

ALLEGATO ALLA DELIB. CONS.

N. 8 DEL 7 - 11 FEB. 2008



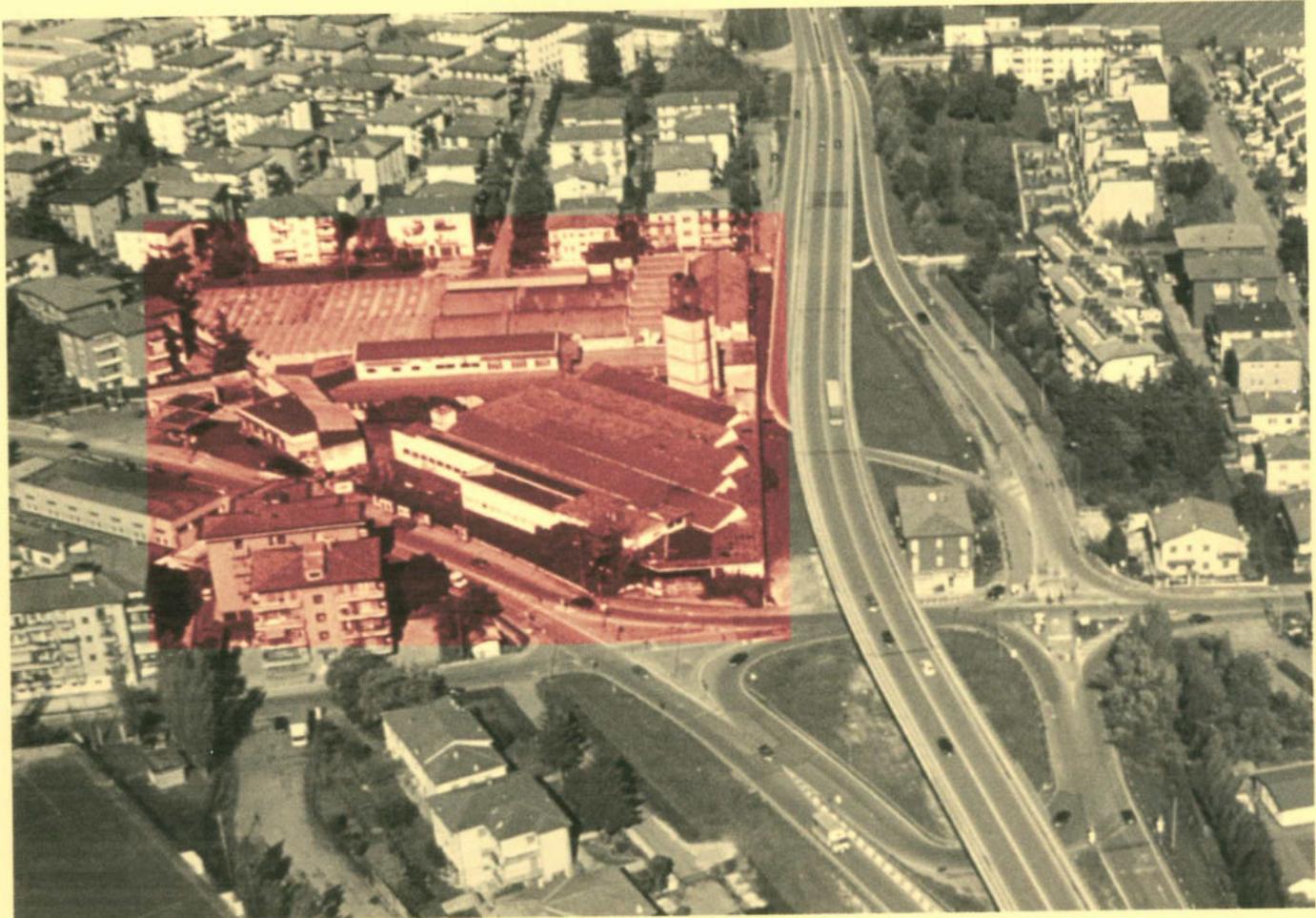
IL PRESIDENTE
F.to SARRACCO

IL SEGRETARIO GEN.LE
F.to MACCARI

Ca' Balbi

Barcaro-Zaccaria/Vicenza

D3



IL DIRETTORE DEL
DIPARTIMENTO DELLO SVILUPPO DEL TERRITORIO
F.to Arch. Lorella Bressanello

IL DIRETTORE DEL SETTORE URBANISTICA
F.to arch. Franco Zanella

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO (P.U.A.) - PIANO DI LOTTIZZAZIONE

Relazione Idraulica - Reti Fognarie

A cura di: Ing. Giovanni Crosara

FEBBRAIO 2006

Elaborato adeguato ai contenuti dell'osservazione N. 1 F.T. del 12 Ottobre 2007

Centro degli Architetti
Pianificatori, Paesaggisti e
Conservatori Provincia di Vicenza

SERGIO NOVELLO
Sergio Novello ARCHITETTO

S. Novello

SERGIO NOVELLO ARCHITETTO

QUADRANTE EST SRL
[Signature]

COMUNE DI VICENZA

PROVINCIA DI VICENZA

**Verifica reti fognarie per acque meteoriche e per acque nere
relative al Piano Attuativo dell'Area Barcaro / Zaccaria
in località Cà Balbi nel Comune di Vicenza**

RELAZIONE IDRAULICA

Il Tecnico

Ing. Giovanni Crosara



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Giovanni Crosara".

