

Comune di Varisella
Provincia di Torino

RIQUALIFICAZIONE DI SPAZIO PUBBLICO DA
DESTINARE AD AREA MERCATALE

Via Don Giocondo Cabodi

D.G.R. 21-6840 del 19-12-2013

Programmazione 2013-14 - Misura 1 - Riqualificazione di spazi pubblici destinati o da
destinarsi ad aree mercatali (DD_704-2013)

Progetto esecutivo

Impianto idrosanitario e fognario
Relazione specialistica e di calcolo

PROGETTISTA



STUDIO TECNICO ASSOCIATO

Arch. Roberta Maggio

Ing. Fabio Sessa

Arch. Valeria Spada

Via Maggiovetto, 11 – 10010 Bairo (TO)

tel. +39 0124 570455 – fax +39 0124 570211 – mail info@playprogetti.it

DATA: nov 2014 - Rev.01 feb 2015

SCALA: 1:50 -1:100

E' vietata qualsiasi riproduzione non autorizzata.

ELABORATO

ID1

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DIMENSIONAMENTO

Sommario

1. IMPIANTO SCARICHI FOGNARI	2
1.1. Dimensionamento dei sifoni degli apparecchi	2
1.2. Dimensionamento della diramazione di scarico	3
1.3. Dimensionamento delle colonne di scarico con sistema di ventilazione primaria	6
1.4. La ventilazione	10
1.5. Attraversamento dei muri perimetrali della costruzione	11
1.6. Posa interrata delle condotte	11
2. IMPIANTO SCARICHI ACQUE BIANCHE	13
2.1. Premessa	13
2.2. Descrizione dello stato attuale e delle opere in progetto	13
2.3. Caratteristiche dei sistemi di smaltimento in progetto	13
2.3.1 Fognature bianche	13
2.3.2 Fognolo nero	14
2.4. Dimensionamenti	14
2.4.1 Fognature bianche	14
2.4.2 Fognolo nero	35
2.5. Verifiche allo schiacciamento	39
2.5.1 Fogna bianca	39
2.5.2 Fogna nera	41
2.6. ACCETTABILITA' DEI SISTEMI RICEVENTI	42
3. IMPIANTO IDRICO	48
3.1 Allacciamento acqua fredda	48
3.2 Schema distributivo	48
3.3 Portate nominali	50
3.4 Portate di progetto	51
3.5 Pressione dell'acquedotto	53
3.6 Pressione di progetto	53
3.7 Carico unitario lineare	53
3.8 Velocità massime consentite	54
3.9 Metodo di dimensionamento dei tubi delle reti idriche	55

1. IMPIANTO SCARICHI FOGNARI


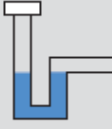
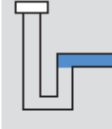
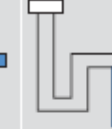

1.1. Dimensionamento dei sifoni degli apparecchi

Nella seguente tabella sono riportati i diametri minimi da assegnare a piletta e sifone, al tratto d'allacciamento orizzontale (cannotto) al tratto verticale ed alla eventuale ventilazione secondaria, per gli apparecchi idrosanitari.

Dalla sottoelencata tabella è stato dedotto, per ciascun apparecchio, il dato afferente all'unità di scarico:

Tipi di apparecchi idrosanitari	Unità di scarico DU in l/s
- orinatoio a console o parete (per persone)	0,2
- lavamani, lavabo - bidet - orinatoio	0,5
- piatto doccia	0,6
- vasca da bagno - lavaggio da cucina semplice e doppio - lavastoviglie domestica - lavatore per lavanderia - lavatrice fino a 6 kg - pozzetto a pavimento con uscita 50	0,8
- pozzetto a pavimento con uscita 63	1,0
- vasca da bagno idromassaggio - lavatrice da 7 kg a 12 kg - pozzetto a pavimento con uscita 75	1,5
- WC con scarico 5 l	2,0
- WC con scarico 11 l - vuotabac	2,5

Con il dato sopradedito, si entra nella seguente tabella:

Intensità di scarico Q	Piletta	Sifone	Cannotto	Scarico*	Ventilazione secondaria
					
	1	2	3	4	5
l/s	d mm	d mm	d mm	d mm	d mm
0,2	25 1"	25	32	40	25
0,5/0,6	32 1 1/4"	32	40	50	25
0,8/1,0	40 1 1/2"	32	50	63	32
1,5	50 2"	40	63	75	32
2,0		80	90	90	40
2,5		90	100	110	40

* Tratto d'allacciamento alla colonna

E così viene determinato il diametro corretto dei sifoni degli apparecchi sanitari.

1.2. Dimensionamento della diramazione di scarico

Per dimensionare correttamente la diramazione (tratto di collegamento orizzontale alla colonna di scarico) occorre conoscere l'intensità di scarico totale Q_t (l/s) ottenuta sommando le unità di scarico DU dei singoli apparecchi sanitari presenti. La norma UNI EN 12056-2 definisce per ogni tipo di apparecchio una precisa intensità di scarico $Q_t = (DU)$, che è riportata nella tabella 1 seguente:

TAB. 1 PORTATE NOMINALI DI SCARICO	
Apparecchi	portata nominale [l/s]
Lavabo	0,50
Lavabo a canale (3 rubinetti)	0,75
Lavabo a canale (6 rubinetti)	1,00
Bidet	0,50
Vaso a cassetta	2,50
Vaso con passo rapido	2,50
Vaso con flussometro	2,50
Vasca da bagno	1,00
Vasca terapeutica	1,50
Doccia	0,50
Lavello da cucina	1,00
Lavatrice	1,20
Lavastoviglie	1,00
Orinatoio comandato	1,00
Orinatoio continuo	0,50
Vuotatoio con cassetta	2,50
Sifone a pavimento DN 63	1,00
Sifone a pavimento DN 75	1,50
Sifone a pavimento DN 90/110	2,50

Di fondamentale importanza per il corretto dimensionamento dell'impianto è altresì la riduzione dell'intensità totale Q_t tenendo in considerazione la probabile contemporaneità di scarico degli apparecchi.

Essa non dipende dalla natura dell'apparecchio allacciato bensì dal probabile utilizzo da parte dell'utenza, che è sensibilmente diversa se l'impianto è situato in un'abitazione, in un hotel o in un ospedale. In pratica la contemporaneità è una misura della probabilità che due o più apparecchi, allacciati ad un'unica condotta, scarichino contemporaneamente.

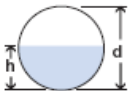
Per determinare l'intensità ridotta Q_r , cioè la probabile intensità contemporanea, avendo calcolato precedentemente Q_t , si applicano le seguenti formule:

Centri sportivi, bagni pubblici

$$Q_r = 1 \sqrt[3]{(Q_t)}$$

Tale dato è da considerarsi come “elevata contemporaneità di utilizzo”.

dimensionamento dei collettori di diramazione

 $h/d=0,5$	pendenze in %				
	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%
ϕ mm	portata Q in l/s				
34/40*	0,11	0,15	0,19	0,22	0,24
44/50*	0,21	0,30	0,37	0,43	0,48
57/63*	0,43	0,61	0,75	0,87	0,98
69/75*	0,72	1,03	1,26	1,46	1,64
83/90**	1,05	1,53	1,88	2,18	2,44
101/110***	1,95	2,79	3,42	3,96	4,43

* solo per scarichi senza WC.

** con allacciamento max. 2 WC da 6 l e 2 spostamenti a 45°

*** con allacciamento max. 6 WC e 3 spostamenti a 45°

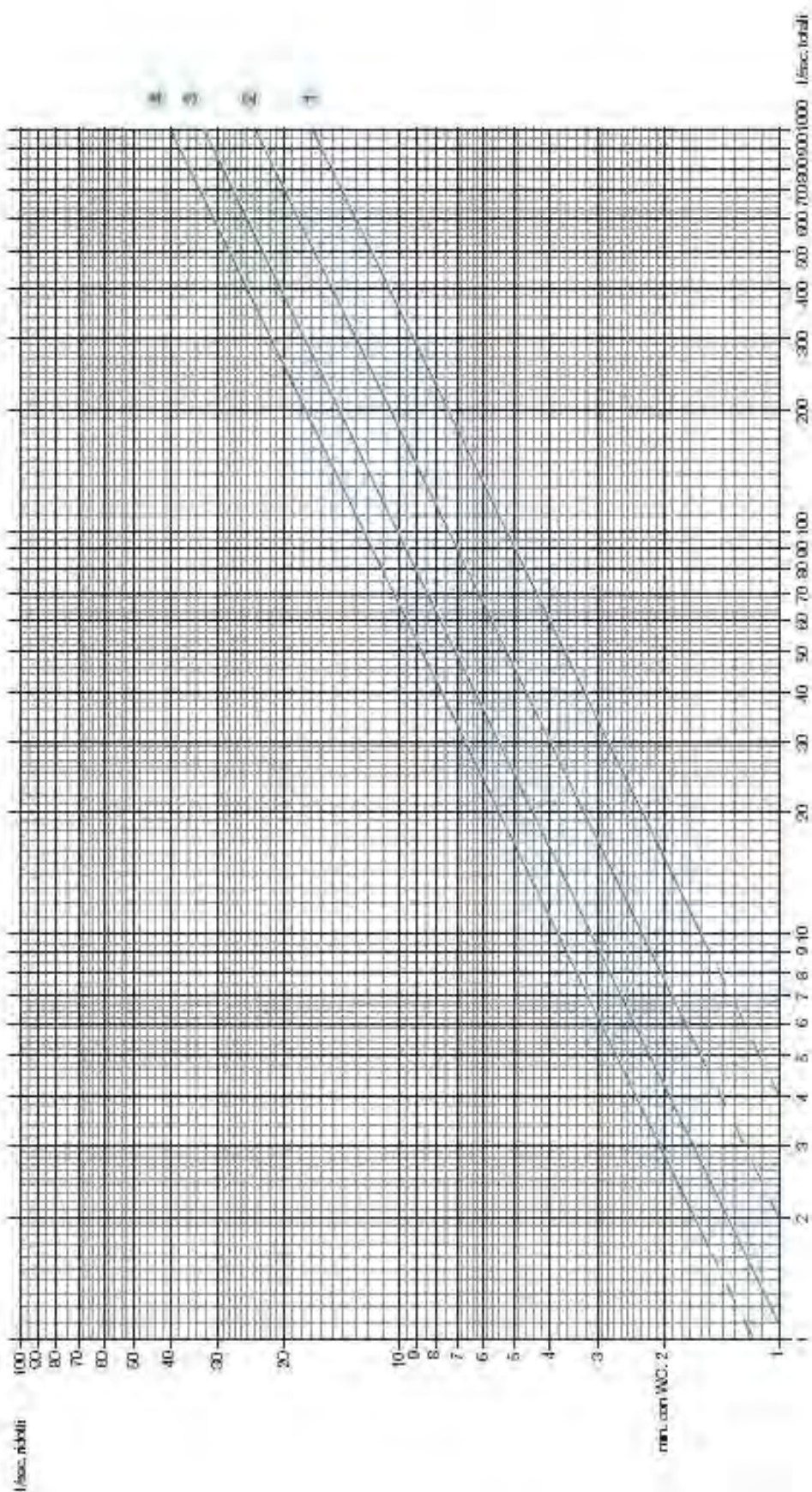
Il terzo fattore necessario per permettere di procedere nel dimensionamento riguarda la pendenza del collettore di diramazione che trasporta le acque reflue fino alla colonna di scarico, per i quali si considera un riempimento ($h/d=0.7$) pari al 70% e si raccomanda laddove possibile, una pendenza minima del 1%. Definita la pendenza e calcolata l'intensità Q_r , grazie alla tabella sottoriportata è infatti possibile definire il diametro della diramazione, per la quale la portata deve essere maggiore o uguale all'intensità Q_r .

Nella pagina seguente è riportato il diagramma per la determinazione del coefficiente riduttivo della portata.

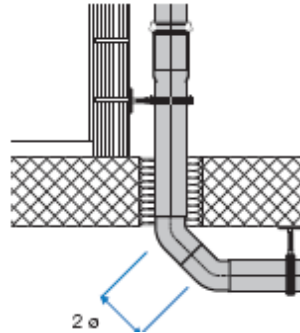
Tabella riduttiva per la contemporaneità

1. Appartamenti e uffici (carichi variabili per tempo breve)
2. Ristoranti, hotel, ospedali e scuole
3. Centri sportivi
4. Laboratori e industrie (carico costante per tempo lungo)

$$\begin{aligned} Q_r [l/s] &= 0,5 \sqrt{Q_t [l/s]} \\ Q_r [l/s] &= 0,7 \sqrt{Q_t [l/s]} \\ Q_r [l/s] &= 1,0 \sqrt{Q_t [l/s]} \\ Q_r [l/s] &= 1,2 \sqrt{Q_t [l/s]} \end{aligned}$$



Nel progetto eseguito si contempla che la distribuzione sia eseguita all'intradosso del solaio (nel vespaio) e pertanto l'uscita dallo stesso dovrà essere raccordata al collettore di raccolta mediante due curve a 45°. Uno spostamento con due curve a 45°, con interposto un tratto intermedio di lunghezza $L = 2 \varnothing$, riduce la rumorosità di circa il 35%, diminuendo anche la zona di pressione.

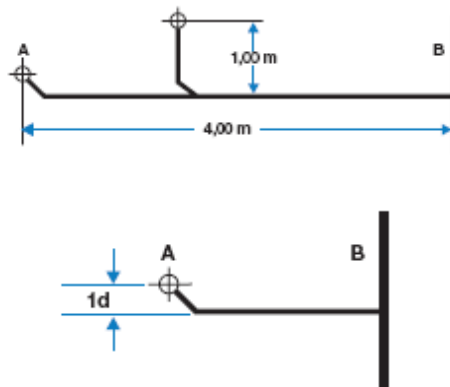


Allacciamento d'apparecchi

Regole di buona pratica (da applicarsi ove possibile):

- distanza tra curva tecnica dell'ultimo apparecchio ed immissione in colonna (tratto A-B), $< 4,00$ m.
- dislivello tra curva tecnica e la diramazione orizzontale $< 1,00$ m.
- sul tratto A-B sono ammesse al massimo 3 curve a 45° esclusa la curva tecnica.
- pendenza $> 1\%$

E' da evitare il collegamento orizzontale diretto tra l'allacciamento dell'apparecchio e la colonna di scarico, tratto A-B, dove invece deve esserci un disassamento $> 1 d$.

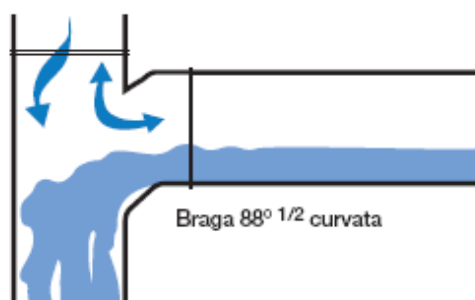


1.3. Dimensionamento delle colonne di scarico con sistema di ventilazione primaria

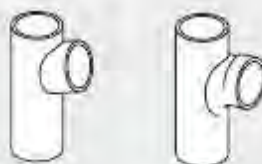
Per dimensionare le colonne di scarico, si procede in modo analogo a quanto illustrato fin qui per i collettori di diramazione, ossia si determina il carico totale della colonna mediante la somma dei valori totali d'allacciamento di tutti i servizi allacciati alla colonna stessa. Si noti anche come si applicano i criteri di riduzione relativi alla contemporaneità e si procede al dimensionamento del diametro della colonna, tenendo in considerazione il tipo di ventilazione scelto.

La scelta della braga di collegamento tra la diramazione orizzontale e la colonna verticale influenza

in modo decisivo la portata totale della geometria definita “curvata” della braga a 88,5 gradi del diametro 110 mm permetta un aumento della portata dai normali 4.2 l/s a ben 5.2 l/s.



d interno/ esterno mm	portata Q l/s con braga 88° 1/2	portata Q l/s con braga 88° 1/2 curvata
57/63*	1,3	
69/75*	2,0	
83/90*	3,0	
101/110	4,2	5,2
115/125	5,0	
147/160	10,0	
187/200	15,0	
234/250	27,0	
295/315	50,0	

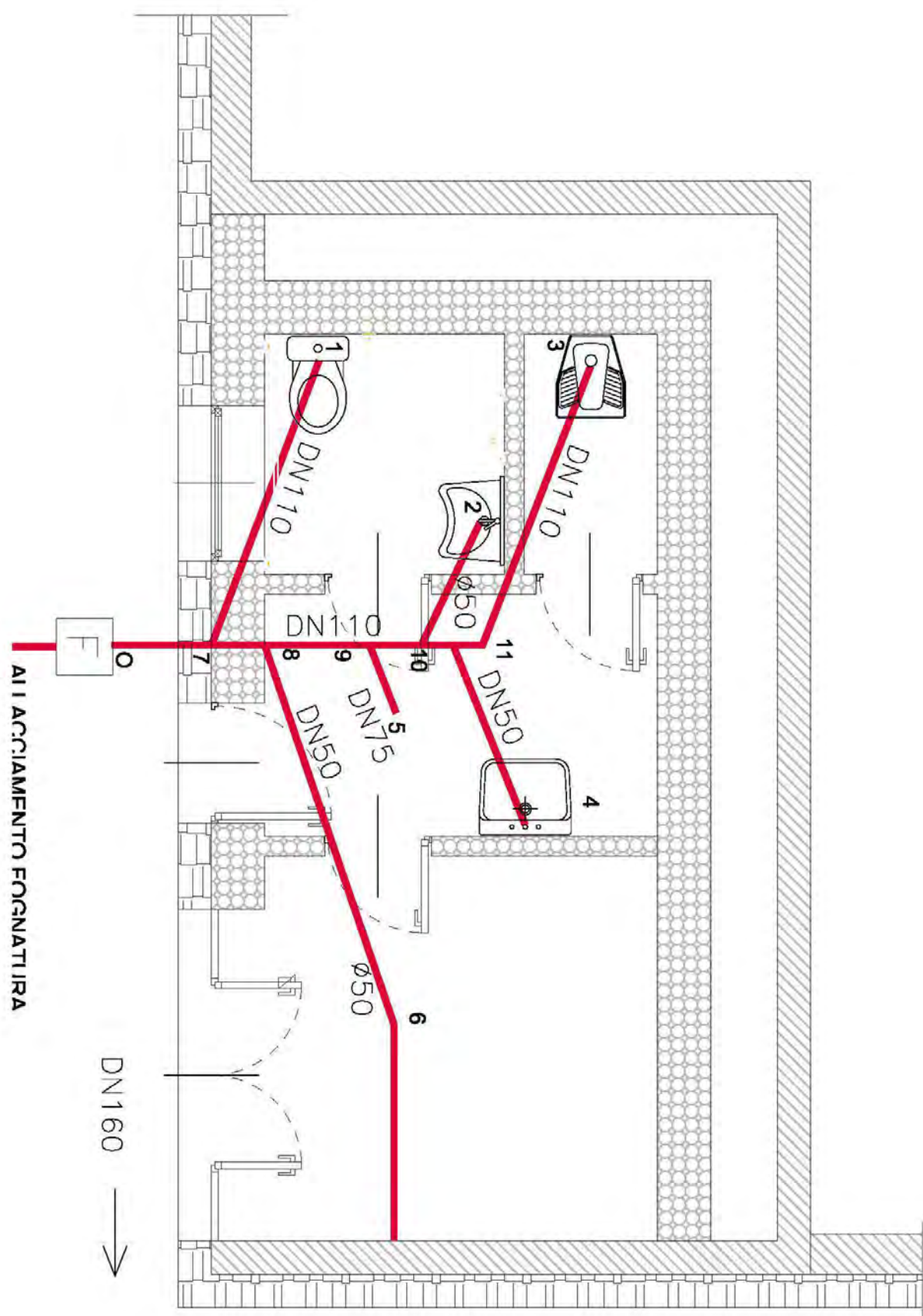


* solo per colonne senza WC

RISULTATI DEI CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO

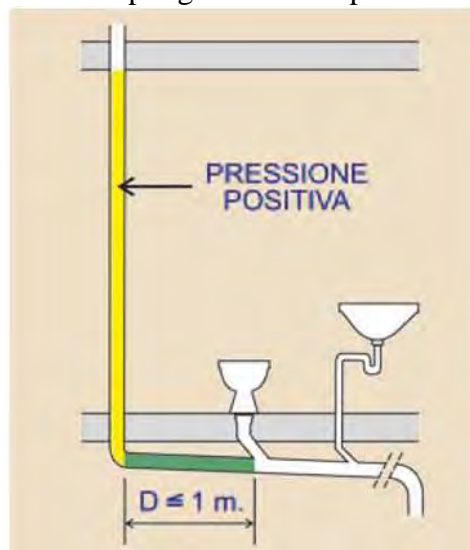
Numero utenza	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	ΣUS	Σvasi
	Lavabo	Bidet	Doccia senza tappo	Doccia con tappo	Orinatoio con cassetta	Orinatoio con valvola di cacciata	Orinatoio a parete	Vasca da bagno	Lavello da cucina	Lavastoviglie (domestica)	Lavatrice, carico max 6 kg	Lavatrice, carico max 12 kg	WC, capacità cassetta 6,0 l	WC, capacità cassetta 7,5 l	WC, capacità cassetta 9,0 l	Pozzetto a terra DN50	Pozzetto a terra DN70	Pozzetto a terra DN100		
	Portata scarico	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3	0,2	0,6	0,6	0,6	0,6	1,2	1,8	1,8	2	0,9	0,9	1,2	
Vasi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0		
1	3														2	1			5,8	2
2															1				2	1
3	1																		0,3	0
4															1				2	1
5	1																		0,3	0
6																1			0,9	0
7	1																		0,3	0

