77
0,185	0,289	0,77
0,190	0,293	0,78
0,195	0,297	0,78
0,200	0,301	0,79
0,210	0,309	0,80
0,220	0,316	0,81
0,230	0,324	0,82
0,240	0,331	0,83
0,250	0,339	0,84
0,260	0,346	0,85
0,270	0,353	0,86
0,280	0,360	0,86
0,290	0,367	0,87
0,300	0,374	0,88
0,310	0,381	0,89
0,320	0,387	0,89
0,330	0,394	0,90
0,340	0,401	0,91
0,350	0,407	0,92
0,360	0,414	0,92
0,370	0,420	0,93
0,380	0,426	0,93
0,390	0,433	0,94
0,400	0,439	0,95
0,410	0,445	0,95
0,420	0,451	0,96
0,430	0,458	0,96
0,440	0,464	0,97
0,450	0,470	0,97
0,460	0,476	0,98
0,470	0,482	0,99
0,480	0,488	0,99
0,490	0,494	1,00
0,500	0,500	1,00
0,510	0,506	1,00
0,520	0,512	1,01
0,530	0,519	1,02
0,540	0,525	1,02
0,550	0,531	1,02
0,560	0,537	1,03
0,570	0,543	1,03
0,580	0,550	1,03
0,590	0,560	1,04
0,600	0,562	1,04
0,610	0,568	1,04
0,620	0,575	1,05
0,630	0,581	1,05
0,640	0,587	1,05
0,650	0,594	1,06

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,660	0,600	1,06
0,670	0,607	1,06
0,680	0,613	1,06
0,690	0,620	1,06
0,700	0,626	1,06
0,710	0,633	1,06
0,720	0,646	1,07
0,730	0,646	1,07
0,740	0,653	1,07
0,750	0,660	1,07
0,760	0,667	1,07
0,770	0,675	1,07
0,780	0,682	1,07
0,790	0,689	1,07
0,800	0,697	1,07
0,805	0,701	1,08
0,810	0,705	1,08
0,815	0,709	1,08
0,820	0,713	1,08
0,825	0,717	1,08
0,830	0,721	1,08
0,835	0,725	1,08
0,840	0,729	1,07
0,845	0,734	1,07
0,850	0,738	1,07
0,855	0,742	1,07
0,860	0,747	1,07
0,865	0,751	1,07
0,870	0,756	1,07
0,875	0,761	1,07
0,880	0,766	1,07
0,885	0,770	1,07
0,890	0,775	1,07
0,895	0,781	1,07
0,900	0,786	1,07
0,905	0,791	1,07
0,910	0,797	1,07
0,915	0,802	1,06
0,920	0,808	1,06
0,925	0,814	1,06
0,930	0,821	1,06
0,935	0,827	1,06
0,940	0,834	1,05
0,945	0,841	1,05
0,950	0,849	1,05
0,955	0,856	1,05
0,960	0,865	1,04
0,965	0,874	1,04
0,970	0,883	1,04
0,975	0,894	1,03
0,980	0,905	1,03
0,985	0,919	1,02
0,990	0,935	1,02
0,995	0,955	1,01
1,000	1,000	1,00





### 4.3.3 Dimensionamento idraulico del nuovo collettore acque meteoriche a valle dell'incrocio di via Duca d'Aosta

Si è provveduto a verificare idraulicamente la sezione, sotto le seguenti ipotesi:

Tubazione in PVC DN250 SN8

Pendenza del fondo 1,5 %

Portata massima oraria 49 l/s

Dalle tabelle per il calcolo idraulico delle fognature, secondo la formula di Prandtl-Colebrook (coeff. di viscosità  $\nu = 1,31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ), si determina la portata massima delle tubazioni in progetto:

Diametro interno tubazione	$D_i$	=	234,4	mm	
Pendenza minima	$j$	=	1,5	%	
Scabrezza	$k_e$	=	0,25	mm	
Portata massima	$Q$	=	78,6	l/sec	> $Q_p = 49 \text{ l/sec}$
Velocità per portata massima	$V$	=	1,82	m/sec	
Rapporto portate	$Q_p/Q$	=	0,62		
Grado di riempimento	$h/D_i$	=	0,575		
Rapporto velocità	$V_p/V$	=	1,05		
Velocità (1,05 x 1,82)	$V_p$	=	1,91	m/sec	

La tubazione risulta verificata con un grado di riempimento del 58%. La velocità in condotta è pari a 1,91 m/s.