Vicenza, Ottobre 2007

Giovanni Crosara *ingegnere civile idraulico*

studio di ingegneria a Vicenza in stradella del soccorso soccorsetto 5

telefono e fax 0444 - 54.18.88 e-mail crosarag@libero.it

INDICE

PARTE PRIMA: INTRODUZIONE	3
1. Premesse	3
2. Inquadramento territoriale	4
PARTE SECONDA: LA RETE DI FOGNATURA ACQUE BIANCHE	7
1. Elaborazione delle precipitazioni	7
2. Determinazione del tempo di ritorno	10
3. Calcolo idraulico di verifica	15
4. Descrizione della rete fognaria acque bianche	20
4.1. Le condotte	20
4.2. I pozzetti di ispezione stradale	20
4.3. Gli allacciamenti	21
4.4. Le caditoie stradali	21
PARTE TERZA : LA RETE DI FOGNATURA ACQUE NERE	22
1. Determinazione della portata acque nere	22
2. Verifica dell'azione autopulente	24
3. Scala delle portate	25
4. Descrizione della rete fognaria acque nere	26
4.1. Le condotte	26
4.2. I pozzetti di ispezione stradale	26
4.3. Gli allacciamenti	27
ALLEGATO: CALCOLI IDRAULICI DI VERIFICA	28

PARTE PRIMA: INTRODUZIONE

1. PREMESSE

Su richiesta del progettista Arch. Sergio Novello con Studio di Progettazione di Architettura in Vicenza si è proceduto alla verifica idraulica della rete fognaria per acque meteoriche e della rete fognaria per acque nere relative all'Intervento Urbanistico Preventivo Area BARCARO/ZACCARIA in località Cà Balbi nel Comune di Vicenza.

Il presente studio è limitato alle opere fognarie esterne agli edifici di progetto, in quanto quelle interne sono di competenza dell'ingegnere impiantista che redigerà il progetto degli impianti idrici-sanitari e di riscaldamento in sede di progetto esecutivo dell'intervento.

Il progetto della rete fognaria prevede, due diverse canalizzazioni, una per le acque nere ed una per le acque meteoriche con il cosiddetto sistema "separato".

Il presente studio idraulico si pone l'obbiettivo di:

- calcolare la portata nera (in tempo secco) che andrà a defluire nella rete fognaria comunale;
- calcolare la portata meteorica (in tempo di pioggia) che andrà a defluire nella rete fognaria comunale;
- verificare il dimensionamento del sistema fognario di raccolta delle acque nere;
- verificare il dimensionamento del sistema fognario acque meteoriche.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il nuovo complesso, a destinazione residenziale, commerciale e direzionale, si estende su di un'area posta nella zona Est della città in località Cà Balbi tra Via Camisana e Via Brocchi.

L'area oggetto si presenta già ampiamente impermeabilizzata come evidenziato nella planimetria relativa allo stato attuale.



Inquadramento Territoriale

Dal punto di vista idraulico le aree considerate alla formazione del deflusso delle acque meteoriche sono le superfici coperte (i tetti degli edifici), le superfici pavimentate, le strade i marciapiedi, per una superficie complessiva dell'intero intervento di circa 14.484 mq.

La ripartizione delle superficie previste nell'intervento in progetto è evidenziata nella tabella seguente.

RIPARTIZIONE SUPERFICI	
<i>Natura dell'Area</i>	<i>Superficie (mq)</i>
Superficie coperta	3.188
Verde	3.332
Verde su piano interrato	1.660
Park	1.700
Percorsi Pedonali Piazza	3.836
Rampe	455
Atre (griglie ventilazione)	313
TOTALE	14.484

La rete fognaria esistente nella zona di intervento è di tipo "unitario" ed è presente in Via Brocchi con un collettore del DN 40 cm posto superficialmente (la differenza tra la quota di scorrimento e la quota del piano strada è di circa 1,0 metro).

L'intero schema fognario "unitario" esistente è interessato dal Progetto Generale Integrato di razionalizzazione e di risanamento da parte di AIM Vicenza Spa, redatto dal sottoscritto, di cui per completezza si riportano in sintesi le principali scelte progettuali.

Il progetto prevede per l'ambito posto a nord di Viale Camisano lo sdoppiamento dell'attuale sistema fognario di tipo "unitario" mediante la realizzazione di una nuova rete fognaria nera; la rete mista esistente diverrà quindi la nuova fognatura bianca.

Viene realizzato un nuovo tratto fognario anche in Viale Camisano che, analogamente alla nuova rete a nord, si allaccerà alla rete esistente.

Nell'area posta a sud di Viale Camisano denominata Stanga si prevede la realizzazione di una nuova rete fognaria per acque nere che andrà a collegarsi al sistema fognario previsto nel Progetto Quadrante Nord-Est 1° stralcio, opera già finanziata e non inclusa nel presente PGI.

Contestualmente in Via della Stanga si prevede la realizzazione di una nuova rete di raccolta per acque meteoriche che, dopo un sollevamento e un tratto in pressione parallelo al campo di calcio, scaricherà le acque meteoriche nella rete idrografica minore.