Nodo	Padre	Utenza	ID utenza o tratto	Tipo tratto	Portata nominale	Numero vasi	Diametro tubazione	Diametro tubazione	Note
11	0	1		collettore_interno_pendenza_1,0%	5,80	2,00	DN110		
1	7	2		derivazione_interna_pendenza_0,5%	2,00	1,00	DN110		
2	10	3		derivazione_interna_pendenza_2,5%	0,30	0,00	DN50		
3	11	4		derivazione_interna_pendenza_0,5%	2,00	1,00	DN110		
4	11	5		derivazione_interna_pendenza_2,5%	0,30	0,00	DN50		
5	9	6		derivazione_interna_pendenza_0,5%	0,90	0,00	DN75		
6	8	7		derivazione_interna_pendenza_2,5%	0,30	0,00	DN50		



1.4. La ventilazione

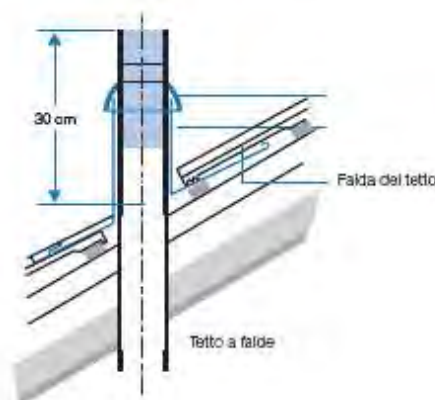
Per ventilazione di un impianto di scarico si definisce l'installazione di tubazioni che permettono il passaggio del necessario quantitativo d'aria fino all'uscita dei sifoni degli apparecchi idrosanitari, industriali e di laboratorio. Molteplici sono i sistemi per ventilare un impianto di scarico, quelli presi in considerazione in questo trattato sono i più diffusi e trovano riscontro nella norma UNI EN 12056. Un corretto dimensionamento ed un'opportuna ventilazione di un impianto di scarico esclude, generalmente, la formazione di pressioni e relative depressioni nelle condotte, evitando quindi il riempimento totale di colonne e collettori. La causa della formazione di pressione e depressione (vuoto) soprattutto nelle colonne di scarico è, dipendentemente dalla configurazione della condotta, l'acqua stessa che defluendo velocemente verso il basso (circa 10 m/sec.), spinge avanti a sé l'aria presente nella colonna e crea di conseguenza una depressione, che viene istantaneamente colmata da un risucchio più grande d'aria proveniente dalla ventilazione.



Sotto il punto d'innesto nella colonna, per l'influsso d'immissione dell'acqua defluente, si crea un vuoto, il quale per ragioni di sicurezza, non deve superare 40 mm di C.A. per 1 sec.

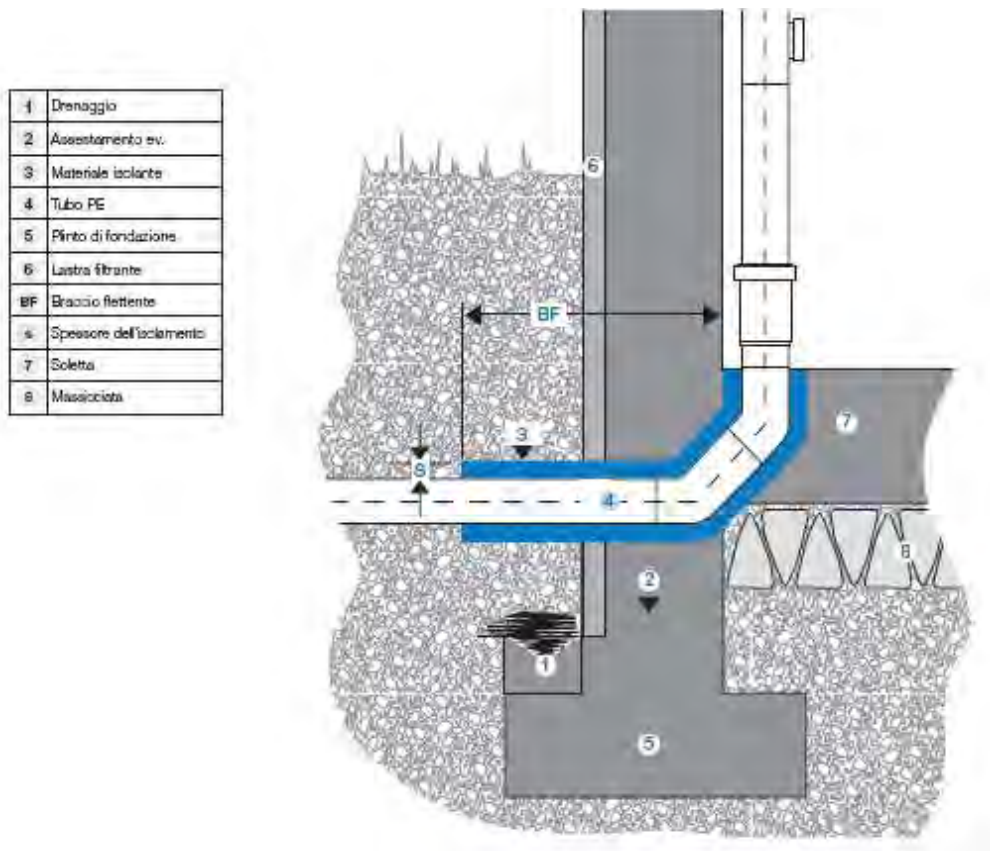
Quando l'acqua defluente incontra un cambiamento di direzione, si crea istantaneamente un ingorgo, di conseguenza una zona di pressione. I cambiamenti di direzione sono quindi ridurre al minimo indispensabile e da eseguire possibilmente con due curve a 45° , con interposto un tratto intermedio di lunghezza $L > 2 \varnothing$.

I materiali che costituiscono le condotte e le cappe di ventilazione, devono resistere alla aggressività dei gas di fognatura ed agli agenti corrosivi in generale. Le colonne e i collettori di ventilazione primaria sono da dimensionare con un diametro almeno uguale a quello della colonna di scarico. La colonna di ventilazione deve sporgere dal tetto di una misura $> 30 \text{ cm}$ e non deve presentare nessuna copertura, né dei congegni che ne diminuiscono la sezione di passaggio all'aria.



1.5. Attraversamento dei muri perimetrali della costruzione

In prossimità dell'attraversamento della condotta di scarico dei muri perimetrali della costruzione bisogna tener conto di possibili assestamenti del terreno. La condotta di scarico potrebbe essere sottoposta a notevoli sollecitazioni. Nonostante queste condizioni,



l'allacciamento deve garantire una tenuta ermetica assolutamente perfetta. Occorre quindi un materiale flessibile per la condotta tipo Geberit PE o equivalente che garantisce tutto ciò grazie alla flessibilità del materiale. È comunque buona regola realizzare un rivestimento con materiale isolante morbido secondo la regola ed il dettaglio sottostante.

La lunghezza del braccio flettente dipende dall'assestamento del terreno e dal diametro del tubo. Lunghezza $BF = 10\sqrt{A \cdot d_e}$

dove A è l'assestamento prevedibile dell'edificio in mm.

Nota: lo spessore del materiale isolante deve essere maggiore del possibile assestamento: $S > A$

1.6. Posa interrata delle condotte

Determinante per la posa della condotta nel terreno è l'appoggio nel fossato e l'adeguato riempimento.

LEGENDA

B = Basamento di almeno 10 cm

B = Basamento di almeno 10 cm

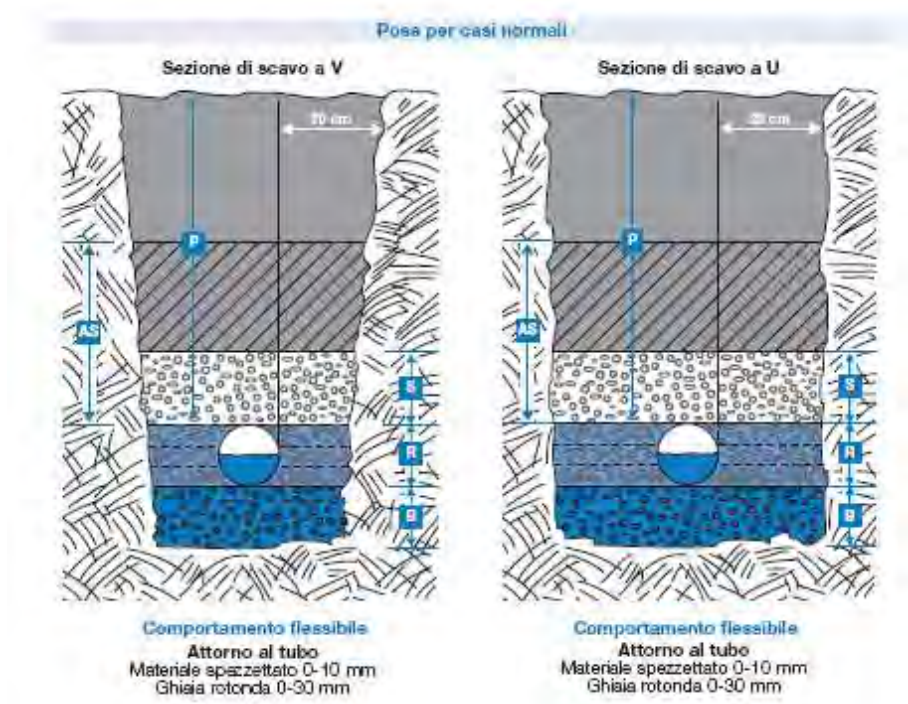
R = Riempimento laterale fino all'altezza del tubo da 20 a 40 cm con profondità da 1 a 4 m
Strato protettivo riempimento sopra il tubo e per tutta la larghezza del fossato, min. 30 cm

AS = Altezza di sicurezza con l'impiego di mezzi meccanici di riempimento:

- vibratore 1000N AS=0,40m
- rullo vibratore 3000 N AS_0,30 m
- rullo vibratore 15000 N AS = 0,50 m

P = Profondità di posa

Copertura minima:
sotto sede stradale 0,7 m, lontano dalle strade 0,5 m.



2. IMPIANTO SCARICHI ACQUE BIANCHE

2.1. Premessa

Costituisce scopo della presente relazione il calcolo della nuova rete di fognatura bianca a servizio dell'area mercatale in progetto.

Con l'occasione si procederà alla realizzazione di un fognolo nero necessario all'allacciamento dei servizi igienici.

2.2. Descrizione dello stato attuale e delle opere in progetto

Il Concentrico del Comune di Varisella dispone di una rete fognaria di tipo unitario (mista) afferente all'impianto di depurazione sito in prossimità del Ponte Baratonina.

L'area oggetto di intervento dispone però anche di una fognatura bianca che recapita su terreni naturali a valle del Municipio.

Si prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- Reticolo fognario bianco a servizio delle superfici impermeabilizzate in progetto: area mercatale e viabilità di collegamento con la via Don G. Cabodi. Il reticolo recapita in pozzetto esistente ubicato lungo la via Don G. Cabodi in prossimità dei servizi igienici dell'area mercatale,
- Fognolo nero di allacciamento dei servizi igienici dell'area mercatale, con recapito nel pozzetto del collettore unitario (misto) ubicato lungo la Via Don G. Cabodi, a valle del Municipio.

2.3. Caratteristiche dei sistemi di smaltimento in progetto

2.3.1 Fognature bianche

Il progetto prevede la posa di caditoie stradali distribuite lungo la viabilità di collegamento tra l'area mercatale e la Via Don G. Cabodi e collegate tra loro con tubazioni in PVC SN16 del diametro 200 mm, con pendenza prossima all'1%.

La tubazione di allontanamento delle acque meteoriche sarà in PVC SN16 del diametro 315 mm, con pendenza variabile intorno all'8%.

2.3.2 Fognolo nero

Il progetto prevede la posa di condotta in PVC SN16 diametro esterno 160 mm, interrata, con pendenza prossima al 4%.

2.4. Dimensionamenti

2.4.1 Fognature bianche

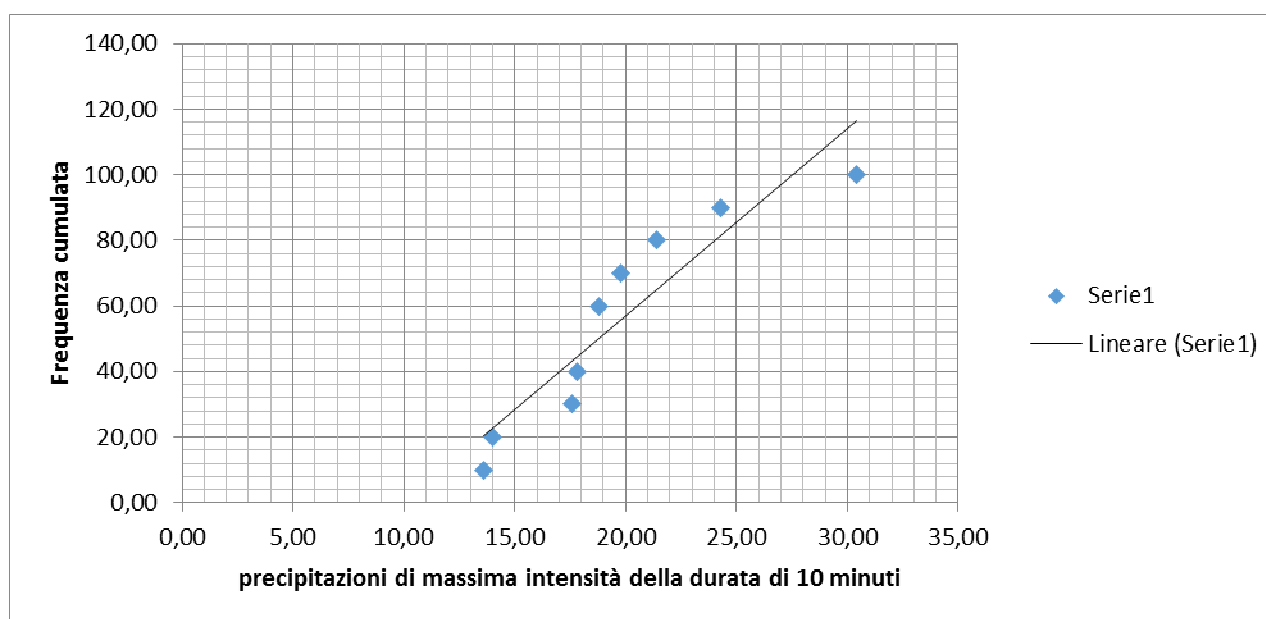
Per la valutazione dell'apporto idrico di acque bianche derivanti dal ruscellamento superficiale sull'area si è fatto riferimento ai valori massimi di precipitazione rilevati presso la stazione termopluviometrica Varisella Filiè, codice ARPA 351, ubicata a quota 615 m slm.

In allegato si riportano i dati pluviometrici rilevati dalla stazione: altezze di pioggia di massima intensità relative ad eventi di durata rispettivamente 10 minuti, 20 minuti, 30 minuti, 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore, 2 giorni, 3 giorni, 4 giorni e 5 giorni consecutivi.

Sono state elaborate le frequenze cumulate degli eventi meteorici e, per ciascun intervallo di durate dell'evento, si è determinata la retta interpolatrice di regressione dei dati pluviometrici, riportate alle pagine seguenti.