## Tubi rigidità SN 8 - Tabella delle velocità medie

DN	200		250		315		400		500		630		710		800		900		1000		1200	
Di	187,6		234,4		295,4		375,0		469,0		591,2		660,0		751,1		844,0		944,0		1135,0	
J%	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
0,4	6,5	0,24	11,9	0,28	22,0	0,32	41,5	0,38	75,1	0,43	138,6	0,50	185,4	0,54	260,7	0,59	354,4	0,63	475,8	0,68	772,2	0,76
0,6	8,1	0,29	14,8	0,34	27,3	0,40	51,4	0,47	93,0	0,54	171,4	0,62	229,0	0,67	321,9	0,73	437,5	0,78	587,2	0,84	952,3	0,94
0,8	9,5	0,34	17,2	0,40	31,8	0,46	59,8	0,54	108,1	0,63	199,0	0,73	266,0	0,78	373,7	0,84	507,7	0,91	681,2	0,97	1104,4	1,09
1,0	10,7	0,39	19,3	0,45	35,7	0,52	67,2	0,61	121,4	0,70	223,4	0,81	298,5	0,87	419,4	0,95	569,6	1,02	764,1	1,09	1238,5	1,22
2,0	15,4	0,56	27,8	0,64	51,3	0,75	96,4	0,87	173,8	1,01	319,5	1,16	426,6	1,25	598,9	1,35	813,0	1,45	1090,1	1,56	1765,4	1,74
3,0	19,0	0,69	34,4	0,80	63,3	0,92	118,8	1,08	214,1	1,24	393,3	1,43	525,0	1,53	736,8	1,66	1000,0	1,79	1340,5	1,92	2170,1	2,14
4,0	22,1	0,80	39,9	0,92	73,4	1,07	137,7	1,25	248,1	1,44	455,6	1,66	608,0	1,78	853,2	1,93	1157,7	2,07	1551,7	2,22	2511,5	2,48
5,0	24,8	0,90	44,7	1,04	82,4	1,20	154,4	1,40	278,0	1,61	510,5	1,86	681,2	1,99	955,8	2,16	1296,8	2,32	1737,9	2,48	2812,3	2,78
6,0	27,3	0,99	49,1	1,14	90,5	1,32	169,5	1,53	305,2	1,77	560,2	2,04	747,4	2,18	1048,5	2,37	1422,5	2,54	1906,2	2,72	3084,3	3,05
7,0	29,5	1,07	53,2	1,23	97,9	1,43	183,4	1,66	330,1	1,91	605,8	2,21	808,3	2,36	1133,8	2,56	1538,1	2,75	2061,0	2,94	3334,5	3,30
8,0	31,6	1,14	57,0	1,32	104,8	1,53	196,4	1,78	353,3	2,05	648,3	2,36	865,0	2,53	1213,2	2,74	1645,8	2,94	2205,1	3,15	3567,3	3,53
9,0	33,6	1,22	60,5	1,40	111,3	1,62	208,5	1,89	375,1	2,17	688,3	2,51	918,2	2,68	1287,8	2,91	1746,9	3,12	2340,5	3,34	3786,1	3,74
10,0	35,5	1,28	63,9	1,48	117,5	1,71	220,0	1,99	395,7	2,29	726,1	2,64	968,6	2,83	1358,4	3,07	1842,5	3,29	2468,5	3,53	3993,0	3,95
11,0	37,2	1,35	67,1	1,55	123,3	1,80	230,9	2,09	415,4	2,40	762,0	2,78	1016,5	2,97	1425,5	3,22	1933,5	3,46	2590,3	3,70	4189,8	4,14
12,0	38,9	1,41	70,1	1,62	128,9	1,88	241,4	2,19	434,1	2,51	796,3	2,90	1062,2	3,10	1489,6	3,36	2020,4	3,61	2706,7	3,87	4377,8	4,33
13,0	40,6	1,47	73,0	1,69	134,3	1,96	251,4	2,28	452,1	2,62	829,3	3,02	1106,1	3,23	1551,2	3,50	2103,8	3,76	2818,3	4,03	4558,2	4,51
14,0	42,1	1,52	75,8	1,76	139,4	2,03	261,0	2,36	469,4	2,72	861,0	3,14	1148,4	3,36	1610,3	3,63	2184,0	3,90	2925,7	4,18	4731,7	4,68
15,0	43,7	1,58	78,6	1,82	144,4	2,11	270,3	2,45	486,1	2,81	891,6	3,25	1189,2	3,48	1667,5	3,76	2261,4	4,04	3029,3	4,33	4899,2	4,84
16,0	45,1	1,63	81,2	1,88	149,2	2,18	279,3	2,53	502,3	2,91	921,1	3,36	1228,6	3,59	1722,7	3,89	2336,3	4,18	3129,6	4,47	5061,1	5,00
17,0	46,5	1,68	83,7	1,94	153,9	2,25	288,1	2,61	517,9	3,00	949,8	3,46	1266,8	3,70	1776,3	4,01	2408,8	4,31	3226,7	4,61	5218,1	5,16
18,0	47,9	1,73	86,2	2,00	158,4	2,31	296,5	2,68	533,1	3,09	977,6	3,56	1303,9	3,81	1828,2	4,13	2479,3	4,43	3321,1	4,75	5370,6	5,31
19,0	49,3	1,78	88,6	2,05	162,9	2,38	304,8	2,76	547,9	3,17	1004,7	3,66	1340,0	3,92	1878,8	4,24	2547,8	4,55	3412,8	4,88	5518,8	5,45
20,0	50,6	1,83	91,0	2,11	167,2	2,44	312,8	2,83	562,3	3,26	1031,1	3,76	1375,2	4,02	1928,1	4,35	2614,6	4,67	3502,2	5,00	5663,2	5,60
21,0	51,8	1,88	93,2	2,16	171,3	2,50	320,6	2,90	576,4	3,34	1056,8	3,85	1409,4	4,12	1976,1	4,46	2679,7	4,79	3589,4	5,13	5804,1	5,74
22,0	53,1	1,92	95,5	2,21	175,4	2,56	328,3	2,97	590,1	3,42	1081,9	3,94	1442,9	4,22	2023,0	4,57	2743,3	4,90	3674,5	5,25	5941,6	5,87
23,0	54,3	1,96	97,6	2,26	179,4	2,62	335,7	3,04	603,5	3,49	1106,5	4,03	1475,6	4,31	2068,9	4,67	2805,4	5,01	3757,7	5,37	6076,0	6,01
24,0	55,5	2,01	99,8	2,31	183,4	2,68	343,1	3,11	616,6	3,57	1130,5	4,12	1507,7	4,41	2113,7	4,77	2866,2	5,12	3839,1	5,49	6207,6	6,14
25,0	56,6	2,05	101,9	2,36	187,2	2,73	350,2	3,17	629,5	3,64	1154,1	4,20	1539,0	4,50	2157,7	4,87	2925,8	5,23	3918,8	5,60	6336,4	6,26
26,0	57,8	2,09	103,9	2,41	190,9	2,79	357,2	3,23	642,1	3,72	1177,1	4,29	1569,8	4,59	2200,8	4,97	2984,2	5,33	3997,0	5,71	6462,7	6,39
27,0	58,9	2,13	105,9	2,45	194,6	2,84	364,1	3,30	654,5	3,79	1199,8	4,37	1599,9	4,68	2243,0	5,06	3041,4	5,44	4073,7	5,82	6586,6	6,51
28,0	60,0	2,17	107,9	2,50	198,2	2,89	370,9	3,36	666,6	3,86	1222,0	4,45	1629,5	4,76	2284,5	5,16	3097,7	5,54	4148,9	5,93	6708,2	6,63
29,0	61,1	2,21	109,8	2,55	201,8	2,94	377,5	3,42	678,5	3,93	1243,8	4,53	1658,6	4,85	2325,2	5,25	3152,9	5,64	4222,8	6,03	6827,6	6,75
30,0	62,2	2,25	111,8	2,59	205,3	3,00	384,0	3,48	690,2	4,00	1265,2	4,61	1687,2	4,93	2365,3	5,34	3207,2	5,73	4295,5	6,14	6945,0	6,86
32,0	64,2	2,32	115,5	2,68	212,1	3,10	396,8	3,59	713,1	4,13	1307,1	4,76	1743,0	5,09	2443,4	5,51	3313,1	5,92	4437,3	6,34	7174,1	7,09
34,0	66,2	2,40	119,1	2,76	218,7	3,19	409,1	3,70	735,2	4,26	1347,6	4,91	1797,0	5,25	2519,2	5,69	3415,7	6,11	4574,7	6,54	7396,2	7,31
36,0	68,2	2,47	122,6	2,84	225,1	3,29	421,1	3,81	756,7	4,38	1387,0	5,05	1849,5	5,41	2592,7	5,85	3515,4	6,28	4708,2	6,73	7611,8	7,52
38,0	70,1	2,54	126,0	2,92	231,4	3,38	432,8	3,92	777,7	4,50	1425,3	5,19	1900,6	5,56	2664,3	6,01	3612,3	6,46	4837,9	6,91	7821,5	7,73
40,0	71,9	2,60	129,3	3,00	237,5	3,46	444,1	4,02	798,0	4,62	1462,6	5,33	1950,3	5,70	2733,9	6,17	3706,7	6,63	4964,4	7,09	8025,7	7,93
44,0	75,5	2,73	135,7	3,14	249,2	3,64	466,0	4,22	837,3	4,85	1534,6	5,59	2046,2	5,98	2868,2	6,47	3888,8	6,95	5208,0	7,44	8419,5	8,32
48,0	78,9	2,85	141,8	3,29	260,4	3,80	486,9	4,41	874,8	5,06	1603,3	5,84	2137,8	6,25	2996,6	6,76	4062,7	7,26	5440,9	7,77	8795,6	8,69
52,0	82,2	2,97	147,6	3,42	271,1	3,96	507,0	4,59	910,9	5,27	1669,2	6,08	2225,6	6,51	3119,6	7,04	4229,5	7,56	5664,2	8,09	9156,5	9,05
56,0	85,3	3,09	153,3	3,55	281,5	4,11	526,3	4,77	945,5	5,47	1732,6	6,31	2310,1	6,75	3238,1	7,31	4390,0	7,85	5879,1	8,40	9503,7	9,39
60,0	88,3	3,20	158,7	3,68	291,4	4,25	544,9	4,93	978,9	5,67	1793,8	6,53	2391,7	6,99	3352,4	7,57	4544,9	8,12	6086,4	8,70	9838,7	9,72
70,0	95,5	3,45	171,6	3,98	315,0	4,60	588,9	5,33	1057,9	6,12	1938,4	7,06	2584,4	7,55	3622,4	8,18	4910,8	8,78	6576,3	9,40	10630,3	10,51
80,0	102,2	3,70	183,5	4,25	336,9	4,92	629,9	5,70	1131,4	6,55	2073,0	7,55	2763,8	8,08	3873,7	8,74	5251,5	9,39	7032,4	10,05	11367,1	11,23
90,0	108,4	3,92	194,8	4,51	357,5	5,22	668,4	6,05	1200,5	6,95	2199,4	8,01	2932,3	8,57	4109,8	9,28	5571,4	9,96	7460,7	10,66	12059,2	11,92
100,0	114,3	4,14	205,4	4,76	377,0	5,50	704,8	6,38	1265,8	7,33	2319,0	8,45	3091,7	9,04	4333,1	9,78	5874,0	10,50	7865,8	11,24	12713,7	12,57
120,0	125,4	4,54	225,2	5,22	413,3	6,03	772,4	6,99	1387,3	8,03	2541,4	9,26	3388,1	9,90	4748,4	10,72	6436,8	11,51	8619,3	12,32	13931,1	13,77
140,0	135,5	4,90	243,3	5,64	446,6	6,52	834,7	7,56	1499,0	8,68	2745,9	10,00	3660,7	10,70	5130,3	11,58	6954,4	12,43	9312,2	13,31	15050,7	14,88
160,0	144,9	5,24	260,3	6,03	477,6	6,97	892,6	8,08	1603,0	9,28	2936,3	10,70	3914,4	11,44	5485,8	12,38	7436,2	13,29	9957,2	14,23	16092,7	15,91