La soluzione progettuale prevede pertanto:

- *la realizzazione di una nuova rete di fognatura nera a gravità nell'ambito a nord di Viale Camisano lungo le seguenti strade: Via Dal Pozzo, Via Anguissola, Via Scaramuzza, Via Matteazi, Via Rampato, Via Brocchi, Via Verci, Viale Camisano (lato nord);*
- *la realizzazione di una nuova rete di fognatura nera a gravità nell'ambito a sud di Viale Camisano lungo le seguenti strade: Viale Camisano (lato sud), Viale della Pace, Via della Stanga;*
- *la realizzazione di una stazione di sollevamento per acque nere interrata dotata di n. 2 elettropompe sommergibili da posizionarsi in corrispondenza del nuovo sottopasso ferroviario Viale della Pace-Via Alidosio;*
- *la realizzazione di un tratto di fognatura nera in pressione uscita dalla stazione di sollevamento per acque nere con innesto nel sistema fognario previsto nel Progetto Quadrante Nord-Est 1° stralcio (non incluso nel presente PGI);*
- *la realizzazione di una stazione di sollevamento per acque meteoriche interrata dotata di n. 2 elettropompe sommergibili da posizionarsi lungo Via della Stanga;*
- *la realizzazione di un nuovo tratto di rete di fognatura bianca e la contestuale posa di una nuova rete di caditoie lungo Via della Stanga, che andrà ad innestarsi nella stazione di sollevamento per acque meteoriche;*
- *la realizzazione di un tratto di fognatura bianca in pressione lungo il campo di calcio in uscita dalla stazione di sollevamento per acque meteoriche e con scarico terminale nella rete idrografica minore.*

La rete fognaria nera di progetto avrà come recapito terminale il depuratore "Città di Vicenza".

(Fonte: Progetto Generale Integrato del Sistema di Fognatura e Depurazione del Comune di Vicenza - AIM Vicenza Spa - Ing. Giovanni Crosara – Anno 2003)

PARTE SECONDA: LA RETE DI FOGNATURA ACQUE BIANCHE

1. ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI

Per la stima della portata meteorica massima meteorica si è fatto riferimento alle precipitazioni di massima intensità registrate nella stazione pluviografica di Vicenza.

L'elaborazione si svolge direttamente sui valori osservati per le piogge brevi e intense (scrosci) cioè quelle con durata da pochi minuti fino ad un'ora e per le precipitazioni di più ore consecutive.

Alle precipitazioni massime di data durata si applica la seguente descrizione statistica, comune a molte serie idrologiche:

$$X (Tr) = X_m + F S_x$$

In cui:

$X (Tr)$ il valore caratterizzato da un periodo di ritorno Tr , ossia l'evento che viene eguagliato o superato;

X_m il valore medio degli eventi considerati;

F fattore di frequenza;

S_x scarto quadratico medio

Per il caso in esame si è utilizzata la distribuzione doppio-esponenziale di *Gumbel*.

Al fattore F si assegna l'espressione:

$$F = (Y (Tr) - Y_N) / S_N$$

essendo la grandezza $Y (Tr)$, funzione del Tempo di ritorno, la cosiddetta variabile ridotta, e Y_N e S_N rappresentano la media e lo scarto quadratico medio della variabile ridotta: esse sono funzioni del numero N di osservazioni.

I valori di questi parametri sono riportati nella tabella seguente.

Valori dei parametri YN e Sn secondo Gumbel										
MEDIA RIDOTTA YN										
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5154	0.5177	0.5198	0.5217
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5282	0.5296	0.5309	0.5321	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5403	0.5411	0.5417	0.5424	0.5430
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5472	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5532	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5571	0.5573	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5584
90	0.5586	0.5588	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600	0.5602	0.5603	0.5604	0.5605	0.5606	0.5608	0.5609	0.5610	0.5611
DEVIAZIONE STANDARD RIDOTTA SN										
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	1.0010	1.0148	1.0270	1.0378	1.0476	1.0564	1.0644	1.0717	1.0785	1.0847
20	1.0904	1.0958	1.1008	1.1055	1.1098	1.1140	1.1178	1.2115	1.1250	1.1283
30	1.1314	1.1344	1.1372	1.1399	1.1425	1.1449	1.1473	1.1496	1.1518	1.1538
40	1.1559	1.1578	1.1597	1.1614	1.1632	1.1649	1.1665	1.1680	1.1696	1.1710
50	1.1724	1.1738	1.1752	1.1765	1.1777	1.1789	1.1801	1.1813	1.1824	1.1835
60	1.1846	1.1856	1.1866	1.1876	1.1886	1.1895	1.1904	1.1913	1.1922	1.1931
70	1.1939	1.1947	1.1955	1.1963	1.1971	1.1978	1.1986	1.1993	1.2000	1.2007
80	1.2014	1.2020	1.2027	1.2033	1.2039	1.2045	1.2052	1.2057	1.2063	1.2069
90	1.2075	1.2080	1.2086	1.2091	1.2096	1.2101	1.2106	1.2111	1.2116	1.2121
100	1.2126	1.2130	1.2135	1.2139	1.2144	1.2148	1.2153	1.2157	1.2161	1.2165

La funzione $Y(Tr)$ è legata al tempo di ritorno Tr dalla relazione:

$$Y(Tr) = -\ln(-\ln((Tr-1)/Tr))$$

Con le idonee sostituzioni si ricava l'espressione:

$$X(Tr) = X_m - S_x YN/SN + S_x Y(Tr)/SN$$

in cui $X_m - S_x YN/SN$ è chiamata *moda* e rappresenta il valore con massima frequenza probabile ed il fattore S_x/SN con il termine *alpha*.

In allegato sono dettagliatamente riportati i risultati dell'elaborazione eseguita.

Per ciascun tempo di ritorno si è provveduto a calcolare l'equazione pluviometrica mediante interpolazione.