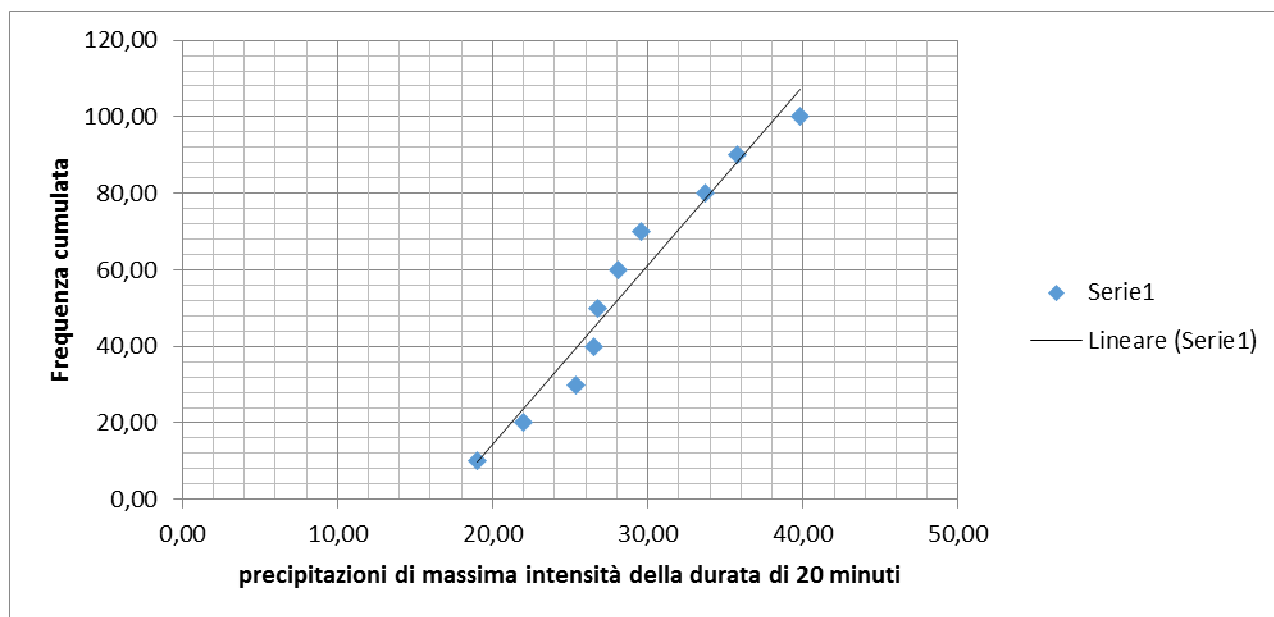
Anno	Precipitazione di massima intensità della durata di 10 minuti	Ordine delle precipitazioni di massima intensità della durata di 10 minuti	Frequenza cumulata
2000	18,8	13,60	10,00
2001	17,8	14,00	20,00
2002	13,6	17,60	30,00
2003	19,8	17,80	40,00
2004			50,00
2005	21,4	18,80	60,00
2006	30,4	19,80	70,00
2007	24,3	21,40	80,00
2008	17,6	24,30	90,00
2009	14,0	30,40	100,00

$Y = 5,697X - 56,944$
 precipitazione con
 probabilità
 del 95% per un periodo di
 ritorno di 10 anni $H = 26,67$
 mm



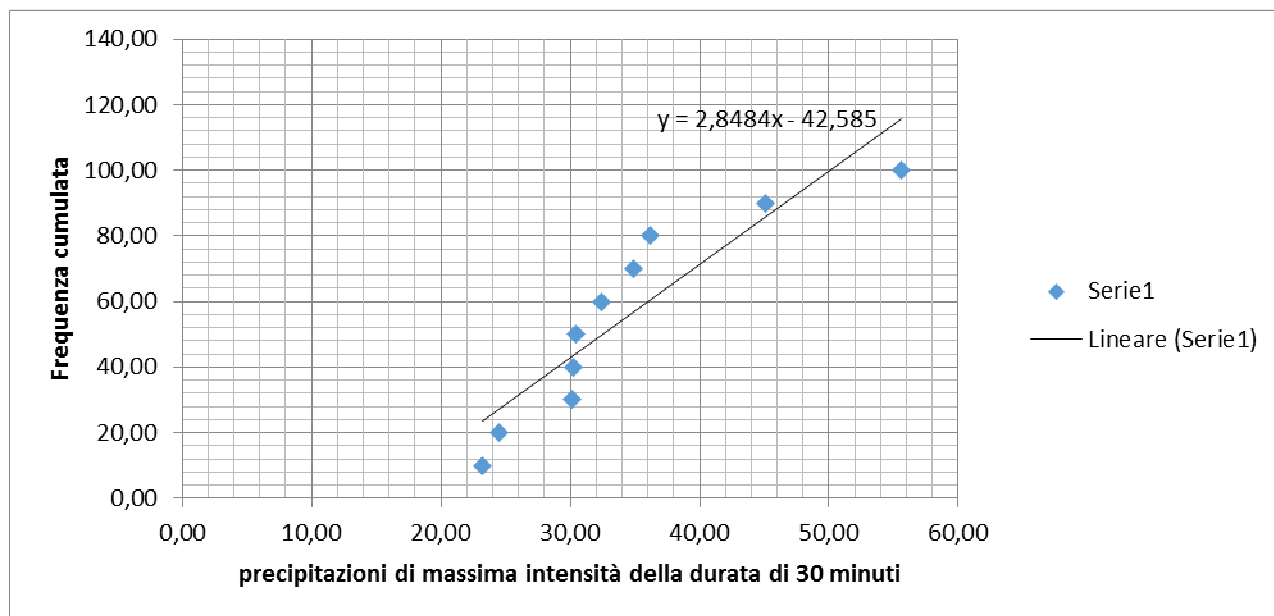
Anno	Precipitazione di massima intensità della durata di 20 minuti	Ordine delle precipitazioni di massima intensità della durata di 20 minuti	Frequenza cumulata
2000	25,4	19,00	10,00
2001	28,1	22,00	20,00
2002	22,0	25,40	30,00
2003	29,6	26,50	40,00
2004	26,5	26,80	50,00
2005	35,8	28,10	60,00
2006	33,7	29,60	70,00
2007	39,8	33,70	80,00
2008	26,8	35,80	90,00
2009	19,0	39,80	100,00

$Y = 4,690 X - 79,463$
 precipitazione con probabilità del 95% per un periodo di ritorno di 10 anni $H = 37,20$ mm



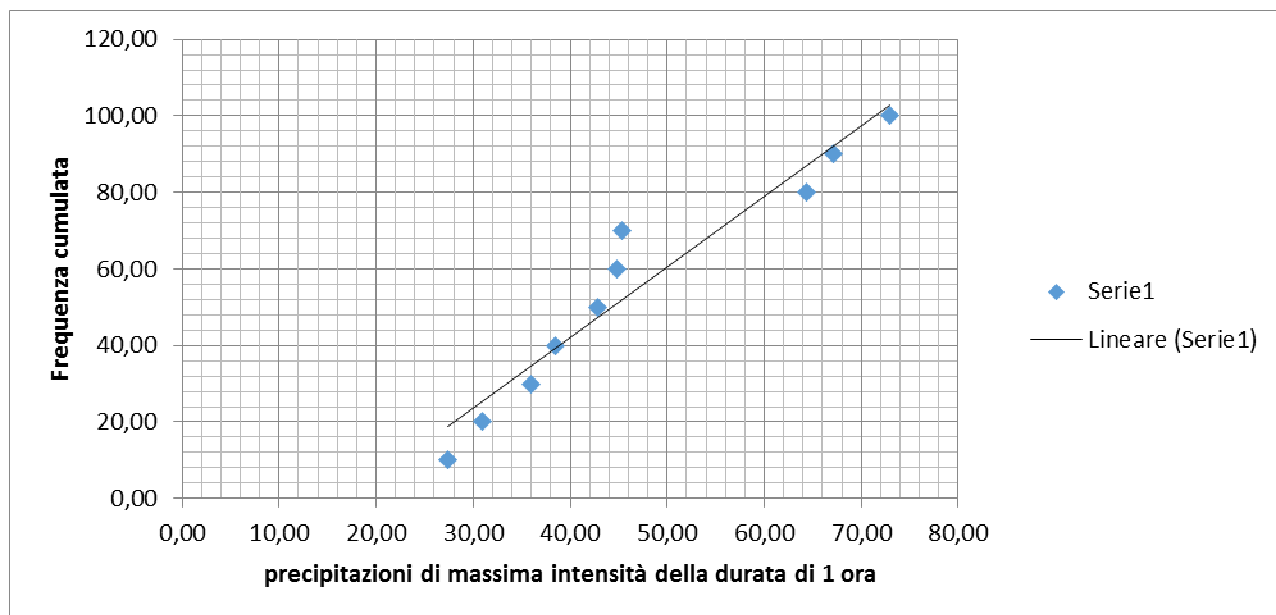
Anno	Precipitazione di massima intensità della durata di 30 minuti	Ordine delle precipitazioni di massima intensità della durata di 30 minuti	Frequenza cumulata
2000	30,1	23,20	10,00
2001	32,4	24,50	20,00
2002	24,5	30,10	30,00
2003	36,2	30,20	40,00
2004	30,2	30,40	50,00
2005	45,1	32,40	60,00
2006	34,9	34,90	70,00
2007	55,6	36,20	80,00
2008	30,4	45,10	90,00
2009	23,2	55,60	100,00

$Y = 2,848 X - 42,585$
 precipitazione con probabilità del 95% per un periodo di ritorno di 10 anni $H = 48,31$ mm



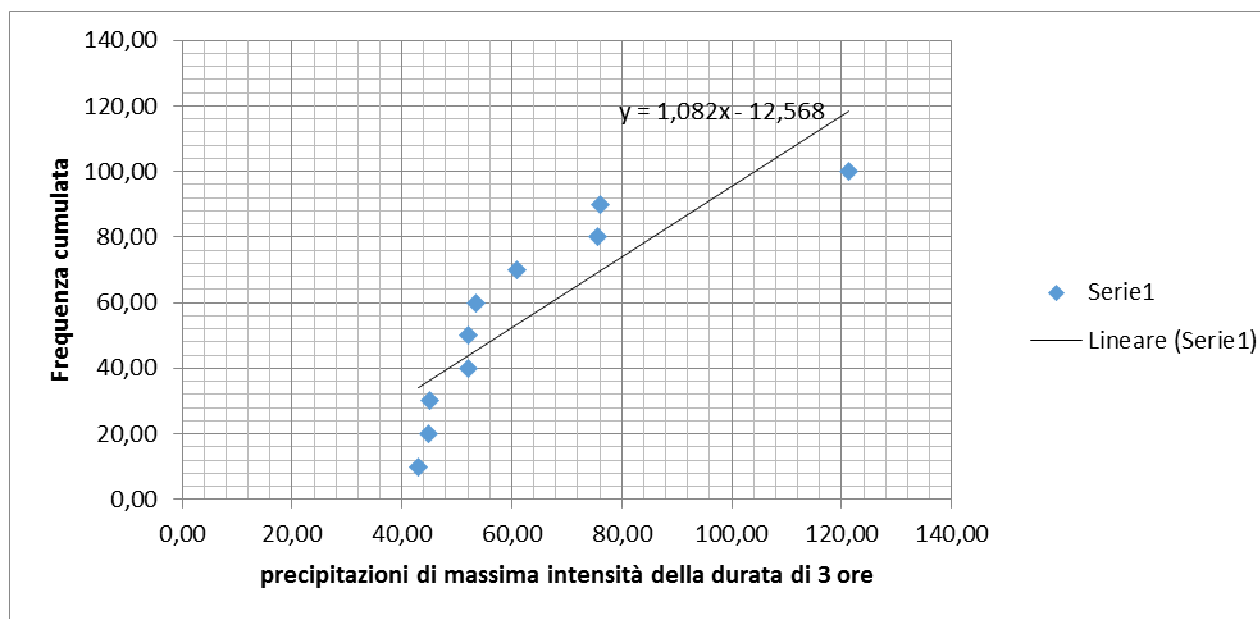
Anno	Precipitazione di massima intensità della durata di 1 ora	Ordine delle precipitazioni di massima intensità della durata di 1 ora	Frequenza cumulata
2000	44,8	27,40	10,00
2001	42,9	31,00	20,00
2002	31,0	36,00	30,00
2003	67,1	38,50	40,00
2004	45,4	42,90	50,00
2005	64,3	44,80	60,00
2006	38,5	45,40	70,00
2007	72,9	64,30	80,00
2008	36,0	67,10	90,00
2009	27,4	72,90	100,00

$Y = 1,851 X - 32,065$
 precipitazione con probabilità del 95% per un periodo di ritorno di 10 anni $H = 68,65$ mm



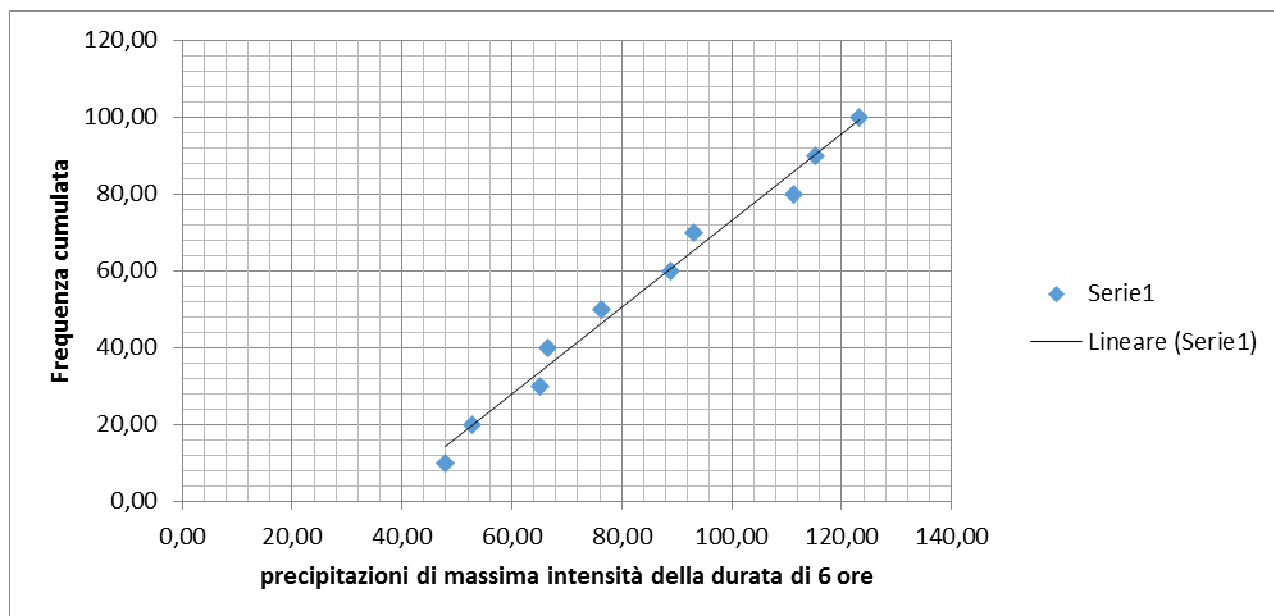
Anno	Precipitazione di massima intensità della durata di 3 ore	Ordine delle precipitazioni di massima intensità della durata di 3 ore	Frequenza cumulata
2000	61,0	43,10	10,00
2001	75,6	44,80	20,00
2002	44,8	45,00	30,00
2003	121,2	52,10	40,00
2004	53,5	52,10	50,00
2005	103,5	53,50	60,00
2006	52,1	61,00	70,00
2007	76,1	75,60	80,00
2008	43,1	76,10	90,00
2009	45,0	121,20	100,00

$Y = 1,082 X - 12,568$
 precipitazione con
 probabilità
 del 95% per un periodo di
 ritorno di 10 anni $H = 99,41$
 mm



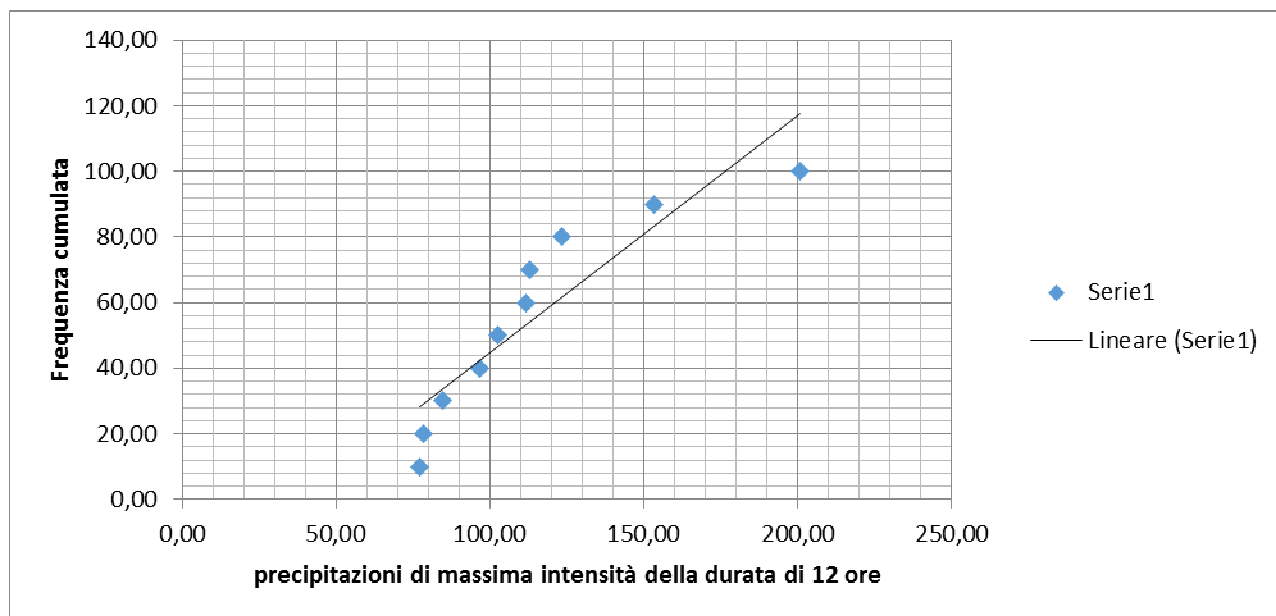
Anno	Precipitazione di massima intensità della durata di 6 ore	Ordine delle precipitazioni di massima intensità della durata di 6 ore	Frequenza cumulata
2000	115,2	48,00	10,00
2001	88,9	52,70	20,00
2002	52,7	65,20	30,00
2003	123,2	66,60	40,00
2004	65,2	76,30	50,00
2005	111,4	88,90	60,00
2006	93,1	93,10	70,00
2007	76,3	111,40	80,00
2008	66,6	115,20	90,00
2009	48,0	123,20	100,00

$Y = 1,130 X - 40,008$
 precipitazione con probabilità del 95% per un periodo di ritorno di 10 anni $H = 119,48$ mm



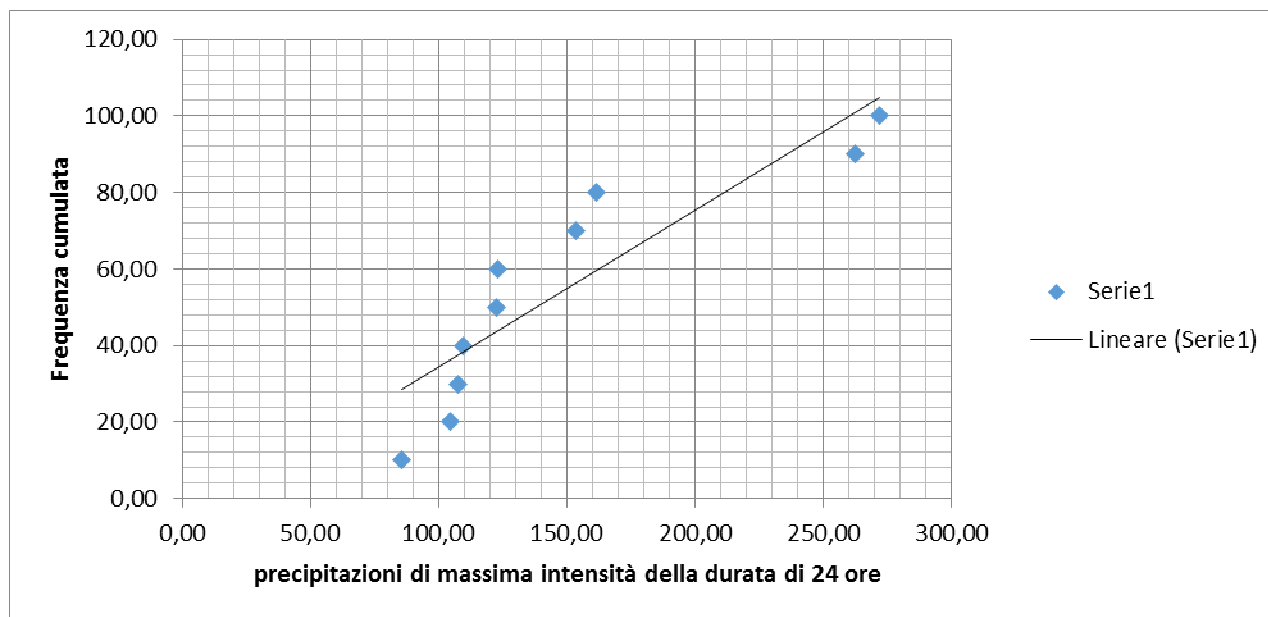
Anno	Precipitazione di massima intensità della durata di 12 ore	Ordine delle precipitazioni di massima intensità della durata di 12 ore	Frequenza cumulata
2000	200,8	77,10	10,00
2001	102,4	78,60	20,00
2002	96,9	84,80	30,00
2003	123,2	96,90	40,00
2004	84,8	102,40	50,00
2005	112,8	111,90	60,00
2006	153,4	112,80	70,00
2007	77,1	123,20	80,00
2008	111,9	153,40	90,00
2009	78,6	200,80	100,00