Tabella delle velocità medie (V = m/s), delle portate (Q = l/s) in funzione della pendenza J (m/km) dell'acqua per tubi di PVC-U AlveHol con parete strutturata rigidità SN8 secondo norma UNI EN 13476 (Formola di Prandtl-Colebrook).

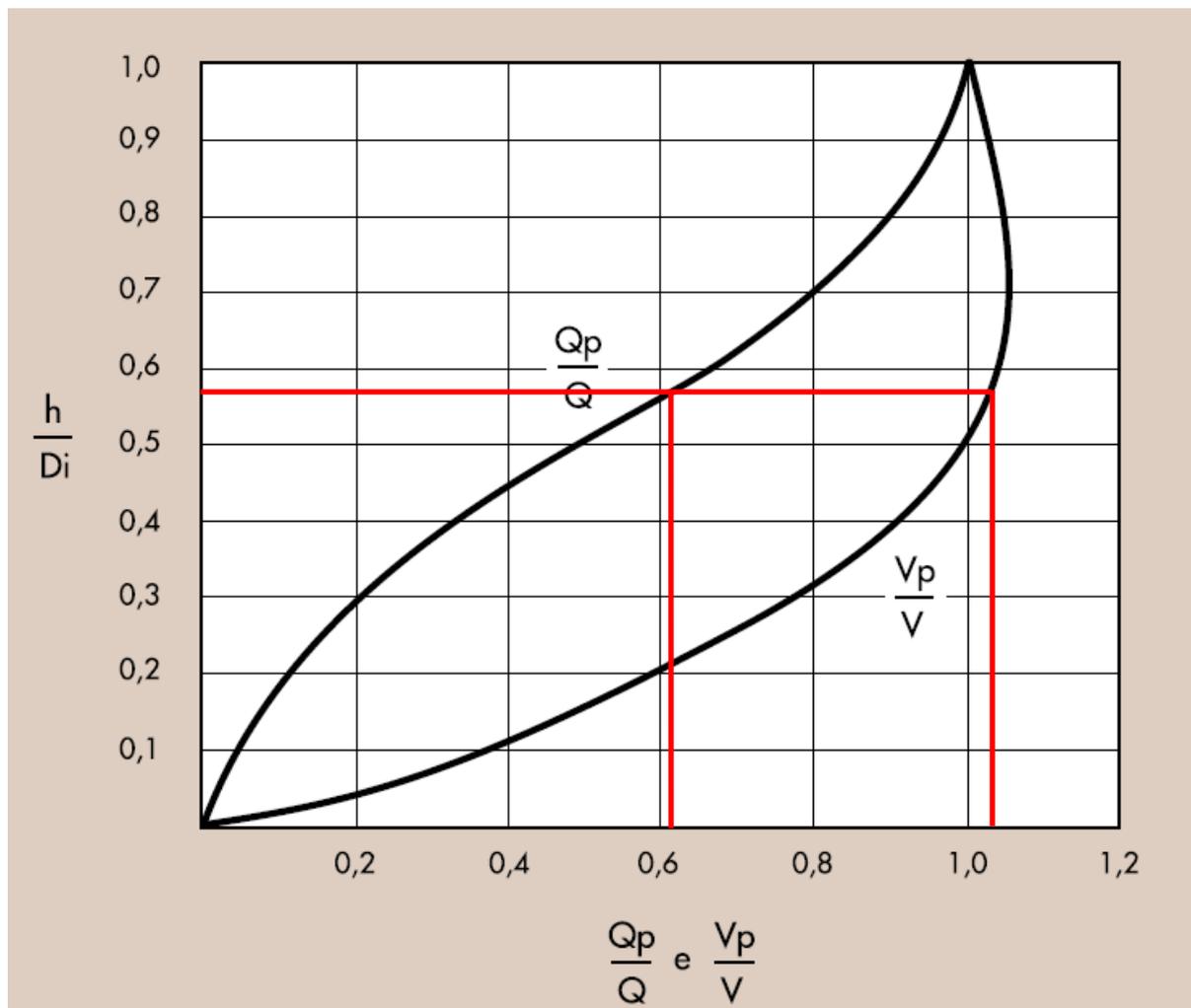
## Coefficiente di adeguamento in caso di riempimenti parziali