I risultati ottenuti forniscono i valori di a e n nell'equazione $h = a t^n$:

<i>Coefficienti dell'equazione pluviometrica PER PRECIPITAZIONI BREVI E INTENSE</i>		
<i>Tr (anni)</i>	<i>a</i>	<i>n</i>
10	50.19	0.43
20	57.96	0.44
50	68.02	0.45

<i>Coefficienti dell'equazione pluviometrica PER PRECIPITAZIONI ORARIE</i>		
<i>Tr (anni)</i>	<i>a</i>	<i>N</i>
10	49.198	0.217
20	57.58	0.205
50	68.462	0.193

Ottenute le curve di possibilità pluviometrica è possibile stabilire per un prefissato tempo di ritorno Tr il valore dell'evento che gli corrisponde.

Assegnato Tr si possono ricavare per ogni durata t i valori di h corrispondenti cioè le altezze di precipitazione che ricorrono mediamente ogni Tr anni.

Il valore del Tr che verrà adottato per il caso in esame è stato determinato nel paragrafo seguente.

2. DETERMINAZIONE DEL TEMPO DI RITORNO

L'analisi delle grandezze idrologiche permette di associare al loro valore il concetto di rischio che sta alla base della progettazione idraulica.

Nel nostro caso la grandezza idrologica che consideriamo è l'altezza di precipitazione critica che può essere associata ad un tempo di ritorno, ovvero la durata media del periodo in cui l'evento fissato venga superato una sola volta.

La definizione del tempo di ritorno dell'evento meteorico critico viene fatta mediante un'analisi multicriteriale.

Per la scelta dell'intervallo di rischio di progetto, cioè dei valori massimi e minimi del Tempo di Ritorno, si parte da una matrice di orientamento redatta in base a normative e regolamenti di livello nazionale e internazionale e alla realtà locale dei bacini dell'Alto Adriatico.

Nel caso specifico si ha:

Tipologia di opera idraulica	Tr min (anni)	Tr max (anni)
<i>Fognature</i>		
Collettori acque bianche	10	30

Dedotto tale intervallo di rischio idraulico di riferimento per dimensionare l'opera di progetto si classifica la stessa in base ad una serie di criteri in modo da avere un orientamento più preciso relativamente a quale parte di detto intervallo fare riferimento per il dimensionamento.

I criteri individuati sono riferiti a tre categorie di conoscenze:

A. Criteri riferiti alla tipologia delle opere

1. criterio della modificazione della probabilità del danno dovuta al tipo di opera
2. criterio delle dimensioni caratteristiche che non variano al variare del rischio assunto
3. criterio del sito di realizzazione dell'opera, legato al fattore di impatto ecologico
4. criterio della capacità residua delle opere di mantenere la funzionalità di progetto

B. Criteri riferiti alla tipologia del sito dove insiste l'opera

5. criterio legato all'impatto paesaggistico-ambientale
6. criterio legato ai costi sociali

C. Criteri riferiti al valore del bene difeso

7. gli edifici
8. gli insediamenti produttivi
9. l'agricoltura
10. la viabilità

11. le infrastrutture a rete

Si usa un metodo multicriterio qualitativo che consiste nell'assegnare ai criteri un valore qualitativo che indica se il tempo di ritorno da assumere, per quello specifico criterio, debba essere massimo, medio, minimo.

Tale indice è esprimibile con un valore numerico ordinale, 2, 1, 0.

A) Criteri riferiti alla tipologia delle opere

Criterio della modificazione della probabilità del danno dovuta al tipo di opera

L'inserimento di un'opera idraulica di difesa modifica il naturale deflusso delle acque e modifica conseguentemente la legge di distribuzione di probabilità di verificarsi del danno di evento calamitoso.

Nel caso specifico, i collettori di fognatura hanno sostanzialmente la funzione di drenare e collettare l'acqua che si genera sul territorio servito e il loro funzionamento è legato alla portata di progetto, superata la quale si ha la stessa sommersione del territorio che si avrebbe senza collettore.

Il tempo di permanenza dell'evento alluvionale viene però modificato dalla presenza del collettore e quindi viene contenuto il danno. (indice=1).

Criterio delle dimensioni caratteristiche dell'opera

La variazione delle dimensioni di un'opera in funzione del tempo di ritorno incide sui costi di realizzazione dell'opera stessa. Si sono individuate le dipendenze funzionali delle caratteristiche geometriche delle opere dal tempo di ritorno in modo da evidenziare come varia la curva dei costi al variare dello stesso tempo di ritorno. In questo modo è possibile giudicare la convenienza di adottare tempi di ritorno più o meno alti in funzione dell'incremento di costo che questi comportano.

Per le reti fognarie si vede come modeste a grandi variazioni di T_r corrispondano piccole variazioni di costo. Pertanto si assume un tempo di ritorno alto (indice=1).

Criterio dell'impatto ecologico dell'opera

La realizzazione di un'opera idraulica, per le modificazioni che esse induce, implica sempre un certo impatto sull'ambiente tanto più forte quanto più grande è l'opera. Si valuta l'impatto legato alla variazione che l'opera può indurre nella naturalità del corso d'acqua cambiandone le caratteristiche o legato alle modificazioni del paesaggio.

Le opere di fognatura in generale non modificano tali equilibri naturali quindi si assume un tempo di ritorno massimo. (indice=2).

Critero della capacità residua dell'opera a mantenere la funzionalità di progetto

Un'opera idraulica qualora venga interessata da un evento di piena maggiore di quello di progetto può essere danneggiata o distrutta dall'evento stesso; in tal caso anche eventi minori di quello di progetto arrecano danno al territorio che afferisce all'opera.

Le opere di fognatura mantengono inalterata la propria funzionalità per cui non è necessario aumentare i tempi di ritorno per avere una maggiore garanzia di sicurezza per gli eventi seguenti all'evento di progetto.