$Y = 0,721 X - 27,385$
 precipitazione con probabilità del 95% per un periodo di ritorno di 10 anni $H = 169,74$ mm



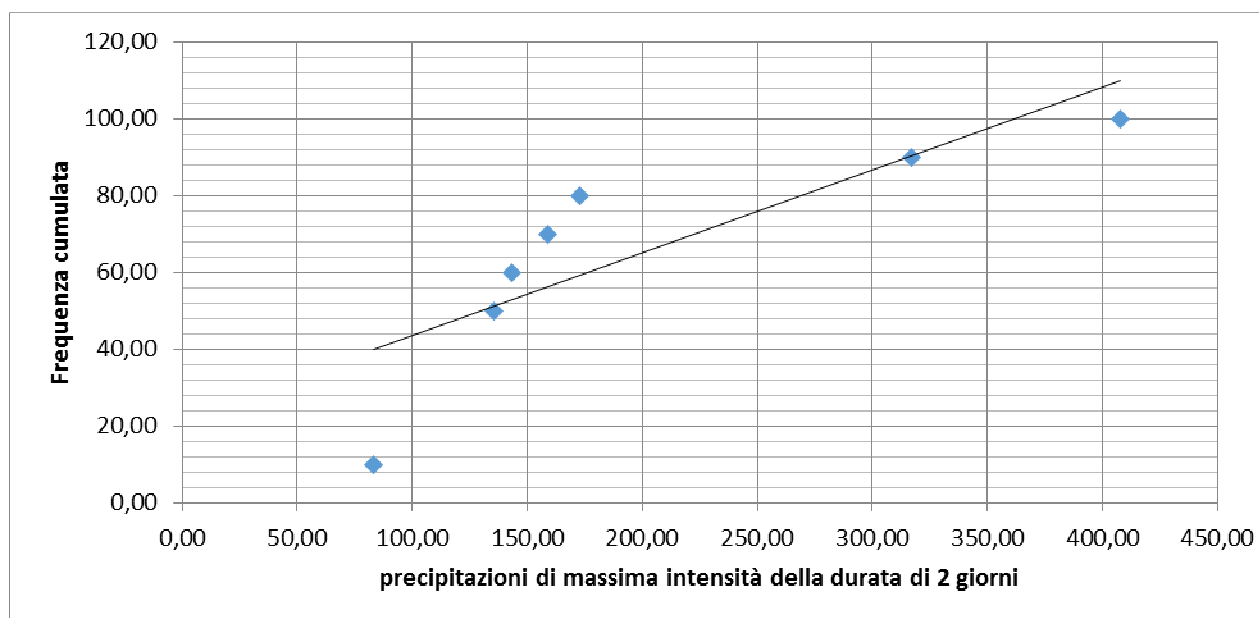
Anno	Precipitazione di massima intensità della durata di 24 ore	Ordine delle precipitazioni di massima intensità della durata di 24 ore	Frequenza cumulata
2000	262,6	85,40	10,00
2001	107,7	104,80	20,00
2002	122,5	107,70	30,00
2003	153,6	109,60	40,00
2004	104,8	122,50	50,00
2005	161,5	123,30	60,00
2006	272,0	153,60	70,00
2007	85,4	161,50	80,00
2008	123,3	262,60	90,00
2009	109,6	272,00	100,00

$Y = 0,410 X - 6,682$
 precipitazione con probabilità
 del 95% per un periodo di
 ritorno di 10 anni $H = 248,00$
 mm



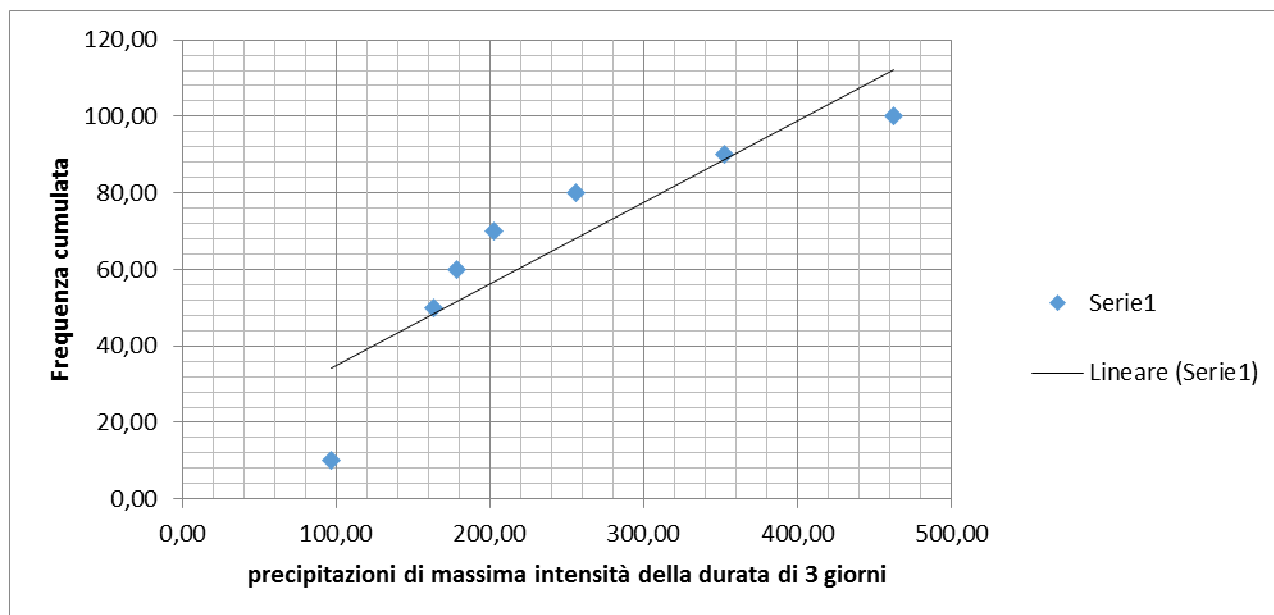
Anno	Precipitazione di massima intensità della durata di 2 giorni	Ordine delle precipitazioni di massima intensità della durata di 2 giorni	Frequenza cumulata
2000	408,0	83,00	10,00
2001			20,00
2002			30,00
2003			40,00
2004	135,4	135,40	50,00
2005	158,8	143,20	60,00
2006	317,0	158,80	70,00
2007	83,0	172,80	80,00
2008	172,8	317,00	90,00
2009	143,2	408,00	100,00

$Y = 0,214 X$
 22,223
 precipitazione con probabilità
 del 95% per un periodo di
 ritorno di 10 anni $H = 340,08$
 mm



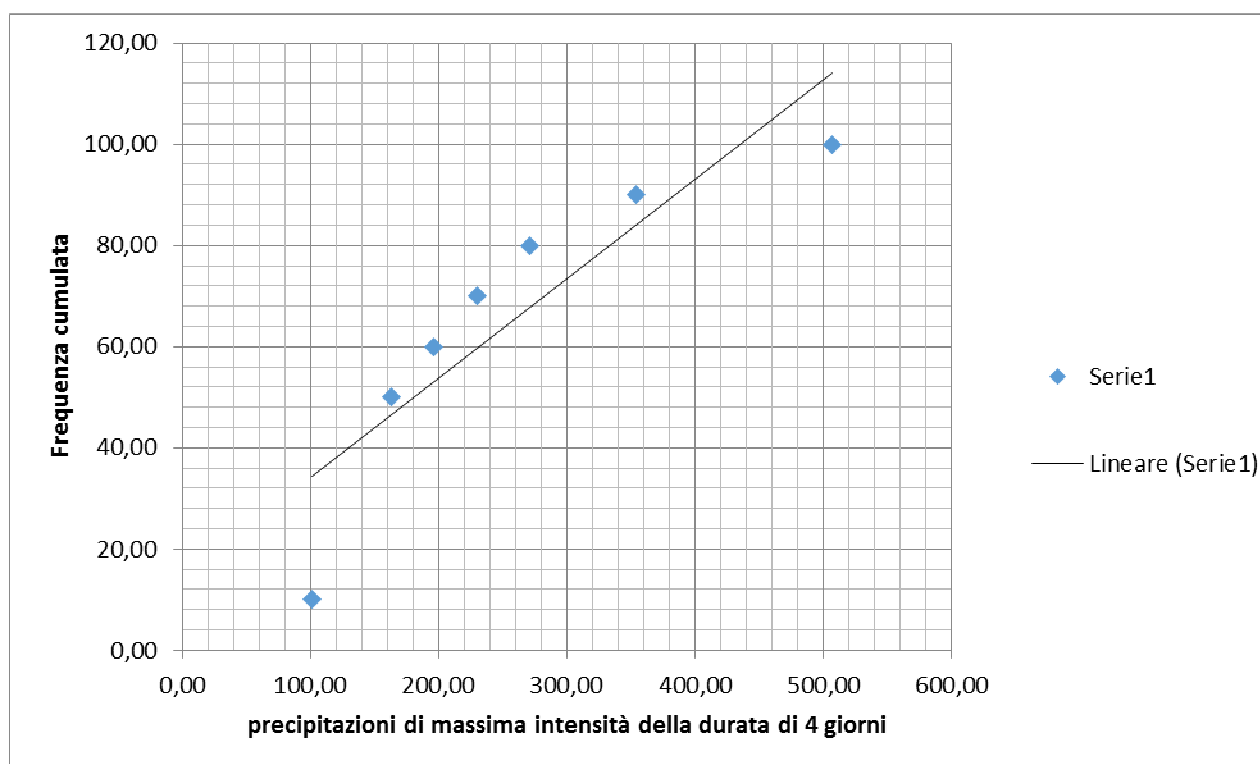
Anno	Precipitazione di massima intensità della durata di 3 giorni	Ordine delle precipitazioni di massima intensità della durata di 3 giorni	Frequenza cumulata
2000	462,0	96,60	10,00
2001			20,00
2002			30,00
2003			40,00
2004	178,8	163,20	50,00
2005	202,4	178,80	60,00
2006	352,6	202,40	70,00
2007	96,6	256,00	80,00
2008	256,0	352,60	90,00
2009	163,2	462,00	100,00

$Y = 0,213 X + 13,628$
 precipitazione con probabilità del 95% per un periodo di ritorno di 10 anni $H = 382,03$ mm



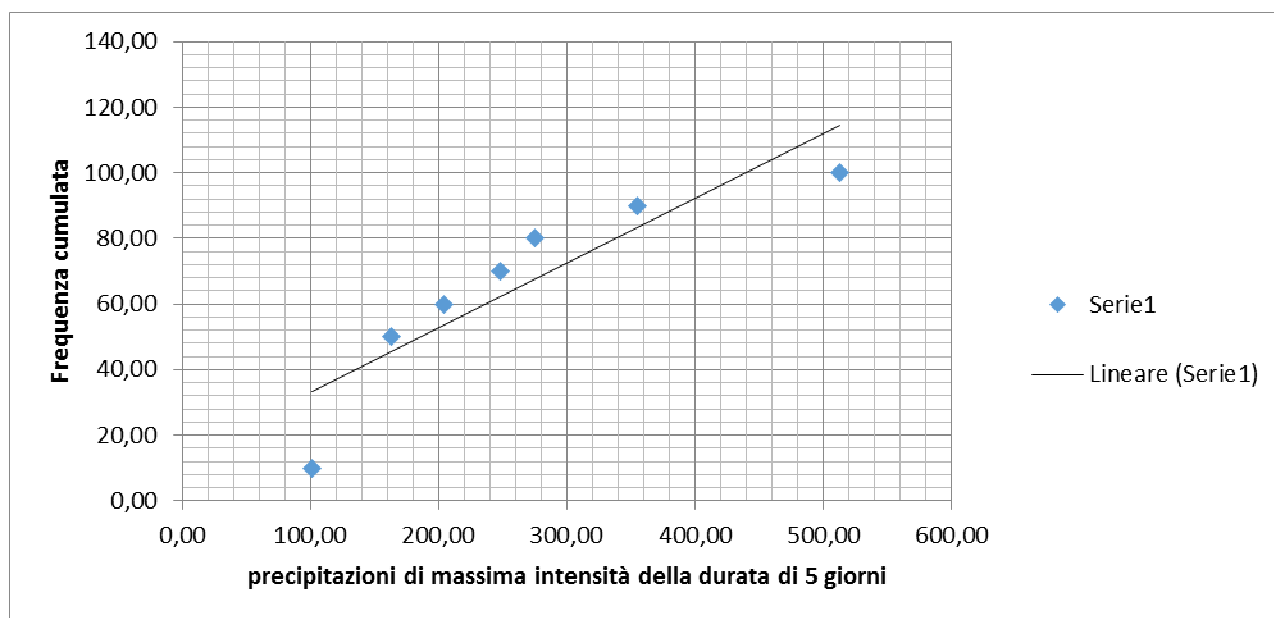
Anno	Precipitazione di massima intensità della durata di 4 giorni	Ordine delle precipitazioni di massima intensità della durata di 4 giorni	Frequenza cumulata
2000	507,4	101,00	10,00
2001			20,00
2002			30,00
2003			40,00
2004	196,6	163,40	50,00
2005	230,4	196,60	60,00
2006	354,0	230,40	70,00
2007	101,0	270,80	80,00
2008	270,8	354,00	90,00
2009	163,4	507,40	100,00

$Y = 0,196 X + 14,566$
 precipitazione con probabilità del 95% per un periodo di ritorno di 10 anni $H = 410,37$ mm



Anno	Precipitazione di massima intensità della durata di 5 giorni	Ordine delle precipitazioni di massima intensità della durata di 5 giorni	Frequenza cumulata
2000	512,8	101,60	10,00
2001			20,00
2002			30,00
2003			40,00
2004	204,0	163,60	50,00
2005	248,0	204,00	60,00
2006	354,8	248,00	70,00
2007	101,6	274,80	80,00
2008	274,8	354,80	90,00
2009	163,6	512,80	100,00

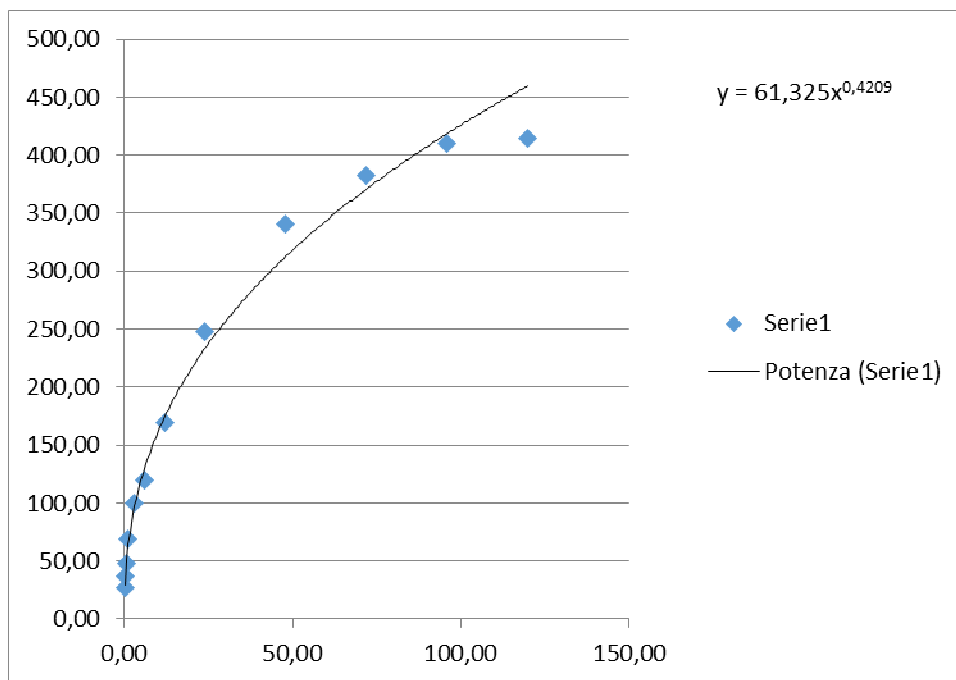
$Y = 0,197 X + 13,354$
 precipitazione con probabilità del 95% per un periodo di ritorno di 10 anni $H = 414,45$ mm



Dalla elaborazione di tali dati è stata ricavata la curva di massima possibilità pluviometrica che nella fattispecie, per un tempo di ritorno pari a 10 anni, risulta

$$y = 61,325x^{0,4209}$$

intervallo di pioggia con periodo di ritorno di 10 anni [ore]	Altezza di pioggia con probabilità del 95% per ogni intervallo di pioggia [mm]	Coppie di valori
0,17	26,67	1
0,33	37,20	2
0,50	48,31	3
1,00	68,65	4
3,00	99,41	5
6,00	119,48	6
12,00	169,74	7
24,00	248,00	8
48,00	340,08	9
72,00	382,03	10
96,00	410,37	11
120,00	414,45	12



In tabella si riportano i valori di precipitazione e la conseguente intensità oraria calcolati per differenti tempi di pioggia.

X	Y	Fattore orario	Intensità oraria
0,17	29,09	6	174,54
0,33	38,46	3	115,37
0,5	45,81	2	91,61
1	61,32	1	61,32
3	97,38	0,33	32,46
6	130,36	0,17	21,73
12	174,53	0,08	14,54
24	233,65	0,04	9,73
48	312,8	0,02	6,52
72	371,01	0,01	5,15
96	418,77	0,01	4,36
120	460	0,01	3,83

L'intensità media oraria risulterà pari a 45,10 mm/h.

Il valore del contributo unitario specifico corrispondente all'intensità di precipitazione media U sarà pari a $1,25 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s m}^2$

L'area di influenza risulta così suddivisa:

Ramo A = 400 m²

Ramo B = 400 m²

Trattandosi di superfici modeste non si ritiene necessario procedere con il calcolo teorico delle portate mediante modelli matematici, ma trattandosi comunque di risultato cautelativo, si assume la portata da smaltire Q pari a

$$Q = U A \varphi$$

dove φ rappresenta il coefficiente medio di deflusso, funzione della impermeabilizzazione e della conformazione della superficie considerata, del fattore di ritardo, del fattore di ritenuta e del fattore di distribuzione.