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,001	0,023	0,17
0,002	0,032	0,21
0,003	0,038	0,24
0,004	0,044	0,26
0,005	0,049	0,28
0,006	0,053	0,29
0,007	0,057	0,30
0,008	0,061	0,32
0,009	0,065	0,33
0,010	0,068	0,34
0,011	0,071	0,35
0,012	0,074	0,36
0,013	0,077	0,37
0,014	0,080	0,38
0,015	0,083	0,38
0,016	0,086	0,39
0,017	0,088	0,39
0,018	0,091	0,40
0,019	0,093	0,41
0,020	0,095	0,41
0,021	0,098	0,42
0,022	0,100	0,42
0,023	0,102	0,43
0,024	0,104	0,43
0,025	0,106	0,44
0,026	0,108	0,45
0,027	0,110	0,45
0,028	0,112	0,45
0,029	0,114	0,46
0,030	0,116	0,46
0,031	0,118	0,47
0,032	0,120	0,47
0,033	0,122	0,48
0,034	0,123	0,48
0,035	0,125	0,48
0,036	0,127	0,49
0,037	0,129	0,49
0,038	0,130	0,50
0,039	0,132	0,50
0,040	0,134	0,50
0,041	0,135	0,51
0,042	0,137	0,51
0,043	0,138	0,51
0,044	0,140	0,52
0,045	0,141	0,52
0,046	0,143	0,52
0,047	0,145	0,53
0,048	0,146	0,53
0,049	0,148	0,53
0,050	0,149	0,54
0,051	0,151	0,54
0,052	0,152	0,54
0,053	0,153	0,55
0,054	0,155	0,55
0,055	0,156	0,55

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,056	0,158	0,55
0,057	0,159	0,56
0,058	0,160	0,56
0,059	0,162	0,56
0,060	0,163	0,57
0,061	0,164	0,57
0,062	0,166	0,57
0,063	0,167	0,57
0,064	0,168	0,58
0,065	0,170	0,58
0,066	0,171	0,58
0,067	0,172	0,58
0,068	0,174	0,59
0,069	0,175	0,59
0,070	0,176	0,59
0,071	0,177	0,59
0,072	0,179	0,59
0,073	0,180	0,60
0,074	0,181	0,60
0,075	0,182	0,60
0,076	0,183	0,60
0,077	0,185	0,61
0,078	0,186	0,61
0,079	0,187	0,61
0,080	0,188	0,61
0,081	0,189	0,62
0,082	0,191	0,62
0,083	0,192	0,62
0,084	0,193	0,62
0,085	0,194	0,62
0,086	0,195	0,63
0,087	0,196	0,63
0,088	0,197	0,63
0,089	0,199	0,63
0,090	0,200	1,05
0,091	0,201	0,64
0,092	0,202	0,64
0,093	0,203	0,64
0,094	0,204	0,64
0,095	0,205	0,64
0,096	0,206	0,65
0,097	0,207	0,65
0,098	0,208	0,65
0,099	0,210	0,65
0,100	0,211	0,65
0,105	0,216	0,66
0,110	0,221	0,67
0,115	0,226	0,68
0,120	0,231	0,69
0,125	0,236	0,69
0,130	0,241	0,70
0,135	0,245	0,71
0,140	0,250	0,72
0,145	0,254	0,72
0,150	0,259	0,73

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,155	0,263	0,74
0,160	0,268	0,74
0,165	0,272	0,75
0,170	0,276	0,76
0,175	0,281	0,76
0,180	0,285	0,77
0,185	0,289	0,77
0,190	0,293	0,78
0,195	0,297	0,78
0,200	0,301	0,79
0,210	0,309	0,80
0,220	0,316	0,81
0,230	0,324	0,82
0,240	0,331	0,83
0,250	0,339	0,84
0,260	0,346	0,85
0,270	0,353	0,86
0,280	0,360	0,86
0,290	0,367	0,87
0,300	0,374	0,88
0,310	0,381	0,89
0,320	0,387	0,89
0,330	0,394	0,90
0,340	0,401	0,91
0,350	0,407	0,92
0,360	0,414	0,92
0,370	0,420	0,93
0,380	0,426	0,93
0,390	0,433	0,94
0,400	0,439	0,95
0,410	0,445	0,95
0,420	0,451	0,96
0,430	0,458	0,96
0,440	0,464	0,97
0,450	0,470	0,97
0,460	0,476	0,98
0,470	0,482	0,99
0,480	0,488	0,99
0,490	0,494	1,00
0,500	0,500	1,00
0,510	0,506	1,00
0,520	0,512	1,01
0,530	0,519	1,02
0,540	0,525	1,02
0,550	0,531	1,02
0,560	0,537	1,03
0,570	0,543	1,03
0,580	0,550	1,03
0,590	0,560	1,04
0,600	0,562	1,04
0,610	0,568	1,04
0,620	0,575	1,05
0,630	0,581	1,05
0,640	0,587	1,05
0,650	0,594	1,06