Si assume pertanto un tempo di ritorno minimo. (indice=0).

B) Criteri riferiti alla tipologia del sito dove insiste l'opera

Critero legato all'impatto ambientale paesaggistico

Per quanto riguarda l'influenza delle opere entro terra, l'impatto si considera limitato e quindi non costituisce vincolo per l'adozione del tempo di ritorno massimo.

Si sceglie pertanto un tempo di ritorno massimo. (indice=2).

Critero dei costi sociali

La realizzazione di un'opera idraulica comporta oltre al puro costo di investimento una serie di costi aggiuntivi, definiti anche come costi sociali, intesi come perdite di tempo per limitazioni al traffico generate dai lavori. Ovviamente i costi aggiuntivi maggiori si hanno quando l'opera viene realizzata in zone di elevata mobilità; maggiore è il tempo di ritorno, minore è la probabilità di rinteressare la zona con i lavori e quindi con i disagi provocati.

L'opera viene realizzata in una zona in prossimità del centro storico, si assume un tempo di ritorno massimo (indice=2).

C) Criteri riferiti al valore del bene difeso

Gli aspetti economici coinvolti dalla presenza di un'opera di difesa idraulica possono essere individuati analizzando gli effetti negativi che si avrebbero nel caso che l'opera non sia realizzata; si valuta quindi il danno evitato.

Edifici

La rete fognaria viene realizzata in un'area in cui sono presenti edifici; si assume un tempo di ritorno massimo. (indice=2).

Insedimenti produttivi

L'opera evita danni in una zona priva di insediamenti produttivi di una certa importanza; si assume un tempo di ritorno minimo. (indice=0).

Agricoltura

L'area interessata dalla costruzione dell'opera non presenta un'agricoltura di pregio; si assume pertanto un tempo di ritorno minimo. (indice=0).

Viabilità

L'opera viene costruita in una zona interessata da viabilità di importanza secondaria; si assume pertanto un tempo di ritorno minimo. (indice=0).

Infrastrutture a rete

Si riscontra la presenza di infrastrutture a rete (gasdotti, linee di alta tensione, linee di comunicazione telematica, ecc) nell'area interessata dall'opera di progetto; si assume pertanto un tempo di ritorno medio. (indice=1).

Descrizione della metodologia per l'individuazione del valore orientativo del rischio di progetto

Una volta definiti gli undici attributi da dare ai criteri per l'opera in esame, si tratta di determinare un parametro unico che permetta di entrare nell'intervallo predefinito tra Tr_{min} e Tr_{max} e stabilire quale tempo di ritorno adottare.

Per individuare il Tr si utilizza un'equazione derivata dalla tecnica di analisi multicriteria denominata Compromise Programming.

Per prima cosa si associa al valore di Tr_{max} un punto ideale nello spazio a 11 dimensioni (tanti sono i criteri individuati) rappresentato dal vettore che assume, per tutti i criteri, i valori massimi che si possono attribuire all'indice:

$$\text{Punto Ideale} = P = (x_{1max}, x_{2max}, \dots, x_{imax}, \dots, x_{11max})$$
$$\text{con } x_{1max} = \dots = x_{imax} = 2$$

Si associa poi al valore V che identifica l'opera in esame il punto rappresentato dagli 11 valori attribuiti ai criteri:

$$V = V(x_1, \dots, x_i, \dots, x_{11})$$

e si calcola la distanza geometrica D del Punto Ideale dal punto V

$$D = \sqrt{(\sum_i (x_{imax} - x_i)^2)}$$

dove x_i identifica il giudizio attribuito al criterio i per l'opera in esame;

Si associa al valore di Tr_{min} un punto identificato dal vettore che assume, per tutti i criteri, i valori minimi che si possono attribuire all'indice:

$$\text{Punto } Tr_{min} = O = (x_{1min}, x_{2min}, \dots, x_{imin}, \dots, x_{11min})$$
$$\text{con } x_{1max} = \dots = x_{imax} = 0$$

Si calcola quindi la distanza massima D_{max} tra il punto ideale che rappresenta Tr_{max} ed il punto O che rappresenta Tr_{min} :

$$D_{\max} = \sqrt{\sum_i (x_{i\max} - x_{i\min})^2}$$

Il tempo di ritorno di riferimento per l'opera in esame può essere espresso in relazione alla proporzionalità delle due distanze individuate:

$$Tr = Tr_{\max} - (Tr_{\max} - Tr_{\min}) D / D_{\max}$$

Determinato in questo modo Tr_{calcolo} si adotta, per le valutazioni di portata e precipitazione di progetto, il tempo di ritorno della classe nella quale esso ricade e che può assumersi come segue:

classe 1	Tr=10 anni	per $Tr_{\text{calcolo}} < 15$
classe 2	Tr=20 anni	per $15 \leq Tr_{\text{calcolo}} < 25$
classe 3	Tr=30 anni	per $25 \leq Tr_{\text{calcolo}} < 40$
classe 4	Tr=50 anni	per $40 \leq Tr_{\text{calcolo}} < 60$
classe 5	Tr=100 anni	$Tr_{\text{calcolo}} \geq 60$

Per il caso in esame si è determinato un tempo di ritorno di 20 anni.

3. CALCOLO IDRAULICO DI VERIFICA

Al fine di stimare la massima portata meteorica che andrà a defluire nella sezione terminale, innesto con la futura condotta AIM in Via della Stanga si determina anzitutto il coefficiente medio di deflusso per l'ambito in questione.