Nel caso in esame si assume $\varphi = 1$ e le portate da smaltire risulteranno rispettivamente pari a

$$Q_A = Q_B = 5,01 \text{ l/s}$$

Dalla relazione di Strickler per il calcolo delle portate in canali circolari a pelo libero, nell'ipotesi di moto uniforme,

$$Q = \Omega \chi (R \times p)^{1/2}$$

Ω = area della sezione totale

H = profondità della corrente

L = larghezza del canale

c = coefficiente di Strickler (80)

R = raggio idraulico medio

p = pendenza del fondo

rappresentata graficamente alle pagina seguente, assunti

Diametro interno 182 mm

Pendenza motrice media 10 m/km

Coefficiente di scabrezza di Strickler 80 m^{1/3}/s

si ricava per interpolazione, in corrispondenza della portata smaltita da ciascun ramo

Ramo A = Ramo B:

la profondità della corrente pari a Y = 5,0 cm

la percentuale di riempimento prossima al 30 %

l'area della sezione bagnata $A = 0,01 \text{ m}^2$

la velocità della corrente prossima a $0,79 \text{ m/s}$

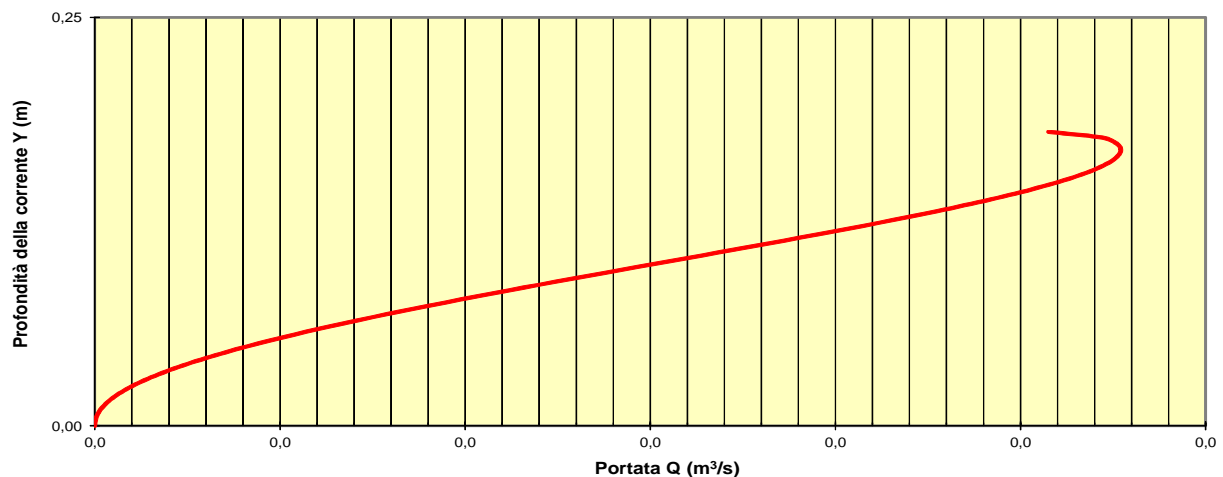
la portata critica $Q_c = 3,97 \text{ l/s}$

il numero di Froude pari a $Fr = 1,271$

MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE A SEZIONE CIRCOLARE

DATI												
DIAMETRO (D)								0,18	(m)			
PENDENZA MOTRICE (i)								10,00	(m/km)			
COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER								80	(m ^{1/3} /s)			
RISULTATI												
	Y	RIEMP.	b	B	A	V	Q	Q _c	Fr	V ² /2g	Ri	τ
	(m)	(%)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)		(m)	(m)	
0	0,00	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000000	0,000000	0,000	0,00	0,00	0,00
1	0,00	2,0%	0,05	0,05	0,00	0,14	0,000017	0,000019	0,927	0,00	0,00	0,02
2	0,01	4,0%	0,07	0,07	0,00	0,22	0,000077	0,000074	1,032	0,00	0,00	0,05
3	0,01	6,0%	0,09	0,09	0,00	0,29	0,000182	0,000167	1,094	0,00	0,01	0,07
4	0,01	8,0%	0,10	0,10	0,00	0,35	0,000336	0,000295	1,138	0,01	0,01	0,09
5	0,02	10,0%	0,11	0,12	0,00	0,41	0,000538	0,000459	1,171	0,01	0,01	0,11
6	0,02	12,0%	0,12	0,13	0,00	0,46	0,000788	0,000659	1,196	0,01	0,01	0,14
7	0,03	14,0%	0,12	0,14	0,00	0,50	0,001085	0,000893	1,216	0,01	0,02	0,16
8	0,03	16,0%	0,13	0,15	0,00	0,54	0,001430	0,001162	1,231	0,02	0,02	0,18
9	0,03	18,0%	0,14	0,16	0,00	0,58	0,001820	0,001464	1,243	0,02	0,02	0,20
10	0,04	20,0%	0,14	0,17	0,00	0,62	0,002255	0,001800	1,253	0,02	0,02	0,22
11	0,04	22,0%	0,15	0,18	0,00	0,66	0,002734	0,002169	1,260	0,02	0,02	0,24
12	0,04	24,0%	0,15	0,18	0,00	0,69	0,003253	0,002571	1,265	0,02	0,03	0,25
13	0,05	26,0%	0,16	0,19	0,01	0,73	0,003813	0,003005	1,269	0,03	0,03	0,27
14	0,05	28,0%	0,16	0,20	0,01	0,76	0,004410	0,003470	1,271	0,03	0,03	0,29
15	0,05	30,0%	0,16	0,21	0,01	0,79	0,005044	0,003967	1,271	0,03	0,03	0,31
16	0,06	32,0%	0,17	0,22	0,01	0,81	0,005711	0,004495	1,270	0,03	0,03	0,32
17	0,06	34,0%	0,17	0,22	0,01	0,84	0,006411	0,005054	1,268	0,04	0,03	0,34
18	0,06	36,0%	0,17	0,23	0,01	0,87	0,007140	0,005643	1,265	0,04	0,04	0,36
19	0,07	38,0%	0,17	0,24	0,01	0,89	0,007897	0,006263	1,261	0,04	0,04	0,37
20	0,07	40,0%	0,18	0,25	0,01	0,91	0,008679	0,006911	1,256	0,04	0,04	0,39
21	0,08	42,0%	0,18	0,25	0,01	0,94	0,009484	0,007590	1,250	0,04	0,04	0,40
22	0,08	44,0%	0,18	0,26	0,01	0,96	0,010309	0,008298	1,242	0,05	0,04	0,41
23	0,08	46,0%	0,18	0,27	0,01	0,98	0,011151	0,009034	1,234	0,05	0,04	0,43
24	0,09	48,0%	0,18	0,28	0,01	0,99	0,012008	0,009800	1,225	0,05	0,04	0,44
25	0,09	50,0%	0,18	0,28	0,01	1,01	0,012878	0,010595	1,215	0,05	0,05	0,45
26	0,09	52,0%	0,18	0,29	0,01	1,03	0,013756	0,011419	1,205	0,05	0,05	0,46
27	0,10	54,0%	0,18	0,30	0,01	1,04	0,014641	0,012272	1,193	0,06	0,05	0,47
28	0,10	56,0%	0,18	0,30	0,01	1,06	0,015530	0,013155	1,180	0,06	0,05	0,48
29	0,10	58,0%	0,18	0,31	0,02	1,07	0,016418	0,014068	1,167	0,06	0,05	0,49
30	0,11	60,0%	0,18	0,32	0,02	1,09	0,017303	0,015012	1,153	0,06	0,05	0,50
31	0,11	62,0%	0,17	0,33	0,02	1,10	0,018183	0,015987	1,137	0,06	0,05	0,51
32	0,12	64,0%	0,17	0,33	0,02	1,11	0,019052	0,016996	1,121	0,06	0,05	0,52
33	0,12	66,0%	0,17	0,34	0,02	1,12	0,019907	0,018038	1,104	0,06	0,05	0,52
34	0,12	68,0%	0,17	0,35	0,02	1,13	0,020746	0,019118	1,085	0,06	0,05	0,53
35	0,13	70,0%	0,16	0,36	0,02	1,13	0,021563	0,020238	1,066	0,07	0,05	0,53
36	0,13	72,0%	0,16	0,36	0,02	1,14	0,022355	0,021400	1,045	0,07	0,05	0,54
37	0,13	74,0%	0,16	0,37	0,02	1,15	0,023117	0,022611	1,022	0,07	0,05	0,54
38	0,14	76,0%	0,15	0,38	0,02	1,15	0,023845	0,023877	0,999	0,07	0,05	0,54
39	0,14	78,0%	0,15	0,39	0,02	1,15	0,024533	0,025206	0,973	0,07	0,05	0,55
40	0,14	80,0%	0,14	0,40	0,02	1,15	0,025175	0,026610	0,946	0,07	0,05	0,55
41	0,15	82,0%	0,14	0,41	0,02	1,15	0,025766	0,028107	0,917	0,07	0,05	0,55
42	0,15	84,0%	0,13	0,42	0,02	1,15	0,026298	0,029718	0,885	0,07	0,05	0,55
43	0,15	86,0%	0,12	0,43	0,02	1,15	0,026763	0,031481	0,850	0,07	0,05	0,54
44	0,16	88,0%	0,12	0,44	0,02	1,14	0,027151	0,033447	0,812	0,07	0,05	0,54
45	0,16	90,0%	0,11	0,45	0,02	1,14	0,027450	0,035707	0,769	0,07	0,05	0,54
46	0,17	92,0%	0,10	0,46	0,02	1,13	0,027643	0,038418	0,720	0,06	0,05	0,53
47	0,17	94,0%	0,09	0,48	0,02	1,12	0,027704	0,041895	0,661	0,06	0,05	0,52
48	0,17	96,0%	0,07	0,49	0,03	1,10	0,027594	0,046909	0,588	0,06	0,05	0,51
49	0,18	98,0%	0,05	0,51	0,03	1,07	0,027215	0,056228	0,484	0,06	0,05	0,49
50	0,18	100,0%	0,00	0,57	0,03	1,01	0,025755	#DIV/0!	#DIV/0!	0,05	0,05	0,45

MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA A SEZIONE CIRCOLARE



Dalla relazione di Strickler per il calcolo delle portate in canali circolari a pelo libero, nell'ipotesi di moto uniforme,

$$Q = \Omega \chi (R \times p)^{1/2}$$

Ω = area della sezione totale

H = profondità della corrente

L = larghezza del canale

c = coefficiente di Strickler (80)

R = raggio idraulico medio

p = pendenza del fondo

rappresentata graficamente alle pagina seguente, assunti

Diametro interno 287 mm

Pendenza motrice media 8 m/km

Coefficiente di scabrezza di Strickler 80 m^{1/3}/s

si ricava per interpolazione, in corrispondenza della portata smaltita pari a 10,02 l/s

la profondità della corrente prossima a Y = 4,0 cm

la percentuale di riempimento prossima al 14 %

l'area della sezione bagnata A = 0,01 m²

la velocità della corrente prossima a 1,94 m/s

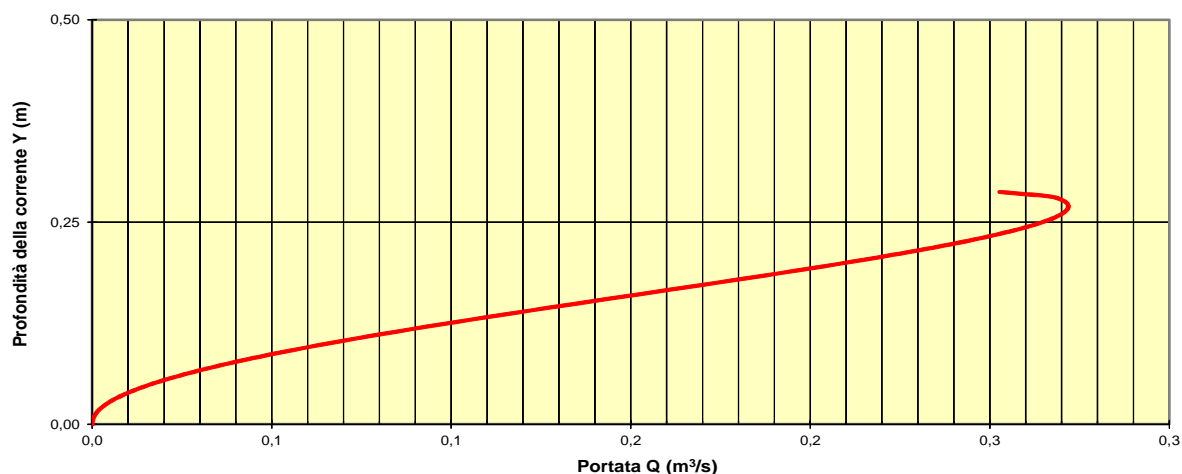
la portata critica Q_c = 2,87 l/s

il numero di Froude pari a Fr = 3,716

MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE A SEZIONE CIRCOLARE

DATI												
DIAMETRO (D)								0,29 (m)				
PENDENZA MOTRICE (i)								80,00 (m/km)				
COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER								80 (m ^{1/3} /s)				
RISULTATI												
	Y	RIEMP.	b	B	A	V	Q	Q _c	Fr	V ² /2g	Ri	τ
	(m)	(%)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)		(m)	(m)	
0	0,00	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000000	0,000000	0,000	0,00	0,00	0,00
1	0,01	2,0%	0,08	0,08	0,00	0,55	0,000170	0,000060	2,834	0,02	0,00	0,30
2	0,01	4,0%	0,11	0,12	0,00	0,87	0,000753	0,000239	3,154	0,04	0,01	0,60
3	0,02	6,0%	0,14	0,14	0,00	1,13	0,001790	0,000535	3,345	0,07	0,01	0,89
4	0,02	8,0%	0,16	0,16	0,00	1,36	0,003297	0,000948	3,479	0,09	0,01	1,18
5	0,03	10,0%	0,17	0,18	0,00	1,57	0,005277	0,001475	3,579	0,13	0,02	1,46
6	0,03	12,0%	0,19	0,20	0,00	1,76	0,007731	0,002115	3,656	0,16	0,02	1,73
7	0,04	14,0%	0,20	0,22	0,01	1,94	0,010652	0,002867	3,716	0,19	0,03	2,00
8	0,05	16,0%	0,21	0,24	0,01	2,10	0,014034	0,003729	3,764	0,22	0,03	2,26
9	0,05	18,0%	0,22	0,25	0,01	2,26	0,017866	0,004700	3,801	0,26	0,03	2,52
10	0,06	20,0%	0,23	0,27	0,01	2,40	0,022134	0,005778	3,831	0,29	0,03	2,77
11	0,06	22,0%	0,24	0,28	0,01	2,54	0,026826	0,006963	3,853	0,33	0,04	3,01
12	0,07	24,0%	0,25	0,29	0,01	2,67	0,031926	0,008252	3,869	0,36	0,04	3,25
13	0,07	26,0%	0,25	0,31	0,01	2,80	0,037416	0,009645	3,879	0,40	0,04	3,48
14	0,08	28,0%	0,26	0,32	0,01	2,92	0,043280	0,011140	3,885	0,43	0,05	3,71
15	0,09	30,0%	0,26	0,33	0,02	3,03	0,049498	0,012736	3,887	0,47	0,05	3,92
16	0,09	32,0%	0,27	0,35	0,02	3,14	0,056050	0,014431	3,884	0,50	0,05	4,14
17	0,10	34,0%	0,27	0,36	0,02	3,24	0,062916	0,016225	3,878	0,54	0,05	4,34
18	0,10	36,0%	0,28	0,37	0,02	3,34	0,070074	0,018116	3,868	0,57	0,06	4,54
19	0,11	38,0%	0,28	0,38	0,02	3,44	0,077502	0,020104	3,855	0,60	0,06	4,73
20	0,11	40,0%	0,28	0,39	0,02	3,52	0,085176	0,022187	3,839	0,63	0,06	4,92
21	0,12	42,0%	0,28	0,40	0,03	3,61	0,093073	0,024365	3,820	0,66	0,06	5,10
22	0,13	44,0%	0,28	0,42	0,03	3,69	0,101167	0,026636	3,798	0,69	0,07	5,27
23	0,13	46,0%	0,29	0,43	0,03	3,77	0,109434	0,029002	3,773	0,72	0,07	5,43
24	0,14	48,0%	0,29	0,44	0,03	3,84	0,117847	0,031460	3,746	0,75	0,07	5,59
25	0,14	50,0%	0,29	0,45	0,03	3,91	0,126379	0,034012	3,716	0,78	0,07	5,74
26	0,15	52,0%	0,29	0,46	0,03	3,97	0,135001	0,036657	3,683	0,80	0,07	5,88
27	0,15	54,0%	0,29	0,47	0,04	4,03	0,143686	0,039396	3,647	0,83	0,08	6,02
28	0,16	56,0%	0,28	0,49	0,04	4,09	0,152403	0,042230	3,609	0,85	0,08	6,14
29	0,17	58,0%	0,28	0,50	0,04	4,14	0,161123	0,045161	3,568	0,87	0,08	6,26
30	0,17	60,0%	0,28	0,51	0,04	4,19	0,169812	0,048190	3,524	0,89	0,08	6,37
31	0,18	62,0%	0,28	0,52	0,04	4,23	0,178439	0,051321	3,477	0,91	0,08	6,48
32	0,18	64,0%	0,28	0,53	0,04	4,28	0,186970	0,054558	3,427	0,93	0,08	6,57
33	0,19	66,0%	0,27	0,54	0,05	4,31	0,195368	0,057906	3,374	0,95	0,08	6,66
34	0,20	68,0%	0,27	0,56	0,05	4,35	0,203597	0,061372	3,317	0,96	0,08	6,73
35	0,20	70,0%	0,26	0,57	0,05	4,38	0,211618	0,064965	3,257	0,98	0,09	6,80
36	0,21	72,0%	0,26	0,58	0,05	4,40	0,219389	0,068698	3,194	0,99	0,09	6,86
37	0,21	74,0%	0,25	0,59	0,05	4,42	0,226868	0,072585	3,126	1,00	0,09	6,91
38	0,22	76,0%	0,25	0,61	0,05	4,44	0,234008	0,076648	3,053	1,00	0,09	6,94
39	0,22	78,0%	0,24	0,62	0,05	4,45	0,240757	0,080914	2,975	1,01	0,09	6,97
40	0,23	80,0%	0,23	0,64	0,06	4,45	0,247062	0,085423	2,892	1,01	0,09	6,98
41	0,24	82,0%	0,22	0,65	0,06	4,45	0,252859	0,090226	2,803	1,01	0,09	6,99
42	0,24	84,0%	0,21	0,67	0,06	4,45	0,258081	0,095400	2,705	1,01	0,09	6,97
43	0,25	86,0%	0,20	0,68	0,06	4,44	0,262646	0,101057	2,599	1,00	0,09	6,95
44	0,25	88,0%	0,19	0,70	0,06	4,42	0,266455	0,107371	2,482	1,00	0,09	6,90
45	0,26	90,0%	0,17	0,72	0,06	4,39	0,269388	0,114625	2,350	0,98	0,09	6,84
46	0,26	92,0%	0,16	0,74	0,06	4,36	0,271278	0,123326	2,200	0,97	0,08	6,76
47	0,27	94,0%	0,14	0,76	0,06	4,31	0,271886	0,134488	2,022	0,95	0,08	6,65
48	0,28	96,0%	0,11	0,79	0,06	4,24	0,270797	0,150583	1,798	0,92	0,08	6,50
49	0,28	98,0%	0,08	0,82	0,06	4,15	0,267087	0,180501	1,480	0,88	0,08	6,28
50	0,29	100,0%	0,00	0,90	0,06	3,91	0,252757	#DIV/0!	#DIV/0!	0,78	0,07	5,74

MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA A SEZIONE CIRCOLARE



Dal punto di vista della tipizzazione del refluo trattasi di acque meteoriche di dilavamento il cui impatto ambientale è in maniera preponderante attribuibile alle acque di prima pioggia, le prime acque meteoriche di dilavamento fino ad una altezza di precipitazione massima di 5 millimetri, relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 h di tempo asciutto, uniformemente distribuite sull'intera superficie scolante.