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,660	0,600	1,06
0,670	0,607	1,06
0,680	0,613	1,06
0,690	0,620	1,06
0,700	0,626	1,06
0,710	0,633	1,06
0,720	0,646	1,07
0,730	0,646	1,07
0,740	0,653	1,07
0,750	0,660	1,07
0,760	0,667	1,07
0,770	0,675	1,07
0,780	0,682	1,07
0,790	0,689	1,07
0,800	0,697	1,07
0,805	0,701	1,08
0,810	0,705	1,08
0,815	0,709	1,08
0,820	0,713	1,08
0,825	0,717	1,08
0,830	0,721	1,08
0,835	0,725	1,08
0,840	0,729	1,07
0,845	0,734	1,07
0,850	0,738	1,07
0,855	0,742	1,07
0,860	0,747	1,07
0,865	0,751	1,07
0,870	0,756	1,07
0,875	0,761	1,07
0,880	0,766	1,07
0,885	0,770	1,07
0,890	0,775	1,07
0,895	0,781	1,07
0,900	0,786	1,07
0,905	0,791	1,07
0,910	0,797	1,07
0,915	0,802	1,06
0,920	0,808	1,06
0,925	0,814	1,06
0,930	0,821	1,06
0,935	0,827	1,06
0,940	0,834	1,05
0,945	0,841	1,05
0,950	0,849	1,05
0,955	0,856	1,05
0,960	0,865	1,04
0,965	0,874	1,04
0,970	0,883	1,04
0,975	0,894	1,03
0,980	0,905	1,03
0,985	0,919	1,02
0,990	0,935	1,02
0,995	0,955	1,01
1,000	1,000	1,00



## **4.4 BACINO COMPLESSIVO VIA CESARE RASINI**

### **4.4.1 Calcolo portata massima**

La portata è ricavata sommando le singole portate dei bacini a monte e a valle dell'incrocio di via Duca d'Aosta, per una superficie **A** di **2250** m<sup>2</sup>.

La **massima portata Q (l/s)** dello scarico che transiterà dall'area suddetta è data dalla **somma delle portate dei due bacini a monte e a valle dell'incrocio di via Duca d'Aosta:**

$$89 + 49 = 138 \text{ l/s.}$$

#### **4.4.2 Dimensionamento idraulico del nuovo collettore acque meteoriche a valle della cameretta all'incrocio di via Duca d'Aosta**

Si è provveduto a verificare idraulicamente la sezione, sotto le seguenti ipotesi:

Tubazione in PVC DN400 SN8

Pendenza del fondo 1,0 ‰

Portata massima oraria 138 l/s

Dalle tabelle per il calcolo idraulico delle fognature, secondo la formula di Prandtl-Colebrook (coeff. di viscosità  $\nu = 1,31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ), si determina la portata massima delle tubazioni in progetto:

Diametro interno tubazione	$D_i$	=	375	mm	
Pendenza minima	$j$	=	1,0	‰	
Scabrezza	$k_e$	=	0,25	mm	
Portata massima	$Q$	=	220	l/sec	> $Q_p = 138 \text{ l/sec}$
Velocità per portata massima	$V$	=	1,99	m/sec	
Rapporto portate	$Q_p/Q$	=	0,63		
Grado di riempimento	$h/D_i$	=	0,581		
Rapporto velocità	$V_p/V$	=	1,05		
Velocità (1,05 x 1,99)	$V_p$	=	2,09	m/sec	

La tubazione risulta verificata con un grado di riempimento del 58%. La velocità in condotta è pari a 2,09 m/s.