Il coefficiente di deflusso ϕ è il parametro che determina la trasformazione degli afflussi in deflussi. Il coefficiente di deflusso è determinato infatti come il rapporto tra il volume defluito attraverso una assegnata sezione in un definito intervallo di tempo e il volume meteorico precipitato nell'intervallo stesso.

Il coefficiente di deflusso viene valutato considerando le caratteristiche di permeabilità delle diverse superfici presenti nell'intero bacino scolante.

Per le reti destinate alla raccolta delle acque meteoriche di un centro abitato valgono, di massima, i coefficienti relativi a una pioggia avente durata di un'ora.

<i>Valori del coefficiente di deflusso relativi a una pioggia avente durata oraria</i>	
<i>Tipi di superficie</i>	ϕ
Tetti metallici	0.95
Tetti a tegole	0.90
Tetti piani con rivestimento in calcestruzzo	0.7÷0.8
Tetti piani ricoperti di terra	0.3÷0.4
Pavimentazioni asfaltate	0.9
Pavimentazioni in pietra	0.8
Massicciata in strade ordinarie	0.4÷0.8
Strade in terra	0.4÷0.6
Zone con ghiaia non compressa	0.15÷0.25
Giardini	0÷0.25
Boschi	0.1÷0.3
Parti centrali di città completamente edificate	0.70÷0.90
Quartieri con pochi spazi liberi	0.50÷0.70
Quartieri con fabbricati radi	0.25÷0.50
Tratti scoperti	0.10÷0.30
Terreni coltivati	0.20÷0.60

(Fonte: Luigi Da Deppo e Claudio Datei dal volume "Fognature")

Dalla relazione seguente si ricava il valore del coefficiente di deflusso medio ϕ_{medio} :

$$\phi_{medio} = (S_i \times \phi_i) / S$$

ϕ_{medio} = coefficiente di deflusso medio relativo alla superficie scolante totale

S = superficie scolante totale (mq)

S_i = Superfici scolanti omogenee (mq)

ϕ_i = coefficiente di deflusso relativo alle S_i

AREE SCOLANTI RELATIVE AL COLLETTORE TERMINALE	
Natura del suolo	Superficie (mq)
Superficie coperta	3.188
Verde	3.332
Verde su piano interrato	1.660
Park	1.700
Percorsi Pedonali Piazza	3.836
Rampe	455
Altre	313
TOTALE	14.484

Nel caso in esame si stima **0,65** il coefficiente di deflusso per l'area relativa al collettore principale.

Il calcolo della portata, conseguente alla precipitazione assegnata, è stato condotto utilizzando il **metodo razionale**, noto in Italia come **metodo cinematico** o del **ritardo di corrivazione**; il metodo si presta ad essere utilizzato in molti casi e generalmente applicato a bacini scolanti di relativamente limitata estensione.

Assumendo un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione tutto il bacino contribuisce alla formazione della portata massima.

Per determinare il tempo di corrivazione t_c si deve fare riferimento alla somma:

$$t_c = t_a + t_r$$

in cui t_a è il tempo d'accesso alla rete, sempre di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa e il livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché alla altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto.

Recenti studi svolti presso il Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti, 1996) determinano una stima del tempo di accesso a mezzo del modello del *condotto equivalente*, sviluppato partendo dalla considerazione che il deflusso è in realtà un deflusso in una rete di piccole canalizzazioni incognite (grondaie, cunette, canalette, piccoli condotti) che raccolgono le acque scolanti lungo le singole falde dei tetti e delle strade.

Tali studi hanno condotto, per sottobacini sino a 10 ettari, all'equazione:

$$tai = ((3600^{(n-1)/4} 0.5 li)/(si^{0.375} (a \phi i Si)^{0.25}))^{4/(n+3)}$$

essendo:

tai = tempo d'accesso dell'*i*-esimo sottobacino [s]

li = massima lunghezza del deflusso dell'*i*-esimo sottobacino [m]

si = pendenza media dell'*i*-esimo sottobacino [m/m]

ϕi = coefficiente di deflusso dell'*i*-esimo sottobacino [m/m]

Si = superficie di deflusso dell'*i*-esimo sottobacino [ha]

a, n = coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica

Per la determinazione di li viene proposta l'equazione:

$$li = 19.1 (100 Si)^{0.548}$$

nella quale Si è in ettari e la lunghezza li in metri.

Nel caso in esame il sottobacino considerato, per la determinazione del tempo di accesso alla rete, è il sottobacino posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo.

Stima del tempo di accesso ta								
Sottobacino considerato	Si (ha)	li^* (m)	ϕ	si	a	n	tai (s)	tai (min)
Sottobacino totale	1,448	300	0,65	0.0005	57,96	0,44	768	12

Il tempo di rete tr , è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria; tr è quindi determinato dal rapporto la lunghezza della rete e la velocità della corrente

$$tr = \sum Li/Vi$$

nella quale la sommatoria va estesa a tutti i rami che costituiscono il percorso più lungo:

Nel caso in esame si è considerato un unico collettore principale.

Stima del tempo di rete t_r				
Tratto	V_{ui}	L_i	t_{ri}	t_{ri}
	(m/s)	(m)	(s)	(m)
Collettore principale	0.8	300	375	6
Tempo di rete t_r				6

Determinato t_a e t_r si ricava un valore del tempo di corrivazione " t_c " di circa 18 minuti.

La portata massima nella sezione terminale si ha assumendo un tempo di pioggia (durata della precipitazione) pari al tempo di corrivazione calcolato.