Si ipotizza una composizione media di tale refluo, (Strumenti per la valutazione degli impatti provocati dalle acque di prima pioggia nelle aree urbane – APAT) con riferimento ai principali inquinanti:

$$[\text{BOD5}] \approx 100 \text{ mg/l}$$

$$[\text{COD}] \approx 300 \text{ mg/l}$$

$$[\text{Solidi Sospesi Totali}] \approx 300 \text{ mg/l}$$

Tale refluo contempla microinquinanti inorganici (metalli quali CU, Al, Hg, Pb, Zn) e organici (Oli, Grassi, IPA).

Per quanto concerne le interazioni fluido-tubazione non sono richiesti particolari accorgimenti tecnici.

I tracciati si sviluppano lungo la viabilità dell'area mercatale.

La scelta dei tracciati è motivata dalle seguenti considerazioni:

- sostanziale assenza di impedimenti e vincoli morfologici,
- accessibilità delle aree interessate,
- minimizzare l'investimento.

Si adottano

- tubi in PVC per fognature secondo la norma EN 13476-1, giunto a bicchiere con anello elastomerico di tenuta, serie SN 16 kN/m², diametro esterno 315 e 200 mm
- pozzetto per fogne tubolari cilindriche, delle sezioni interne di cm 100x100, in conglomerato cementizio armato, prefabbricato o gettato in opera (spessore delle pareti cm 15-20), compreso il ferro di armatura. Soletta di copertura in cemento armato dello spessore minimo di cm 20. Il tutto idoneo per sopportare carichi stradali pesanti. Compresi i gradini in ferro alla marinara e il fondello 120 (1/3 di circonferenza) in gres o cemento di diametro uguale a quello di uscita escluso il solo chiusino in ghisa, compreso lo scavo

- griglie classe D400 in ghisa sferoidale in getti UNI EN 124
- canaletta prefabbricata per la raccolta delle acque bianche, in cemento con fibre di vetro, classe D carico A15- F900 secondo la normativa DIN V 19580/EN 1433, delle dimensioni di larghezza 390 mm, altezza 415 mm, senza pendenza interna, completa di griglia in ghisa della larghezza di 375 mm, peso minimo 40 kg al metro, tipo 2x140x20 mm, classe D 400

2.4.2 Fognolo nero

Dalla relazione di Strickler per il calcolo delle portate in canali a pelo libero, nell'ipotesi di moto uniforme,

$$Q = \Omega \chi (R \times p)^{1/2}$$

dove

Ω = area della sezione totale

H = profondità della corrente

L = larghezza del canale

χ = coefficiente di Strickler (80)

R = raggio idraulico medio

p = pendenza del fondo

rappresentata graficamente alla pagina seguente,

Diametro interno 145 mm

Pendenza motrice media 40 m/km

Coefficiente di scabrezza di Strickler 80 m^{1/3/s}

si ricava per interpolazione, in corrispondenza della portata nera massima arrotondata a 6 l/s

la profondità della corrente pari a Y = 5 cm

la percentuale di riempimento prossima al 34 %

l'area della sezione bagnata A trascurabile

la velocità della corrente prossima a 1,42 l/s

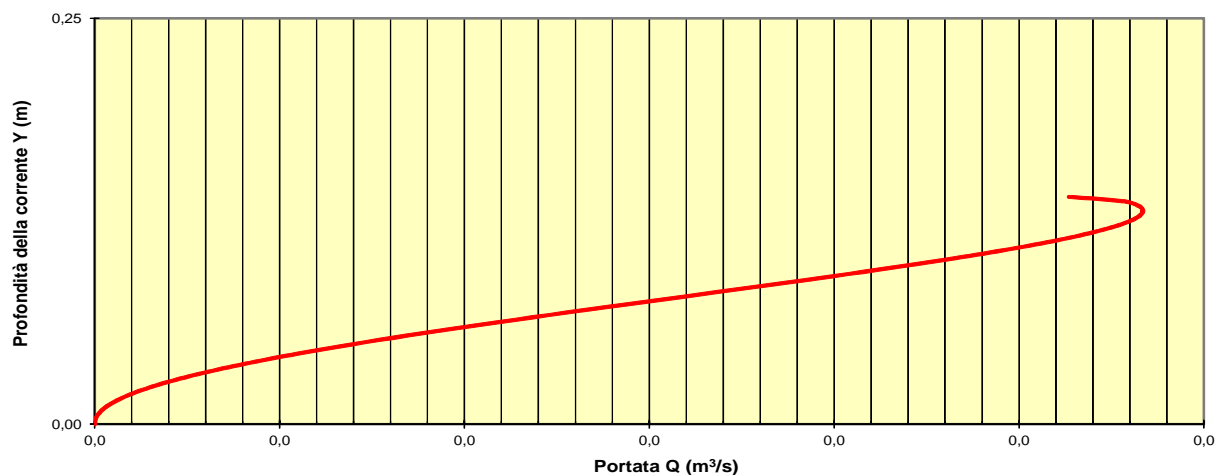
la portata critica Qc = 2,70 l/s

il numero di Froude pari a $Fr = 2,433$

MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE A SEZIONE CIRCOLARE

DATI												
DIAMETRO (D)								0,14	(m)			
PENDENZA MOTRICE (i)								40,00	(m/km)			
COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER								80	(m ^{1/3} /s)			
RISULTATI												
	Y	RIEMP.	b	B	A	V	Q	Q _c	Fr	V ² /2g	Ri	τ
	(m)	(%)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)		(m)	(m)	
0	0,00	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000000	0,000000	0,000	0,00	0,00	0,00
1	0,00	2,0%	0,04	0,04	0,00	0,24	0,000018	0,000010	1,778	0,00	0,00	0,07
2	0,01	4,0%	0,05	0,06	0,00	0,38	0,000079	0,000040	1,979	0,01	0,00	0,15
3	0,01	6,0%	0,07	0,07	0,00	0,50	0,000187	0,000089	2,099	0,01	0,01	0,22
4	0,01	8,0%	0,08	0,08	0,00	0,60	0,000344	0,000157	2,183	0,02	0,01	0,29
5	0,01	10,0%	0,08	0,09	0,00	0,69	0,000550	0,000245	2,245	0,02	0,01	0,36
6	0,02	12,0%	0,09	0,10	0,00	0,77	0,000806	0,000351	2,293	0,03	0,01	0,42
7	0,02	14,0%	0,10	0,11	0,00	0,85	0,001111	0,000476	2,331	0,04	0,01	0,49
8	0,02	16,0%	0,10	0,12	0,00	0,92	0,001463	0,000620	2,361	0,04	0,01	0,55
9	0,03	18,0%	0,11	0,12	0,00	0,99	0,001863	0,000781	2,385	0,05	0,02	0,61
10	0,03	20,0%	0,11	0,13	0,00	1,05	0,002308	0,000960	2,403	0,06	0,02	0,68
11	0,03	22,0%	0,12	0,14	0,00	1,11	0,002797	0,001157	2,417	0,06	0,02	0,73
12	0,03	24,0%	0,12	0,14	0,00	1,17	0,003329	0,001371	2,427	0,07	0,02	0,79
13	0,04	26,0%	0,12	0,15	0,00	1,23	0,003901	0,001603	2,434	0,08	0,02	0,85
14	0,04	28,0%	0,13	0,16	0,00	1,28	0,004513	0,001851	2,437	0,08	0,02	0,90
15	0,04	30,0%	0,13	0,16	0,00	1,33	0,005161	0,002117	2,438	0,09	0,02	0,96
16	0,04	32,0%	0,13	0,17	0,00	1,38	0,005844	0,002398	2,437	0,10	0,03	1,01
17	0,05	34,0%	0,13	0,17	0,00	1,42	0,006560	0,002696	2,433	0,10	0,03	1,06
18	0,05	36,0%	0,13	0,18	0,00	1,46	0,007306	0,003011	2,427	0,11	0,03	1,11
19	0,05	38,0%	0,14	0,19	0,01	1,51	0,008081	0,003341	2,419	0,12	0,03	1,15
20	0,06	40,0%	0,14	0,19	0,01	1,54	0,008881	0,003687	2,409	0,12	0,03	1,20
21	0,06	42,0%	0,14	0,20	0,01	1,58	0,009704	0,004049	2,397	0,13	0,03	1,24
22	0,06	44,0%	0,14	0,20	0,01	1,62	0,010548	0,004427	2,383	0,13	0,03	1,29
23	0,06	46,0%	0,14	0,21	0,01	1,65	0,011410	0,004820	2,367	0,14	0,03	1,33
24	0,07	48,0%	0,14	0,21	0,01	1,68	0,012287	0,005228	2,350	0,14	0,03	1,36
25	0,07	50,0%	0,14	0,22	0,01	1,71	0,013177	0,005653	2,331	0,15	0,04	1,40
26	0,07	52,0%	0,14	0,23	0,01	1,74	0,014076	0,006092	2,311	0,15	0,04	1,43
27	0,08	54,0%	0,14	0,23	0,01	1,77	0,014982	0,006547	2,288	0,16	0,04	1,47
28	0,08	56,0%	0,14	0,24	0,01	1,79	0,015890	0,007018	2,264	0,16	0,04	1,50
29	0,08	58,0%	0,14	0,24	0,01	1,81	0,016800	0,007505	2,238	0,17	0,04	1,53
30	0,08	60,0%	0,14	0,25	0,01	1,84	0,017706	0,008009	2,211	0,17	0,04	1,55
31	0,09	62,0%	0,14	0,25	0,01	1,86	0,018605	0,008529	2,181	0,18	0,04	1,58
32	0,09	64,0%	0,13	0,26	0,01	1,87	0,019495	0,009067	2,150	0,18	0,04	1,60
33	0,09	66,0%	0,13	0,27	0,01	1,89	0,020370	0,009624	2,117	0,18	0,04	1,62
34	0,10	68,0%	0,13	0,27	0,01	1,90	0,021228	0,010200	2,081	0,18	0,04	1,64
35	0,10	70,0%	0,13	0,28	0,01	1,92	0,022064	0,010797	2,044	0,19	0,04	1,66
36	0,10	72,0%	0,13	0,28	0,01	1,93	0,022875	0,011417	2,004	0,19	0,04	1,67
37	0,10	74,0%	0,12	0,29	0,01	1,94	0,023655	0,012063	1,961	0,19	0,04	1,68
38	0,11	76,0%	0,12	0,30	0,01	1,94	0,024399	0,012738	1,915	0,19	0,04	1,69
39	0,11	78,0%	0,12	0,30	0,01	1,95	0,025103	0,013447	1,867	0,19	0,04	1,70
40	0,11	80,0%	0,11	0,31	0,01	1,95	0,025760	0,014197	1,815	0,19	0,04	1,70
41	0,11	82,0%	0,11	0,32	0,01	1,95	0,026365	0,014995	1,758	0,19	0,04	1,70
42	0,12	84,0%	0,10	0,32	0,01	1,95	0,026909	0,015855	1,697	0,19	0,04	1,70
43	0,12	86,0%	0,10	0,33	0,01	1,94	0,027385	0,016795	1,631	0,19	0,04	1,69
44	0,12	88,0%	0,09	0,34	0,01	1,94	0,027782	0,017844	1,557	0,19	0,04	1,68
45	0,13	90,0%	0,08	0,35	0,01	1,92	0,028088	0,019050	1,474	0,19	0,04	1,67
46	0,13	92,0%	0,08	0,36	0,01	1,91	0,028285	0,020496	1,380	0,19	0,04	1,65
47	0,13	94,0%	0,07	0,37	0,02	1,89	0,028348	0,022351	1,268	0,18	0,04	1,62
48	0,13	96,0%	0,05	0,38	0,02	1,86	0,028235	0,025026	1,128	0,18	0,04	1,58
49	0,14	98,0%	0,04	0,40	0,02	1,82	0,027848	0,029998	0,928	0,17	0,04	1,53
50	0,14	100,0%	0,00	0,44	0,02	1,71	0,026354	#DIV/0!	#DIV/0!	0,15	0,04	1,40

MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA A SEZIONE CIRCOLARE



La verifica della velocità viene condotta sulla base di una portata pari a 2,4 l/s in corrispondenza della quale si ottiene

la profondità della corrente pari a $Y = 3$ cm

la percentuale di riempimento = 20,0 %

l'area della sezione bagnata A trascurabile

la velocità della corrente prossima a 1,05 m/s

la portata critica $Q_c = 0,96$ l/s

il numero di Froude pari a $Fr = 2,403$

La corrente risulta discretamente veloce.

Per quanto concerne la tipizzazione del reflu la sua composizione media, valutata sulla portata media giornaliera e con riferimento ai principali inquinanti, sarà la seguente:

$[BOD_5] \approx 200$ mg/l

$[COD] \approx 400$ mg/l

$[Solidi\ Sospesi\ Totali] \approx 300$ mg/l

$[Solidi\ Sospesi\ Volatili] \approx 200$ mg/l

$[Solidi\ Sedimentabili] \approx 200$ mg/l

$[TKN] \approx 40$ mg/l

$[Azoto\ Ammoniacale\ come\ NH_4^+] \approx 20$ mg/l

$[Azoto\ nitroso\ come\ N] \approx 0$ mg/l

$[Azoto\ Nitrico\ come\ N] \approx 0$ mg/l

$[Fosforo\ Totale\ P_{tot}] \approx 10$ mg/l

Il pH del mezzo oscillerà in campo debolmente basico, prossimo alla neutralità.

Tale reflu non contempla microinquinanti inorganici (metalli) e organici (AOX, LAS, DEHP, NPE, IPA, PCB, PCDD/F), né tutte le sostanze pericolose di cui alla Tabella 1 del D.M. 367/2003 integrata dalla Tabella 5 dell'All.to 5 del D. Lgs. 152/99 oggi trasfuso nel D. Lgs. 152/2006.

Per quanto concerne le interazioni fluido-tubazione non sono richiesti particolari accorgimenti tecnici.

Il tracciato si sviluppa lungo la Via Don G. Cabodi.

La scelta del tracciato è motivata dalle seguenti considerazioni:

- sostanziale assenza di impedimenti e vincoli morfologici,
- accessibilità delle aree interessate,
- contenimento dei costi di investimento.

Si adottano

- tubi in PVC per fognature secondo la norma EN 13476-1, giunto a bicchiere con anello elastomerico di tenuta, serie SN 16 kN/m², diametro esterno 160 mm
- pozzetti in cls armato prefabbricato completo di fori, di spessore 5 cm, dimensioni interne 60x60xH60 cm;
- pozzetti sifonati in calcestruzzo, sifone tipo Padova, dimensioni interne 30x30xH45 cm

2.5. Verifiche allo schiacciamento

2.5.1 Fogna bianca

Il carico esterno Q è dato dalla somma del carico del terreno q_t e del carico accidentale mobile q_m .

Il carico del terreno è dato, per trincea stretta, dalla relazione

$$q_t = C_d \times \gamma \times D_e \times B$$

dove

C_d = coefficiente di carico per il riempimento in trincea = $(1 - e^{-2K \mu H/B}) / 2 K \mu$

K = coefficiente di Rankine = rapporto tra pressione orizzontale e verticale nel materiale di riempimento = $(1 - \sin \Phi) / (1 + \sin \Phi)$

Φ = angolo d'attrito interno del materiale di riempimento

μ = coefficiente d'attrito tra materiale di riempimento e materiale fianco scavo

γ = peso specifico del terreno di riporto

H = altezza del riempimento misurato a partire dalla generatrice superiore del tubo

B = larghezza della trincea in corrispondenza dell'estradosso della tubazione

Per $\Phi = 35^\circ$ $K = 0,314$ $\gamma = 19000 \text{ N/m}^3$ $H = 0,50 \text{ m}$ e $B = 0,60 \text{ m}$ si ottiene

$$q_t = 2.474 \text{ N/m}$$

Il carico accidentale mobile è dato dalla relazione

$$q_m = 1,5 n T \times B_m / (2 \pi H^2)$$

dove

T = carico mobile massimo per ruota = 100 kN

n = coefficiente del terreno, pari a 2

B_m = larghezza media dello scavo

si ottiene $q_m = 61.688 \text{ N/m}$

e quindi $Q = 64.162 \text{ N/m}$

Dalla relazione di Spangler modificata per tener conto del fatto che la verifica è condotta su tubo flessibile interrato e non su anello elastico e che le caratteristiche del PVC variano nel tempo si ricava la deformazione assoluta del tubo con tempo di estrapolazione pari a 2 anni:

$$\Delta v = (d_1 \times Q \times K_x) / [8 SN + 0,061 \times E']$$

dove

d_1 = fattore di autocompattazione = 1,5

Q = carico sul tubo = 64.162 N/m

K_x = costante di fondo = 0,100

SN = rigidezza circonferenziale a lungo termine = 16 kPa

E' = modulo secante del terreno = 3,8 N/mm²

da cui si ottiene $\Delta v = 0,027 \text{ m}$

La deformazione relativa Δv_{rel} si ricava dalla relazione

$$\Delta v_{rel} = \Delta v / D_m$$

da cui si ottiene

$$\Delta v_{rel} = 8,5 \% < \Delta v_{rel PVC} = 10$$

2.5.2 Fogna nera

Per $\Phi = 35^\circ$ $K = 0,314$ $\gamma = 19000 \text{ N/m}^3$ $H = 0,64 \text{ m}$ e $B = 0,40 \text{ m}$ si ottiene

$$q_t = 2.688 \text{ N/m}$$

Il carico accidentale mobile è dato dalla relazione

$$q_m = 1,5 n T \times B_m / (2 \pi H^2)$$

dove

T = carico mobile massimo per ruota = 100 kN

n = coefficiente del terreno, pari a 2

B_m = larghezza media dello scavo

si ottiene $q_m = 32.651 \text{ N/m}$

e quindi $Q = 35.339 \text{ N/m}$

Dalla relazione di Spangler modificata per tener conto del fatto che la verifica è condotta su tubo interrato e non su anello elastico e che le caratteristiche della materia plastica variano nel tempo si ricava la deformazione assoluta del tubo con tempo di estrapolazione pari a 2 anni:

$$\Delta v = (d_1 \times Q \times K_x) / [8 SN + 0,061 \times E']$$

dove

d_1 = fattore di autocompattazione = 1,5

Q = carico sul tubo = 35.339 N/m

K_x = costante di fondo = 0,100

SN = rigidezza circonferenziale a lungo termine = 16 kPa

E' = modulo secante del terreno = 3,8 N/mm²

da cui si ottiene $\Delta v = 0,0147 \text{ m}$

La deformazione relativa Δv_{rel} si ricava dalla relazione

$$\Delta v_{rel} = \Delta v / D_m$$

da cui si ottiene

$$\Delta v_{rel} = 9,2 \% < \Delta v_{rel PVC} = 10\%$$

2.6. ACCETTABILITA' DEI SISTEMI RICEVENTI

Le acque nere vengono recapitate in un collettore ovoidale 500/750.