**Tubi rigidità SN 8 - Tabella delle velocità medie**

DN	200		250		315		400		500		630		710		800		900		1000		1200	
Di	187,6		234,4		295,4		375,0		469,0		591,2		660,0		751,1		844,0		944,0		1135,0	
J %	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
0,4	6,5	0,24	11,9	0,28	22,0	0,32	41,5	0,38	75,1	0,43	138,6	0,50	185,4	0,54	260,7	0,59	354,4	0,63	475,8	0,68	772,2	0,76
0,6	8,1	0,29	14,8	0,34	27,3	0,40	51,4	0,47	93,0	0,54	171,4	0,62	229,0	0,67	321,9	0,73	437,5	0,78	587,2	0,84	952,3	0,94
0,8	9,5	0,34	17,2	0,40	31,8	0,46	59,8	0,54	108,1	0,63	199,0	0,73	266,0	0,78	373,7	0,84	507,7	0,91	681,2	0,97	1104,4	1,09
1,0	10,7	0,39	19,3	0,45	35,7	0,52	67,2	0,61	121,4	0,70	223,4	0,81	298,5	0,87	419,4	0,95	569,6	1,02	764,1	1,09	1238,5	1,22
2,0	15,4	0,56	27,8	0,64	51,3	0,75	96,4	0,87	173,8	1,01	319,5	1,16	426,6	1,25	598,9	1,35	813,0	1,45	1090,1	1,56	1765,4	1,74
3,0	19,0	0,69	34,4	0,80	63,3	0,92	118,8	1,08	214,1	1,24	393,3	1,43	525,0	1,53	736,8	1,66	1000,0	1,79	1340,5	1,92	2170,1	2,14
4,0	22,1	0,80	39,9	0,92	73,4	1,07	137,7	1,25	248,1	1,44	455,6	1,66	608,0	1,78	853,2	1,93	1157,7	2,07	1551,7	2,22	2511,5	2,48
5,0	24,8	0,90	44,7	1,04	82,4	1,20	154,4	1,40	278,0	1,61	510,5	1,86	681,2	1,99	955,8	2,16	1296,8	2,32	1737,9	2,48	2812,3	2,78
6,0	27,3	0,99	49,1	1,14	90,5	1,32	169,5	1,53	305,2	1,77	560,2	2,04	747,4	2,18	1048,5	2,37	1422,5	2,54	1906,2	2,72	3084,3	3,05
7,0	29,5	1,07	53,2	1,23	97,9	1,43	183,4	1,66	330,1	1,91	605,8	2,21	808,3	2,36	1133,8	2,56	1538,1	2,75	2061,0	2,94	3334,5	3,30
8,0	31,6	1,14	57,0	1,32	104,8	1,53	196,4	1,78	353,3	2,05	648,3	2,36	865,0	2,53	1213,2	2,74	1645,8	2,94	2205,1	3,15	3567,3	3,53
9,0	33,6	1,22	60,5	1,40	111,3	1,62	208,5	1,89	375,1	2,17	688,3	2,51	918,2	2,68	1287,8	2,91	1746,9	3,12	2340,5	3,34	3786,1	3,74
10,0	35,5	1,28	63,9	1,48	117,5	1,71	220,0	1,99	395,7	2,29	726,1	2,64	968,6	2,83	1358,4	3,07	1842,5	3,29	2468,5	3,53	3993,0	3,95
11,0	37,2	1,35	67,1	1,55	123,3	1,80	230,9	2,09	415,4	2,40	762,0	2,78	1016,5	2,97	1425,5	3,22	1933,5	3,46	2590,3	3,70	4189,8	4,14
12,0	38,9	1,41	70,1	1,62	128,9	1,88	241,4	2,19	434,1	2,51	796,3	2,90	1062,2	3,10	1489,6	3,36	2020,4	3,61	2706,7	3,87	4377,8	4,33
13,0	40,6	1,47	73,0	1,69	134,3	1,96	251,4	2,28	452,1	2,62	829,3	3,02	1106,1	3,23	1551,2	3,50	2103,8	3,76	2818,3	4,03	4558,2	4,51
14,0	42,1	1,52	75,8	1,76	139,4	2,03	261,0	2,36	469,4	2,72	861,0	3,14	1148,4	3,36	1610,3	3,63	2184,0	3,90	2925,7	4,18	4731,7	4,68
15,0	43,7	1,58	78,6	1,82	144,4	2,11	270,3	2,45	486,1	2,81	891,6	3,25	1189,2	3,48	1667,5	3,76	2261,4	4,04	3029,3	4,33	4899,2	4,84
16,0	45,1	1,63	81,2	1,88	149,2	2,18	279,3	2,53	502,3	2,91	921,1	3,36	1228,6	3,59	1722,7	3,89	2336,3	4,18	3129,6	4,47	5061,1	5,00
17,0	46,5	1,68	83,7	1,94	153,9	2,25	288,1	2,61	517,9	3,00	949,8	3,46	1266,8	3,70	1776,3	4,01	2408,8	4,31	3226,7	4,61	5218,1	5,16
18,0	47,9	1,73	86,2	2,00	158,4	2,31	296,5	2,68	533,1	3,09	977,6	3,56	1303,9	3,81	1828,2	4,13	2479,3	4,43	3321,1	4,75	5370,6	5,31
19,0	49,3	1,78	88,6	2,05	162,9	2,38	304,8	2,76	547,9	3,17	1004,7	3,66	1340,0	3,92	1878,8	4,24	2547,8	4,55	3412,8	4,88	5518,8	5,45
20,0	50,6	1,83	91,0	2,11	167,2	2,44	312,8	2,83	562,3	3,26	1031,1	3,76	1375,2	4,02	1928,1	4,35	2614,6	4,67	3502,2	5,00	5663,2	5,60
21,0	51,8	1,88	93,2	2,16	171,3	2,50	320,6	2,90	576,4	3,34	1056,8	3,85	1409,4	4,12	1976,1	4,46	2679,7	4,79	3589,4	5,13	5804,1	5,74
22,0	53,1	1,92	95,5	2,21	175,4	2,56	328,3	2,97	590,1	3,42	1081,9	3,94	1442,9	4,22	2023,0	4,57	2743,3	4,90	3674,5	5,25	5941,6	5,87
23,0	54,3	1,96	97,6	2,26	179,4	2,62	335,7	3,04	603,5	3,49	1106,5	4,03	1475,6	4,31	2068,9	4,67	2805,4	5,01	3757,7	5,37	6076,0	6,01
24,0	55,5	2,01	99,8	2,31	183,4	2,68	343,1	3,11	616,6	3,57	1130,5	4,12	1507,7	4,41	2113,7	4,77	2866,2	5,12	3839,1	5,49	6207,6	6,14
25,0	56,6	2,05	101,9	2,36	187,2	2,73	350,2	3,17	629,5	3,64	1154,1	4,20	1539,0	4,50	2157,7	4,87	2925,8	5,23	3918,8	5,60	6336,4	6,26
26,0	57,8	2,09	103,9	2,41	190,9	2,79	357,2	3,23	642,1	3,72	1177,1	4,29	1569,8	4,59	2200,8	4,97	2984,2	5,33	3997,0	5,71	6462,7	6,39
27,0	58,9	2,13	105,9	2,45	194,6	2,84	364,1	3,30	654,5	3,79	1199,8	4,37	1599,9	4,68	2243,0	5,06	3041,4	5,44	4073,7	5,82	6586,6	6,51
28,0	60,0	2,17	107,9	2,50	198,2	2,89	370,9	3,36	666,6	3,86	1222,0	4,45	1629,5	4,76	2284,5	5,16	3097,7	5,54	4148,9	5,93	6708,2	6,63
29,0	61,1	2,21	109,8	2,55	201,8	2,94	377,5	3,42	678,5	3,93	1243,8	4,53	1658,6	4,85	2325,2	5,25	3152,9	5,64	4222,8	6,03	6827,6	6,75
30,0	62,2	2,25	111,8	2,59	205,3	3,00	384,0	3,48	690,2	4,00	1265,2	4,61	1687,2	4,93	2365,3	5,34	3207,2	5,73	4295,5	6,14	6945,0	6,86
32,0	64,2	2,32	115,5	2,68	212,1	3,10	396,8	3,59	713,1	4,13	1307,1	4,76	1743,0	5,09	2443,4	5,51	3313,1	5,92	4437,3	6,34	7174,1	7,09
34,0	66,2	2,40	119,1	2,76	218,7	3,19	409,1	3,70	735,2	4,26	1347,6	4,91	1797,0	5,25	2519,2	5,69	3415,7	6,11	4574,7	6,54	7396,2	7,31
36,0	68,2	2,47	122,6	2,84	225,1	3,29	421,1	3,81	756,7	4,38	1387,0	5,05	1849,5	5,41	2592,7	5,85	3515,4	6,28	4708,2	6,73	7611,8	7,52
38,0	70,1	2,54	126,0	2,92	231,4	3,38	432,8	3,92	777,7	4,50	1425,3	5,19	1900,6	5,56	2664,3	6,01	3612,3	6,46	4837,9	6,91	7821,5	7,73
40,0	71,9	2,60	129,3	3,00	237,5	3,46	444,1	4,02	798,0	4,62	1462,6	5,33	1950,3	5,70	2733,9	6,17	3706,7	6,63	4964,4	7,09	8025,7	7,93
44,0	75,5	2,73	135,7	3,14	249,2	3,64	466,0	4,22	837,3	4,85	1534,6	5,59	2046,2	5,98	2868,2	6,47	3888,8	6,95	5208,0	7,44	8419,5	8,32
48,0	78,9	2,85	141,8	3,29	260,4	3,80	486,9	4,41	874,8	5,06	1603,3	5,84	2137,8	6,25	2996,6	6,76	4062,7	7,26	5440,9	7,77	8795,6	8,69
52,0	82,2	2,97	147,6	3,42	271,1	3,96	507,0	4,59	910,9	5,27	1669,2	6,08	2225,6	6,51	3119,6	7,04	4229,5	7,56	5664,2	8,09	9156,5	9,05
56,0	85,3	3,09	153,3	3,55	281,5	4,11	526,3	4,77	945,5	5,47	1732,6	6,31	2310,1	6,75	3238,1	7,31	4390,0	7,85	5879,1	8,40	9503,7	9,39
60,0	88,3	3,20	158,7	3,68	291,4	4,25	544,9	4,93	978,9	5,67	1793,8	6,53	2391,7	6,99	3352,4	7,57	4544,9	8,12	6086,4	8,70	9838,7	9,72
70,0	95,5	3,45	171,6	3,98	315,0	4,60	588,9	5,33	1057,9	6,12	1938,4	7,06	2584,4	7,55	3622,4	8,18	4910,8	8,78	6576,3	9,40	10630,3	10,51
80,0	102,2	3,70	183,5	4,25	336,9	4,92	629,9	5,70	1131,4	6,55	2073,0	7,55	2763,8	8,08	3873,7	8,74	5251,5	9,39	7032,4	10,05	11367,1	11,23
90,0	108,4	3,92	194,8	4,51	357,5	5,22	668,4	6,05	1200,5	6,95	2199,4	8,01	2932,3	8,57	4109,8	9,28	5571,4	9,96	7460,7	10,66	12059,2	11,92
100,0	114,3	4,14	205,4	4,76	377,0	5,50	704,8	6,38	1265,8	7,33	2319,0	8,45	3091,7	9,04	4333,1	9,78	5874,0	10,50	7865,8	11,24	12713,7	12,57
120,0	125,4	4,54	225,2	5,22	413,3	6,03	772,4	6,99	1387,3	8,03	2541,4	9,26	3388,1	9,90	4748,4	10,72	6436,8	11,51	8619,3	12,32	13931,1	13,77
140,0	135,5	4,90	243,3	5,64	446,6	6,52	834,7	7,56	1499,0	8,68	2745,9	10,00	3660,7	10,70	5130,3	11,58	6954,4	12,43	9312,2	13,31	15050,7	14,88
160,0	144,9	5,24	260,3	6,03	477,6	6,97	892,6	8,08	1603,0	9,28	2936,3	10,70	3914,4	11,44	5485,8	12,38	7436,2	13,29	9957,2	14,23	16092,7	15,91