La condizione *tempo di pioggia* (t) = *tempo di corrivazione* (t_c) porta ad un idrogramma di piena avente forma di triangolo isoscele, caratterizzato da un valore massimo della portata doppio di quello medio; in tale ipotesi tutto il bacino scolante considerato contribuisce alla formazione della portata massima.

Con le ipotesi di cui sopra e dalla relazione seguente proposta dal **metodo cinematico** si ricava il valore della portata meteorica massima relativa al bacino scolante considerato:

$$Q_{max} = \phi_{medio} S h / t$$

in cui:

Q_{max} = portata massima (l/s)

ϕ_{medio} = coefficiente di deflusso medio;

S = superficie scolante totale;

h = altezza di pioggia valutata con l'espressione relativa alla curva di possibilità climatica;

t = tempo di pioggia assunto pari al tempo di corrivazione t_c ;

Determiniamo quindi la portata massima relativa al bacino scolante. per tempi di ritorno di 20 anni.

Applicando il metodo cinematico si stima, per una pioggia breve ed intensa, una portata Q_{max} per un tempo di ritorno di 20 anni di 297 l/s per l'intera area scolante (relativa al collettore principale terminale).

Utilizzando la formula di Gauckler-Strickler del moto uniforme, per regimi a pelo libero si determina la capacità di deflusso del collettore terminale:

$$V = K_s \times (R_h)^{2/3} \times (i)^{1/2} \quad (\text{m/s})$$

dove:

V = velocità di scorrimento nella tubazione (m/s)

K_s = coefficiente di scabrezza di Strickler 80 m^{1/3}s⁻¹

i = pendenza della tubazione (‰)

R_h = raggio idraulico = D/4 (m)

D = diametro interno (mm)

In allegato sono riportati per completezza di trattazione i calcoli idraulici e la scala delle portate della condotta principale.

4. DESCRIZIONE DELLA RETE FOGNARIA ACQUE BIANCHE

4.1. Le condotte

I collettori principali della nuova fognatura bianca sono previsti in calcestruzzo con giunto a bicchiere per le condotte di diametro nominale 600 mm ed in PVC SN4 SDR41 per le condotte del DN 400 mm che si dovranno posare nel vano che i progettisti andranno a ricavare tra il solaio di copertura del piano interrato e la pavimentazione della piazza centrale.

Il tracciato planimetrico scelto per i collettori principali è rappresentato nella *Planimetria di progetto*.

Lo schema fognario acque meteoriche prevede in particolare la realizzazione di un tratto di collettore principale posto ad a ovest che raccoglie le acque degli edifici 2,3,4 e delle aree pertinenti (del DN 60 cm), un tratto di collettore centrale che raccoglie le acque della piazza (del DN 40 cm), un tratto di collettore posto ad est e a sud dell'area che raccoglie le acque dei parcheggi e degli edifici 1 e 5 (del DN 60 cm).

Tali collettori convogliano infine le acque meteoriche nel collettore terminale (del DN 60 cm) che, attraversando Via Camisano, andrà ad allacciarsi alla rete in Via Stanga prevista dal Progetto Generale Integrato di razionalizzazione e di risanamento.

Le pendenze minime da assegnare ai collettori principali di progetto sopra descritti sarà dell'1,5 ‰ eccezione fatta per il tratto terminale lungo Via della Stanga che dovrà avere una pendenza minima del 3,0 ‰.

4.2. I pozzetti di ispezione stradale

In tutti i collettori è prevista la posa in opera di manufatti che garantiscano l'adeguato deflusso idraulico, facilitino l'ispezione e l'eventuale manutenzione delle tubazioni.

Si prevede di posare dei pozzetti, sia di linea che di incrocio, realizzati in calcestruzzo vibrato di cemento, formato da elementi sovrapposti quali l'elemento di base e gli elementi di prolunga, di due fori di linea e fori ulteriori per gli eventuali altri innesti.

In particolare si prevede di posare i pozzetti con dimensioni interne 100x100 cm e altezza variabile.

E' prevista la posa di chiusini circolari in ghisa sferoidale, aventi una luce netta di 60 cm a norma UNI 108, idonei al transito di qualsiasi tipo di veicolo e di resistenza a norma UNI-EN 124 classe D 400 minima; tali chiusini saranno posti in opera sui pozzetti di linea e di incrocio dei collettori principali.

4.3. Gli allacciamenti

Il presente progetto comprende anche la predisposizione delle opere di allacciamento alla fognatura meteorica delle utenze private.

A tal fine si prevede la realizzazione di una rete secondaria di sub-collettori in calcestruzzo, aventi diametro esterno variabile dal 200-250 mm in PVC SN4 SDR41 e corredati di raccordi e pezzi speciali atti a consentire ogni tipo di innesto.

La posa in opera, in corrispondenza ad ogni utenza, di un pozzetto in cemento armato vibrato prefabbricato delle dimensioni interne di 100 x 100 cm, completo di fori e guarnizioni tali da permettere in ingresso l'allaccio alla rete fognaria privata e in uscita l'innesto ai sub-collettori. Ulteriori accorgimenti tecnici potranno essere ordinati dalla Direzione Lavori sulla base di eventuali risultanze emerse in fase di scavo.

4.4. Le caditoie stradali

E' prevista la posa di due tipologie di caditoie stradali in cemento armato di sezione interna cm 60x60xH variabile e di sezione cm 40x40xHvariabile, e griglia in ghisa. Il collegamento della caditoia stradale al pozzetto di ispezione verrà realizzato mediante tubazioni in PVC De 160 mm.