Dalla relazione di Strickler per il calcolo delle portate in canali a pelo libero, nell'ipotesi di moto uniforme,

$$Q = \Omega \chi (R \times p)^{1/2}$$

rappresentata graficamente alla pagina seguente, assunti

Altezza 750 mm

Diametro 500 mm

Pendenza motrice media 40 m/km

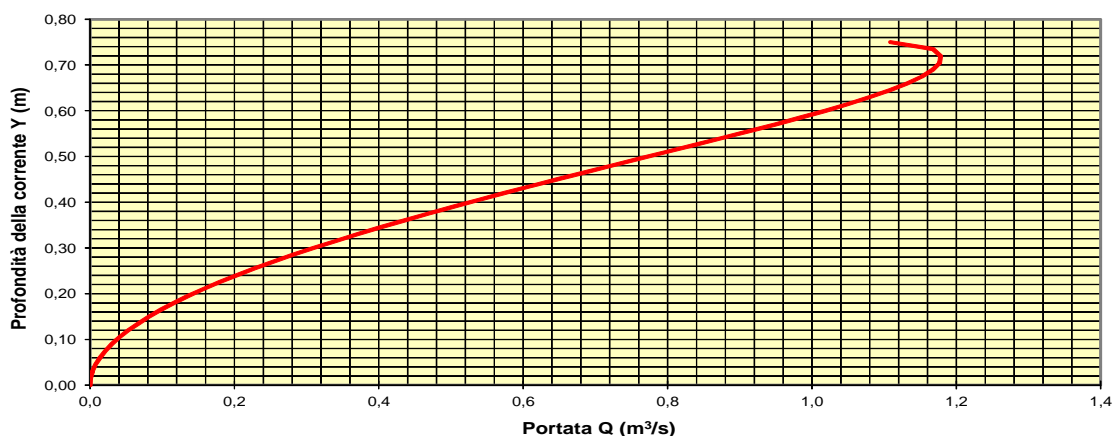
Coefficiente di scabrezza di Strickler $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

la portata proveniente dall'area oggetto di intervento varrà 6 l/s, in corrispondenza della quale si avrà un incremento dell'altezza di riempimento prossima a 2-3 cm

MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE A SEZIONE OVOIDALE

DATI												
ALTEZZA (H)					0,75	(m)						
LARGHEZZA (D)					0,50	(m)						
PENDENZA MOTRICE (i)					40,00	(m/km)						
COEFFICIENTE DI SCABNEZZA DI STRICKLER					70	(m ^{1/3} /s)						
RISULTATI												
	Y	RIEMP.	D	B	A	V	Q	Q _c	Fr	V ² /2g	Ri	τ
	(m)	(%)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)		(m)	(m)	
0	0,00	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00
1	0,02	2,0%	0,12	0,12	0,00	0,64	0,00	0,00	2,023	0,02	0,01	0,39
2	0,03	4,0%	0,16	0,18	0,00	0,99	0,00	0,00	2,211	0,05	0,02	0,76
3	0,05	6,0%	0,19	0,22	0,01	1,27	0,01	0,00	2,299	0,08	0,03	1,10
4	0,06	8,0%	0,21	0,26	0,01	1,51	0,01	0,01	2,342	0,12	0,04	1,41
5	0,08	10,0%	0,24	0,29	0,01	1,70	0,02	0,01	2,367	0,15	0,04	1,70
6	0,09	12,0%	0,26	0,33	0,02	1,87	0,03	0,01	2,383	0,18	0,05	1,96
7	0,11	14,0%	0,28	0,37	0,02	2,03	0,04	0,02	2,394	0,21	0,06	2,20
8	0,12	16,0%	0,29	0,40	0,02	2,17	0,05	0,02	2,400	0,24	0,06	2,44
9	0,14	18,0%	0,31	0,43	0,03	2,30	0,07	0,03	2,404	0,27	0,07	2,66
10	0,15	20,0%	0,33	0,47	0,03	2,42	0,08	0,03	2,406	0,30	0,07	2,87
11	0,17	22,0%	0,34	0,50	0,04	2,53	0,10	0,04	2,405	0,33	0,08	3,08
12	0,18	24,0%	0,36	0,54	0,04	2,64	0,12	0,05	2,403	0,36	0,08	3,28
13	0,20	26,0%	0,37	0,57	0,05	2,75	0,14	0,06	2,400	0,38	0,09	3,47
14	0,21	28,0%	0,38	0,60	0,06	2,84	0,16	0,07	2,395	0,41	0,09	3,66
15	0,23	30,0%	0,40	0,63	0,06	2,94	0,18	0,07	2,389	0,44	0,10	3,84
16	0,24	32,0%	0,41	0,67	0,07	3,03	0,20	0,08	2,382	0,47	0,10	4,02
17	0,26	34,0%	0,42	0,70	0,07	3,11	0,23	0,10	2,374	0,49	0,10	4,19
18	0,27	36,0%	0,43	0,73	0,08	3,19	0,25	0,11	2,365	0,52	0,11	4,36
19	0,29	38,0%	0,44	0,76	0,09	3,27	0,28	0,12	2,355	0,55	0,11	4,52
20	0,30	40,0%	0,45	0,79	0,09	3,35	0,31	0,13	2,344	0,57	0,12	4,67
21	0,32	42,0%	0,45	0,82	0,10	3,42	0,34	0,15	2,332	0,60	0,12	4,82
22	0,33	44,0%	0,46	0,85	0,11	3,49	0,37	0,16	2,320	0,62	0,12	4,97
23	0,35	46,0%	0,47	0,88	0,11	3,55	0,40	0,17	2,306	0,64	0,13	5,11
24	0,36	48,0%	0,47	0,92	0,12	3,62	0,43	0,19	2,292	0,67	0,13	5,25
25	0,38	50,0%	0,48	0,95	0,13	3,68	0,47	0,21	2,277	0,69	0,13	5,38
26	0,39	52,0%	0,48	0,98	0,13	3,74	0,50	0,22	2,261	0,71	0,14	5,51
27	0,41	54,0%	0,49	1,01	0,14	3,79	0,54	0,24	2,245	0,73	0,14	5,64
28	0,42	56,0%	0,49	1,04	0,15	3,84	0,57	0,26	2,228	0,75	0,14	5,76
29	0,44	58,0%	0,49	1,07	0,16	3,90	0,61	0,28	2,210	0,77	0,15	5,87
30	0,45	60,0%	0,50	1,10	0,16	3,94	0,65	0,30	2,191	0,79	0,15	5,98
31	0,47	62,0%	0,50	1,13	0,17	3,99	0,68	0,32	2,172	0,81	0,15	6,09
32	0,48	64,0%	0,50	1,16	0,18	4,03	0,72	0,34	2,152	0,83	0,15	6,19
33	0,50	66,0%	0,50	1,19	0,19	4,08	0,76	0,36	2,131	0,85	0,16	6,28
34	0,51	68,0%	0,50	1,22	0,19	4,12	0,80	0,38	2,109	0,86	0,16	6,37
35	0,53	70,0%	0,50	1,25	0,20	4,15	0,84	0,40	2,083	0,88	0,16	6,46
36	0,54	72,0%	0,49	1,28	0,21	4,19	0,87	0,43	2,055	0,89	0,16	6,54
37	0,56	74,0%	0,49	1,31	0,22	4,22	0,91	0,45	2,022	0,91	0,17	6,61
38	0,57	76,0%	0,48	1,34	0,22	4,24	0,95	0,48	1,986	0,92	0,17	6,68
39	0,59	78,0%	0,47	1,37	0,23	4,27	0,98	0,51	1,945	0,93	0,17	6,73
40	0,60	80,0%	0,46	1,40	0,24	4,29	1,02	0,54	1,900	0,94	0,17	6,77
41	0,62	82,0%	0,44	1,44	0,24	4,30	1,05	0,57	1,850	0,94	0,17	6,81
42	0,63	84,0%	0,43	1,47	0,25	4,31	1,08	0,60	1,794	0,95	0,17	6,82
43	0,65	86,0%	0,41	1,51	0,26	4,31	1,11	0,64	1,731	0,95	0,17	6,83
44	0,66	88,0%	0,38	1,54	0,26	4,30	1,13	0,68	1,660	0,94	0,17	6,81
45	0,68	90,0%	0,36	1,58	0,27	4,29	1,15	0,73	1,578	0,94	0,17	6,78
46	0,69	92,0%	0,32	1,63	0,27	4,26	1,17	0,79	1,483	0,93	0,17	6,72
47	0,71	94,0%	0,29	1,68	0,28	4,23	1,18	0,86	1,368	0,91	0,17	6,64
48	0,72	96,0%	0,24	1,74	0,28	4,17	1,18	0,96	1,222	0,89	0,16	6,51
49	0,74	98,0%	0,17	1,81	0,29	4,09	1,17	1,16	1,009	0,85	0,16	6,31
50	0,75	100,0%	0,00	1,98	0,29	3,86	1,11	#DIV/0!	#DIV/0!	0,76	0,14	5,79

MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE A SEZIONE OVOIDALE



Le acque meteoriche recapitano in un collettore bianco di diametro 500.

Dalla relazione di Strickler per il calcolo delle portate in canali a pelo libero, nell'ipotesi di moto uniforme,

$$Q = \Omega \chi (R \times p)^{1/2}$$

rappresentata graficamente alla pagina seguente, assunti

Diametro interno 480 mm

Pendenza motrice media 40 m/km

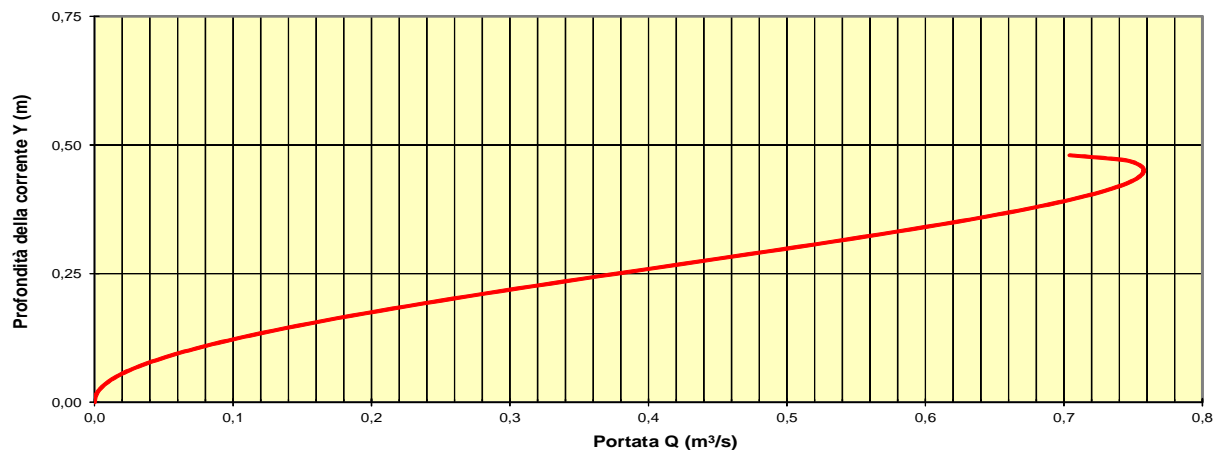
Coefficiente di scabrezza di Strickler 70 m^{1/3}/s

la portata massima proveniente dall'area oggetto di intervento comporterà un aumento nella profondità della corrente pari a 4 cm..

MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE A SEZIONE CIRCOLARE

DATI												
DIAMETRO (D)								0,48	(m)			
PENDENZA MOTRICE (i)								40,00	(m/km)			
COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER								80	(m ^{1/3} /s)			
RISULTATI												
	Y	RIEMP.	b	B	A	V	Q	Q _c	Fr	V ² /2g	Ri	τ
	(m)	(%)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)		(m)	(m)	
0	0,00	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000000	0,000000	0,000	0,00	0,00	0,00
1	0,01	2,0%	0,13	0,14	0,00	0,55	0,000473	0,000217	2,183	0,02	0,01	0,25
2	0,02	4,0%	0,19	0,19	0,00	0,86	0,002099	0,000864	2,430	0,04	0,01	0,50
3	0,03	6,0%	0,23	0,24	0,00	1,13	0,004989	0,001936	2,577	0,06	0,02	0,75
4	0,04	8,0%	0,26	0,28	0,01	1,35	0,009187	0,003428	2,680	0,09	0,02	0,99
5	0,05	10,0%	0,29	0,31	0,01	1,56	0,014706	0,005334	2,757	0,12	0,03	1,22
6	0,06	12,0%	0,31	0,34	0,01	1,75	0,021544	0,007650	2,816	0,16	0,04	1,45
7	0,07	14,0%	0,33	0,37	0,02	1,93	0,029686	0,010369	2,863	0,19	0,04	1,67
8	0,08	16,0%	0,35	0,40	0,02	2,09	0,039111	0,013488	2,900	0,22	0,05	1,89
9	0,09	18,0%	0,37	0,42	0,02	2,25	0,049788	0,017001	2,929	0,26	0,05	2,11
10	0,10	20,0%	0,38	0,45	0,03	2,39	0,061684	0,020902	2,951	0,29	0,06	2,32
11	0,11	22,0%	0,40	0,47	0,03	2,53	0,074760	0,025188	2,968	0,33	0,06	2,52
12	0,12	24,0%	0,41	0,49	0,03	2,66	0,088971	0,029852	2,980	0,36	0,07	2,72
13	0,12	26,0%	0,42	0,51	0,04	2,79	0,104272	0,034890	2,989	0,40	0,07	2,91
14	0,13	28,0%	0,43	0,54	0,04	2,91	0,120613	0,040298	2,993	0,43	0,08	3,10
15	0,14	30,0%	0,44	0,56	0,05	3,02	0,137942	0,046070	2,994	0,47	0,08	3,28
16	0,15	32,0%	0,45	0,58	0,05	3,13	0,156202	0,052203	2,992	0,50	0,09	3,46
17	0,16	34,0%	0,45	0,60	0,05	3,23	0,175336	0,058692	2,987	0,53	0,09	3,63
18	0,17	36,0%	0,46	0,62	0,06	3,33	0,195284	0,065533	2,980	0,57	0,09	3,80
19	0,18	38,0%	0,47	0,64	0,06	3,42	0,215984	0,072723	2,970	0,60	0,10	3,96
20	0,19	40,0%	0,47	0,66	0,07	3,51	0,237371	0,080259	2,958	0,63	0,10	4,11
21	0,20	42,0%	0,47	0,68	0,07	3,60	0,259378	0,088137	2,943	0,66	0,11	4,26
22	0,21	44,0%	0,48	0,70	0,08	3,68	0,281936	0,096355	2,926	0,69	0,11	4,41
23	0,22	46,0%	0,48	0,72	0,08	3,75	0,304974	0,104911	2,907	0,72	0,11	4,54
24	0,23	48,0%	0,48	0,73	0,09	3,82	0,328419	0,113804	2,886	0,75	0,12	4,67
25	0,24	50,0%	0,48	0,75	0,09	3,89	0,352195	0,123035	2,863	0,77	0,12	4,80
26	0,25	52,0%	0,48	0,77	0,10	3,96	0,376225	0,132603	2,837	0,80	0,12	4,92
27	0,26	54,0%	0,48	0,79	0,10	4,02	0,400428	0,142511	2,810	0,82	0,13	5,03
28	0,27	56,0%	0,48	0,81	0,10	4,07	0,424722	0,152763	2,780	0,85	0,13	5,14
29	0,28	58,0%	0,47	0,83	0,11	4,13	0,449021	0,163365	2,749	0,87	0,13	5,24
30	0,29	60,0%	0,47	0,85	0,11	4,17	0,473238	0,174323	2,715	0,89	0,13	5,33
31	0,30	62,0%	0,47	0,87	0,12	4,22	0,497279	0,185650	2,679	0,91	0,14	5,42
32	0,31	64,0%	0,46	0,89	0,12	4,26	0,521052	0,197359	2,640	0,93	0,14	5,50
33	0,32	66,0%	0,45	0,91	0,13	4,30	0,544456	0,209470	2,599	0,94	0,14	5,57
34	0,33	68,0%	0,45	0,93	0,13	4,33	0,567389	0,222008	2,556	0,96	0,14	5,63
35	0,34	70,0%	0,44	0,95	0,14	4,36	0,589742	0,235007	2,509	0,97	0,14	5,69
36	0,35	72,0%	0,43	0,97	0,14	4,38	0,611400	0,248508	2,460	0,98	0,14	5,74
37	0,36	74,0%	0,42	0,99	0,14	4,40	0,632243	0,262570	2,408	0,99	0,14	5,78
38	0,36	76,0%	0,41	1,02	0,15	4,42	0,652139	0,277267	2,352	1,00	0,15	5,81
39	0,37	78,0%	0,40	1,04	0,15	4,43	0,670949	0,292700	2,292	1,00	0,15	5,83
40	0,38	80,0%	0,38	1,06	0,16	4,44	0,688518	0,309009	2,228	1,00	0,15	5,84
41	0,39	82,0%	0,37	1,09	0,16	4,44	0,704675	0,326384	2,159	1,00	0,15	5,84
42	0,40	84,0%	0,35	1,11	0,16	4,43	0,719227	0,345101	2,084	1,00	0,15	5,83
43	0,41	86,0%	0,33	1,14	0,17	4,42	0,731947	0,365565	2,002	1,00	0,15	5,81
44	0,42	88,0%	0,31	1,17	0,17	4,40	0,742565	0,388405	1,912	0,99	0,14	5,77
45	0,43	90,0%	0,29	1,20	0,17	4,38	0,750737	0,414647	1,811	0,98	0,14	5,72
46	0,44	92,0%	0,26	1,23	0,17	4,34	0,756006	0,446122	1,695	0,96	0,14	5,65
47	0,45	94,0%	0,23	1,27	0,18	4,29	0,757698	0,486498	1,557	0,94	0,14	5,56
48	0,46	96,0%	0,19	1,31	0,18	4,23	0,754665	0,544722	1,385	0,91	0,14	5,43
49	0,47	98,0%	0,13	1,37	0,18	4,13	0,744325	0,652945	1,140	0,87	0,13	5,25
50	0,48	100,0%	0,00	1,51	0,18	3,89	0,704390	#DIV/0!	#DIV/0!	0,77	0,12	4,80

MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA A SEZIONE CIRCOLARE



2.7. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Normativa tecnica di riferimento:

- D.M. del Ministero dei Lavori Pubblici 08/01/1997, “ *Regolamento sui criteri e sul metodo in base al quale valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature* ”
- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 13643, “ *Norme per la progettazione dei lavori relativi alle reti interne di distribuzione degli acquedotti e reti ed impianti di fognature* ”
- D.M. del Ministero dei Lavori Pubblici 12/12/1985, “ *Norme tecniche relative alle tubazioni* ”
- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 27291, “ *Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni, D.M. del Ministero dei Lavori Pubblici 12/12/1985* ”
- L. 5 gennaio 1994, n. 36 “ *Disposizioni in materia di risorse idriche* ”
- D. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, “ *Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall’inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole* ” oggi trasfuso nel D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, “ *Norme in materia ambientale* ”
- L.R. 26 marzo 1990, n. 13, “ *Disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli scarichi civili (art. 14, legge 10 maggio 1976, n. 319)* ”
- D.Lgs. 05/02/1997, n.22, e s.m.i. “ *Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio* ” oggi trasfuso nel D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, “ *Norme in materia ambientale* ”

In particolare, per quanto concerne il D.M. del Ministero dei Lavori Pubblici 12/12/1985, “ *Norme tecniche relative alle tubazioni* ” e la Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 27291, “ *Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni, D.M. del Ministero dei Lavori Pubblici 12/12/1985* ”, quanto progettato è conforme al succitato decreto ed in particolare sono stati caratterizzati il tipo di fluido da trasportare, i terreni attraversati dalle condotte e sono indicati gli schemi idraulici ed il tracciato delle tubazioni e si è tenuto conto della funzionalità delle opere nel tempo. Le tubazioni sono state scelte in funzione dell’aggressività del fluido trasportato, della loro interazione con il terreno e dello schema idraulico di progetto. In fase esecutiva è stata effettuata la verifica della resistenza meccanica delle condotte in PP alle sollecitazioni dovute ai carichi applicati superiormente.