Tabella delle velocità medie (V = m/s), delle portate (Q = l/s) in funzione della pendenza J (m/km) dell'acqua per tubi di PVC-U AlveHol con parete strutturata rigidità SN8 secondo norma UNI EN 13476 (Formula di Prandtl-Colebrook).

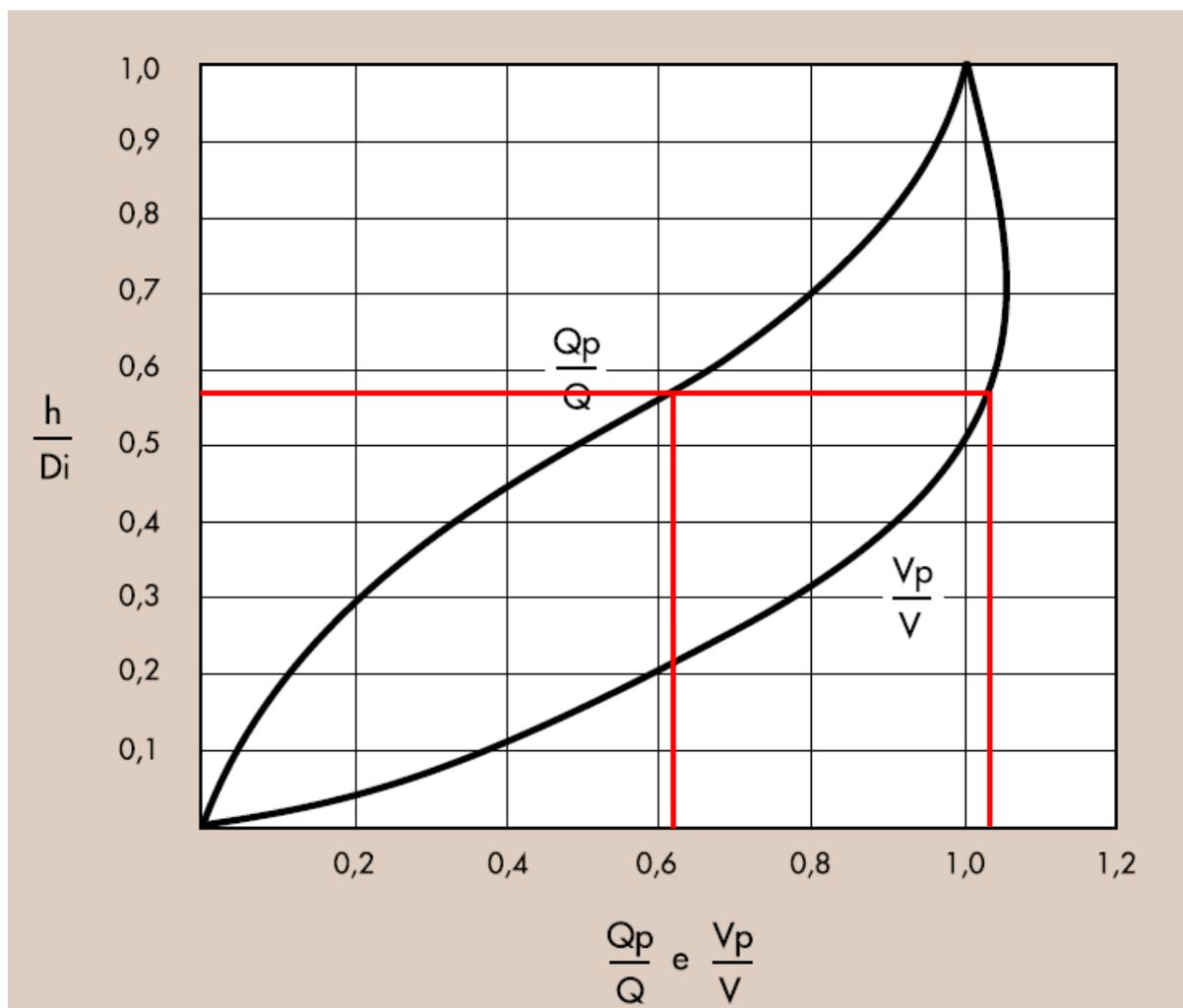
## Coefficiente di adeguamento in caso di riempimenti parziali