Dal punto di vista sanitario il tracciamento delle condotte fognarie in progetto è stato eseguito in modo da evitare interferenze, per quanto possibile, con tutte le tubazioni e collettori di servizi

pubblici esistenti.

Nelle intersezioni con la rete idrica la rete fognaria in progetto verrà posata in modo che la quota della generatrice inferiore dell'acquedotto sia superiore di circa 1 metro alla quota della generatrice superiore della fognatura, mentre in pianta, in caso di tracciamenti paralleli, la fognatura verrà posizionata ad una distanza non inferiore a 1 metro dalla condotta idrica, nel rispetto della Delibera del Ministero dei Lavori Pubblici (Comitato dei Ministri per la Tutela delle Acque di Inquinamento) del 04/02/1977. Inoltre, la velocità e il tempo di permanenza dei liquami all'interno delle condotte fognarie sono tali da evitare indesiderati depositi di materiali, fenomeni di settizzazione e precoce deterioramento delle condotte stesse.

La scelta dei diametri delle condotte fognarie risulta conforme a quanto prescritto nella *“Guida alla progettazione dei sistemi di collettamento e depurazione delle acque reflue urbane 2001”* a cura dell'ANPA Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territori

E' stata verificata l'accettabilità dei sistemi riceventi.

3. IMPIANTO IDRICO

3.1 Allacciamento acqua fredda

La rete di acqua potabile sarà derivata dal piazzale antistante il municipio mediante un allacciamento per acqua sanitaria sotto un contatore posto nel pozzetto interrato esistente.

All'interno del pozzetto in cls provvisto di chiusino in ghisa sferoidale C250 i componenti da utilizzarsi sono i seguenti, a partire dalla derivazione:

- N. 1 valvola di intercettazione;
- Contatore dei consumi;
- Valvola di non ritorno;
- N. 1 Rubinetto di scarico e prova;

La tubazione in polietilene interrata entrerà nel fabbricato sino ad un collettore in cassetta da dove si dovranno ripartire le seguenti alimentazioni:

- Alimentazione del boiler elettrico con valvola di non ritorno;
- Alimentazione delle vaschette di cacciata dei due wc;
- Alimentazione acqua fredda ai lavabi
- Alimentazione acqua fredda nel ripostiglio-magazzino.

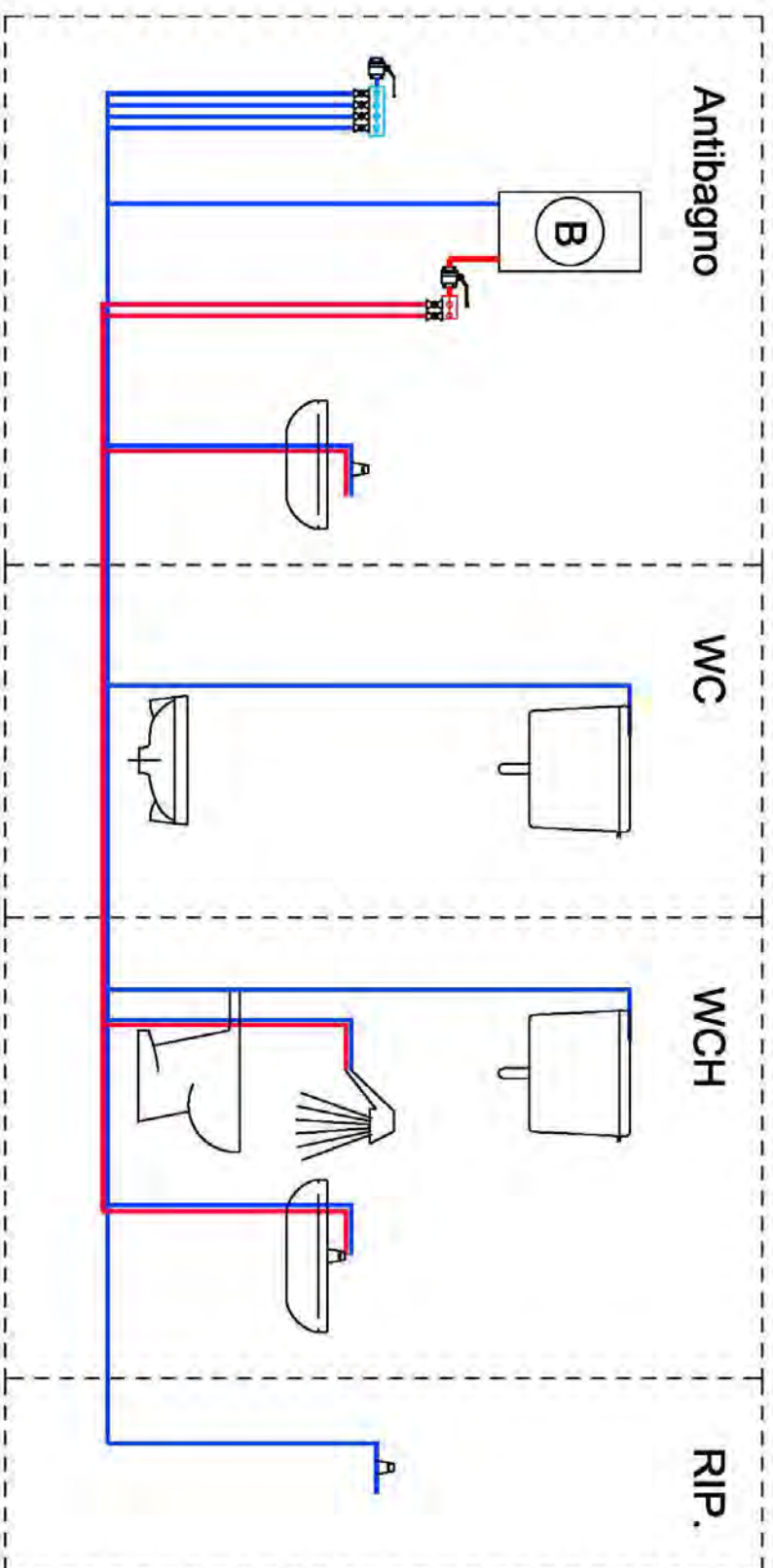
3.2 Schema distributivo

Schematicamente le reti di distribuzione dell'acqua sanitaria possono essere suddivise in tre parti:

_ collettori orizzontali: sono costituiti dalle tubazioni orizzontali (generalmente in vista) che distribuiscono l'acqua ai montanti verticali;

_ colonne: sono costituite dai montanti verticali (in vista o incassati nel muro) che hanno origine dai collettori orizzontali;

_ derivazioni interne: sono costituite dal complesso di tubazioni (generalmente sotto traccia) che collegano le colonne ai rubinetti di erogazione.



SCHEMA IMPIANTO IDRICO

3.3 Portate nominali

Le portate nominali sono le portate minime che devono essere assicurate ad ogni punto di erogazione. Le tabelle 1 e 2 riportano tali portate (e le relative pressioni richieste a monte) per erogatori di tipo normale. Per erogatori di tipo speciale si deve invece far riferimento ai cataloghi dei Produttori.

TAB. 1
PORTATE NOMINALI PER RUBINETTI D'USO GENERICO

Rubinetti	portata [l/s]	pressione [m c.a.]
Rubinetto da 3/8"	0,34	10
	0,48	20
	0,59	30
	0,68	40
Rubinetto da 1/2"	0,57	10
	0,81	20
	0,99	30
	1,14	40
Rubinetto da 3/4"	0,87	10
	1,23	20
	1,51	30
	1,74	40
Rubinetto da 1"	2,00	10
	2,83	20
	3,46	30
	4,00	40
Rubinetto da 1 1/4"	3,10	10
	4,38	20
	5,37	30
	6,20	40
Rubinetto da 1 1/2"	4,20	10
	5,94	20
	7,27	30
	8,40	40

TAB. 2
PORTATE NOMINALI PER RUBINETTI D'USO SANITARIO

Apparecchi	acqua fredda [l/s]	acqua calda [l/s]	pressione [m c.a.]
Lavabo	0,10	0,10	5
Bidet	0,10	0,10	5
Vaso a cassetta	0,10	—	5
Vaso con passo rapido	1,50	—	15
Vaso con flussometro	1,50	—	15
Vasca da bagno	0,20	0,20	5
Doccia	0,15	0,15	5
Lavello da cucina	0,20	0,20	5
Lavatrice	0,10	—	5
Lavastoviglie	0,20	—	5
Orinatoio comandato	0,10	—	5
Orinatoio continuo	0,05	—	5
Vuotatoio con cassetta	0,15	—	5

3.4 Portate di progetto

Sono le portate massime previste nei periodi di maggior utilizzo dell'impianto e sono le portate in base a cui vanno dimensionate le reti di distribuzione. Il loro valore dipende essenzialmente dalle seguenti grandezze e caratteristiche:

- portate nominali dei rubinetti,
- numero dei rubinetti,
- tipo utenza,
- frequenze d'uso dei rubinetti,
- durate di utilizzo nei periodi di punta.

e può essere determinato col calcolo delle probabilità.

Nei casi normali è però più conveniente utilizzare appositi diagrammi o tabelle. Di seguito si allegano le tabelle (derivate dalle norme prEN 806) che consentono di ricavare direttamente le portate di progetto in relazione (1) al tipo di utenza e (2) alle portate totali dei rubinetti installati:

TAB. 7 - SCUOLE E CENTRI SPORTIVI

Portate di progetto in relazione alle portate totali

Gt [l/s]	Gpr [l/s]	Gt [l/s]	Gpr [l/s]	Gt [l/s]	Gpr [l/s]
0,10	0,10	7,61	4,20	71,74	8,40
0,20	0,20	7,98	4,30	75,77	8,50
0,30	0,30	8,37	4,40	80,03	8,60
0,40	0,40	8,78	4,50	84,53	8,70
0,50	0,50	9,20	4,60	89,29	8,80
0,60	0,60	9,63	4,70	94,31	8,90
0,70	0,70	10,08	4,80	99,61	9,00
0,80	0,80	10,31	4,85	105,22	9,10
0,90	0,90	10,54	4,90	111,13	9,20
1,00	1,00	10,78	4,95	117,38	9,30
1,10	1,10	11,16	5,00	123,99	9,40
1,20	1,20	13,90	5,40	130,96	9,50
1,30	1,30	14,68	5,50	138,32	9,60
1,40	1,40	15,50	5,60	146,10	9,70
1,50	1,50	16,37	5,70	154,32	9,80
1,62	1,60	17,30	5,80	163,00	9,90
1,74	1,70	18,27	5,90	172,16	10,00
1,87	1,80	19,30	6,00	181,85	10,10
2,01	1,90	20,38	6,10	192,07	10,20
2,15	2,00	21,53	6,20	202,88	10,30
2,30	2,10	22,74	6,30	214,29	10,40
2,46	2,20	24,02	6,40	226,34	10,50
2,63	2,30	25,37	6,50	239,07	10,60
2,80	2,40	26,79	6,60	252,51	10,70
2,98	2,50	28,30	6,70	266,71	10,80
3,17	2,60	29,89	6,80	281,71	10,90
3,37	2,70	31,57	6,90	297,55	11,00
3,58	2,80	33,35	7,00	314,29	11,10
3,80	2,90	35,22	7,10	331,96	11,20
4,03	3,00	37,20	7,20	350,63	11,30
4,27	3,10	39,30	7,30	370,35	11,40
4,51	3,20	41,51	7,40	391,18	11,50
4,77	3,30	43,84	7,50	413,18	11,60
5,04	3,40	46,31	7,60	436,42	11,70
5,32	3,50	48,91	7,70	460,96	11,80
5,61	3,60	51,66	7,80	486,89	11,90
5,91	3,70	54,57	7,90	514,27	12,00
6,23	3,80	57,64	8,00	543,19	12,10
6,55	3,90	60,88	8,10	573,74	12,20
6,89	4,00	64,30	8,20	606,01	12,30
7,24	4,10	67,92	8,30	--	-

Gt = Portata totale, l/s

Gpr = Portata di progetto, l/s

3.5 Pressione dell'acquedotto

Questa pressione non deve essere né troppo alta né troppo bassa, in quanto:

- se è troppo bassa non consente l'erogazione delle portate richieste;
- se è troppo alta può causare rumori e danni ai rubinetti.

Per tale motivo è bene evitare, a monte dei rubinetti, pressioni superiori ai 50 m c.a..

Generalmente la pressione dell'acquedotto varia da 30 a 40 m c.a. e questo consente di servire edifici alti fino a quattro o cinque piani. Va comunque considerato che anche una rete a pressione sopraelevata non può servire più di sette/otto piani per evitare carichi troppo elevati sui rubinetti dei piani più bassi.

3.6 Pressione di progetto

È la pressione di esercizio minima prevista, ed è la pressione in base a cui vanno dimensionati i tubi delle reti di distribuzione.

In mancanza di una rilevazione precisa i calcoli sono stati effettuati per pressioni minime di 0,5 bar e 2 bar. I calcoli non hanno dato differenze sui diametri di distribuzione ma solo sui collettori di partenza. Si invita a procedere alla rilevazione della pressione erogata prima di scegliere il diametro dei collettori.

3.7 Carico unitario lineare

È la pressione unitaria che può essere spesa per vincere le resistenze idrauliche della rete. Con buona approssimazione, il suo valore può essere calcolato con la formula:

$$J = \frac{(P_{pr} - \Delta h - P_{min} - H_{app}) \cdot F \cdot 1.000}{L} \quad (1)$$

dove:

J = Carico unitario lineare, mm c.a./m

P_{pr} = Pressione di progetto, m c.a.

Δh = Dislivello tra l'origine de sfavorito, m c.a.

P_{min} = Pressione minima richiesta a monte del punto di erogazione più sfavorito, m c.a.

lla rete e il punto di erogazione più

H_{app} = Perdite di carico indotte dai principali componenti dell'impianto, m c.a. Si possono determinare con sufficiente approssimazione mediante la tab. 8, oppure in base alle portate di progetto e ai dati dei costruttori.

F = Fattore riduttivo che tiene conto delle perdite di carico dovute alle valvole di intercettazione, alle curve e ai pezzi speciali della rete, adimensionale. Si può assumere: F = 0,7.

L = Lunghezza della rete che collega l'origine al punto di erogazione più sfavorito, m

In base al valore del carico unitario [J] si possono fare le seguenti considerazioni:

- per J < 20 ÷ 25 mm c.a./m la pressione di progetto prevista è bassa ed è quindi consigliabile installare un sistema di sopraelevazione;

- per J < 110 ÷ 120 mm c.a./m la pressione di progetto prevista è alta ed è quindi consigliabile installare un riduttore di pressione.

La formula che segue, ricavata dalla (1) serve a calcolare la pressione di progetto necessaria per ottenere un valore predeterminato del carico unitario lineare.

$$P_{pr} = \Delta h + P_{min} + H_{app} + \frac{J \cdot L}{F \cdot 1.000} \quad (2)$$

TAB. 8
VALORI MEDI DELLE PERDITE DI CARICO INDOTTE
DAI PRINCIPALI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

Componenti	H _{app} [m c.a.]
Contatore d'acqua generale	6 ÷ 8
Contatore d'acqua d'alloggio	3 ÷ 4
Disconnettore	5 ÷ 6
Miscelatore termostatico	4
Miscelatore elettronico	2
Scambiatore di calore a piastre	4
Addolcitore	8
Dosatore di polifosfati	4

3.8 Velocità massime consentite

Sono le velocità massime con cui l'acqua può fluire nei tubi senza causare rumori o vibrazioni.

Il loro valore dipende da molti fattori, quali ad esempio: il tipo di impianto, il diametro e il materiale dei tubi, la natura e lo spessore dell'isolamento termico.

Di seguito sono riportate le velocità massime generalmente accettabili negli impianti di tipo A (a servizio di edifici residenziali, uffici, alberghi, ospedali, cliniche, scuole e simili) e di tipo B e, palestre e simili).

TAB. 9
VELOCITÀ MASSIME CONSENTITE

Materiale tubi	ϕ tubi	impianti tipo A v _{max} (m/s)	impianti tipo B v _{max} (m/s)
Acciaio zincato	fino a 3/4"	1,1	1,3
	1"	1,3	1,5
	1 1/4"	1,6	1,8
	1 1/2"	1,8	2,1
	2"	2,0	2,3
	2 1/2"	2,2	2,5
	oltre 3"	2,5	2,8
Pead PN10 e PN16	fino a DN 25	1,2	1,4
	DN 32	1,3	1,5
	DN 40	1,6	1,8
	DN 50	1,9	2,2
	DN 63	2,1	2,4
	DN 75	2,3	2,6
	oltre DN 90	2,5	2,8
Multistrato	fino a DN 26	1,2	1,4
	DN 32	1,3	1,5
	DN 40	1,6	1,8
	DN 50	2,0	2,3

3.9 Metodo di dimensionamento dei tubi delle reti idriche

Si è optato per il metodo del carico unitario lineare. È un metodo che prevede il dimensionamento dei tubi in base al carico unitario lineare disponibile. Nei calcoli allegati è stato sviluppato nel seguente modo:

1. determinazione delle portate nominali di tutti i punti di erogazione;
2. in base alle portate nominali sopra determinate, si calcolano le portate totali dei vari tratti di rete;
3. determinazione delle portate di progetto dei vari tratti di rete in relazione alle portate totali e al tipo di utenza;
4. si calcola il carico unitario lineare disponibile;
5. si dimensionano i diametri in base alle portate di progetto e al carico unitario lineare. Le tabelle consentono anche di verificare se il diametro scelto comporta o meno una velocità accettabile.

RISULTATI DEL DIMENSIONAMENTO AD UTENZE PER UNA PRESSIONE D'INGRESSO DI 2 ATM

Numero utenza	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣUcf	ΣUcc
	beverino	bidet	doccia	doccia di emergenza	lavabiancheria	lavabo	lavello di cucina	orinatoio passo rapido	orinatoio rub. a vela	pilozzo	vasca da bagno	vasi a cassetta	vasi con passo rapido	vuotatoio con cassetta	vuotatoio con flussometro		
	Ucf	0,75	1,5	3	3	2	1,5	2	10	0,75	2	3	5	10	5	10	
	Ucc	0	1,5	3	0	0	1,5	2	0	0	2	3	0	0	0	0	
1				2		2						2				19	3
2												2				10	0
3												1				5	0
4						1										1,5	1,5
5				1												3	0
6						1										1,5	1,5
7				1												3	0

Nodo	padre	Riferimento utenza N°	Ucf	Ucc	Portata a.f.	Portata a.c.	Diametro tubazione a.f.	Diametro tubazione a.c.	Note
1	0	1	43,00	6,00	1,69	0,31	1"1/4	1/2"	
2	1	2	15,00	0,00	0,72	0,00	1"	-	
3	2	3	5,00	0,00	0,26	0,00	1/2"	-	
4	1	4	1,50	1,50	0,07	0,07	1/2"	1/2"	
5	1	5	3,00	0,00	0,15	0,00	1/2"	-	
6	1	6	1,50	1,50	0,07	0,07	1/2"	1/2"	
7	1	7	3,00	0,00	0,15	0,00	1/2"	-	