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,001	0,023	0,17
0,002	0,032	0,21
0,003	0,038	0,24
0,004	0,044	0,26
0,005	0,049	0,28
0,006	0,053	0,29
0,007	0,057	0,30
0,008	0,061	0,32
0,009	0,065	0,33
0,010	0,068	0,34
0,011	0,071	0,35
0,012	0,074	0,36
0,013	0,077	0,37
0,014	0,080	0,38
0,015	0,083	0,38
0,016	0,086	0,39
0,017	0,088	0,39
0,018	0,091	0,40
0,019	0,093	0,41
0,020	0,095	0,41
0,021	0,098	0,42
0,022	0,100	0,42
0,023	0,102	0,43
0,024	0,104	0,43
0,025	0,106	0,44
0,026	0,108	0,45
0,027	0,110	0,45
0,028	0,112	0,45
0,029	0,114	0,46
0,030	0,116	0,46
0,031	0,118	0,47
0,032	0,120	0,47
0,033	0,122	0,48
0,034	0,123	0,48
0,035	0,125	0,48
0,036	0,127	0,49
0,037	0,129	0,49
0,038	0,130	0,50
0,039	0,132	0,50
0,040	0,134	0,50
0,041	0,135	0,51
0,042	0,137	0,51
0,043	0,138	0,51
0,044	0,140	0,52
0,045	0,141	0,52
0,046	0,143	0,52
0,047	0,145	0,53
0,048	0,146	0,53
0,049	0,148	0,53
0,050	0,149	0,54
0,051	0,151	0,54
0,052	0,152	0,54
0,053	0,153	0,55
0,054	0,155	0,55
0,055	0,156	0,55

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,056	0,158	0,55
0,057	0,159	0,56
0,058	0,160	0,56
0,059	0,162	0,56
0,060	0,163	0,57
0,061	0,164	0,57
0,062	0,166	0,57
0,063	0,167	0,57
0,064	0,168	0,58
0,065	0,170	0,58
0,066	0,171	0,58
0,067	0,172	0,58
0,068	0,174	0,59
0,069	0,175	0,59
0,070	0,176	0,59
0,071	0,177	0,59
0,072	0,179	0,59
0,073	0,180	0,60
0,074	0,181	0,60
0,075	0,182	0,60
0,076	0,183	0,60
0,077	0,185	0,61
0,078	0,186	0,61
0,079	0,187	0,61
0,080	0,188	0,61
0,081	0,189	0,62
0,082	0,191	0,62
0,083	0,192	0,62
0,084	0,193	0,62
0,085	0,194	0,62
0,086	0,195	0,63
0,087	0,196	0,63
0,088	0,197	0,63
0,089	0,199	0,63
0,090	0,200	1,05
0,091	0,201	0,64
0,092	0,202	0,64
0,093	0,203	0,64
0,094	0,204	0,64
0,095	0,205	0,64
0,096	0,206	0,65
0,097	0,207	0,65
0,098	0,208	0,65
0,099	0,210	0,65
0,100	0,211	0,65
0,105	0,216	0,66
0,110	0,221	0,67
0,115	0,226	0,68
0,120	0,231	0,69
0,125	0,236	0,69
0,130	0,241	0,70
0,135	0,245	0,71
0,140	0,250	0,72
0,145	0,254	0,72
0,150	0,259	0,73

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,155	0,263	0,74
0,160	0,268	0,74
0,165	0,272	0,75
0,170	0,276	0,76
0,175	0,281	0,76
0,180	0,285	0,77
0,185	0,289	0,77
0,190	0,293	0,78
0,195	0,297	0,78
0,200	0,301	0,79
0,210	0,309	0,80
0,220	0,316	0,81
0,230	0,324	0,82
0,240	0,331	0,83
0,250	0,339	0,84
0,260	0,346	0,85
0,270	0,353	0,86
0,280	0,360	0,86
0,290	0,367	0,87
0,300	0,374	0,88
0,310	0,381	0,89
0,320	0,387	0,89
0,330	0,394	0,90
0,340	0,401	0,91
0,350	0,407	0,92
0,360	0,414	0,92
0,370	0,420	0,93
0,380	0,426	0,93
0,390	0,433	0,94
0,400	0,439	0,95
0,410	0,445	0,95
0,420	0,451	0,96
0,430	0,458	0,96
0,440	0,464	0,97
0,450	0,470	0,97
0,460	0,476	0,98
0,470	0,482	0,99
0,480	0,488	0,99
0,490	0,494	1,00
0,500	0,500	1,00
0,510	0,506	1,00
0,520	0,512	1,01
0,530	0,519	1,02
0,540	0,525	1,02
0,550	0,531	1,02
0,560	0,537	1,03
0,570	0,543	1,03
0,580	0,550	1,03
0,590	0,560	1,04
0,600	0,562	1,04
0,610	0,568	1,04
0,620	0,575	1,05
0,630	0,581	1,05
0,640	0,587	1,05
0,650	0,594	1,06

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,660	0,600	1,06
0,670	0,607	1,06
0,680	0,613	1,06
0,690	0,620	1,06
0,700	0,626	1,06
0,710	0,633	1,06
0,720	0,646	1,07
0,730	0,646	1,07
0,740	0,653	1,07
0,750	0,660	1,07
0,760	0,667	1,07
0,770	0,675	1,07
0,780	0,682	1,07
0,790	0,689	1,07
0,800	0,697	1,07
0,805	0,701	1,08
0,810	0,705	1,08
0,815	0,709	1,08
0,820	0,713	1,08
0,825	0,717	1,08
0,830	0,721	1,08
0,835	0,725	1,08
0,840	0,729	1,07
0,845	0,734	1,07
0,850	0,738	1,07
0,855	0,742	1,07
0,860	0,747	1,07
0,865	0,751	1,07
0,870	0,756	1,07
0,875	0,761	1,07
0,880	0,766	1,07
0,885	0,770	1,07
0,890	0,775	1,07
0,895	0,781	1,07
0,900	0,786	1,07
0,905	0,791	1,07
0,910	0,797	1,07
0,915	0,802	1,06
0,920	0,808	1,06
0,925	0,814	1,06
0,930	0,821	1,06
0,935	0,827	1,06
0,940	0,834	1,05
0,945	0,841	1,05
0,950	0,849	1,05
0,955	0,856	1,05
0,960	0,865	1,04
0,965	0,874	1,04
0,970	0,883	1,04
0,975	0,894	1,03
0,980	0,905	1,03
0,985	0,919	1,02
0,990	0,935	1,02
0,995	0,955	1,01
1,000	1,000	1,00



## **5. CONCLUSIONI**

Le tubazioni di progetto sono adeguate alle esigenze idrauliche prese in considerazione, sia per quanto riguarda le acque nere sia per quelle meteoriche.

Ardesio (Bg), 2 marzo 2021

Il professionista

Ing. Emilio NICOLI