Le caditoie di raccolta delle acque meteoriche, delle strade e delle superfici interne, saranno di tipo sifonato per evitare l'ingresso di sabbia e materiali fini nelle tubazioni.

PARTE TERZA : LA RETE DI FOGNATURA ACQUE NERE

1. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA ACQUE NERE

Usualmente le portate delle fognature a servizio di aree commerciali e direzionali vengono determinate nella stessa maniera di quelle delle aree residenziali, partendo dalla richiesta idrica delle utenze.

Il carico idraulico, cioè la quantità liquida di acque di rifiuto, costituisce una grandezza la cui conoscenza è indispensabile ad ogni effetto nell'impostazione dell'indagine relativa ad un qualsiasi sistema di trattamento e smaltimento delle acque di rifiuto civili.

Quando sperimentazioni od informazioni dirette siano difficili od impossibili, oppure per la modestia del problema, non convenga fare indagini particolari, possono essere orientativi i dati riportati nella seguente tabella che indica, a seconda dei vari tipi di utenze, i carichi idraulici specifici (in litri per giorno nel giorno medio dell'anno).

(Si tratta di dati ricavati da varie fonti, americane, francesi, inglesi, italiane).

Natura della comunità	Carico idraulico specifico
Uffici (per impiegato)	50-75(l/unità g)
Grandi Magazzini - shopping centers	3-10 (l/m ²)
Ristoranti (per impiegato)	35-60(l/unità g)
Ristoranti (per posto servizio)	10-12(l/unità g)
Caffè, bars (per impiegato)	50-60(l/unità g)
Caffè, bars (per cliente)	8 (l/unità g)
Campeggi e villaggi turistici (per ospite)	100-200(l/unità g)

(Fonte: "Depurazione delle acque"- Masotti)

Nel caso di utenze commerciali e direzionali si possono assumere i valori stabiliti per i shopping centers.

Considerando una richiesta idrica massima di 6,5 l/mq giorno (valore intermedio tra di due proposti) si avrà:

- su di una superficie complessiva di circa 6.480 mq, relativa al piano terra dell'edificio 1, all'edificio 4 e all'edificio 5 si ricava un valore di portata media richiesta per l'intera zona commerciale, direzionale di 0,49 l/s;

La portata massima stimata considerando un coefficiente di punta di 2,5 è pari a 1,22 l/s.

Al valore sopra calcolato verrà aggiunto il contributo di portata della zona residenziale che consiste negli edifici 2, 3 e nei 6 piani dell'edificio 1.

La portata di acque nere assunta per la verifica idraulica dei collettori principali è stata calcolata con riferimento agli utenti dell'acquedotto e cioè al numero degli abitanti insediabili previsti nell'area residenziale di progetto, sulla base della seguente relazione di calcolo:

$$Q_{media} = (D \times \alpha \times N) / n.ore \times 3600 \quad (l/s)$$

dove:

Q_{media} = portata nera media (l/s);

D = dotazione idrica media pro capite giornaliera = 300 l/ab x giorno;

α coefficiente di afflusso alla rete = 1

N = numero di abitanti serviti=200

n.ore = ore di consumo della risorsa idrica = 24

Per la stima della portata di punta, rapporto tra la portata nera massima istantanea e la portata media giornaliera, è stato adottato un coefficiente variabile in rapporto al numero di abitanti serviti, calcolato con l'espressione proposta da Koch:

$$C_p = 1,5 + 2,5 / (Q_m)^{1/2}$$

Dal calcolo si determina :

- un valore di portata nera media (media giornaliera) di 0,69 l/s mentre quello della portata nera di punta di 3,1 l/s.

La portata nera totale, considerando le utenze commerciali, direzionali e residenziali risulta pertanto $Q=4,34$ l/s.

(Per il calcolo dettagliato vedasi allegati)

2. VERIFICA DELL'AZIONE AUTOPULENTE

Le esperienze e ricerche specifiche sulle modalità di deposito delle particelle solide presenti nei normali liquami urbani hanno dimostrato che per assicurare il trasporto nelle condotte, cioè condizioni di autopulitura nelle stesse è necessario che lo sforzo di taglio t , indicata in questo caso t_c , non sia inferiore (nel flusso a sezione piena) a 0,1 kg/mq.

L'espressione idrodinamica di " t_c " é:

$$t_c = g \times R_h \times i$$

in cui:

g = peso specifico del liquame

R_h = raggio idraulico

i = pendenza di fondo della condotta

Analizzando le condizioni di moto a sezione piena con la formula monomia di Gauckler-Strickler :

$$V = K_s \times (R_h)^{2/3} \times (i)^{1/2} \quad (\text{m/s})$$

E sostituendo " i " tra le espressioni citate si ottiene il valore di velocità al di sotto della quale può verificarsi deposito per un prefissato t_c .

L'espressione evidenzia la dipendenza della velocità dal raggio idraulico e quindi cresce con la sezione del tubo.

Il tutto nella condizione di flusso a sezione piena. Come già detto in premessa il t_c si mantiene pressoché costante fino a livelli di riempimento pari al 20% del diametro e quindi con portate fino a 0,1 Q_{max} .

I tronchi principali di progetto del DN 315 mm rispettano le condizioni di autopulizia con pendenze minime del 3,0 ‰.

In allegato sono indicati i valori limiti di funzionamento e i calcoli idraulici di dettaglio.

3. SCALA DELLE PORTATE

Utilizzando la formula di Gauckler-Strickler del moto uniforme, per regimi a pelo libero si ha :

$$V = K_s \times (R_h)^{2/3} \times (i)^{1/2} \quad (\text{m/s})$$

dove:

V = velocità di scorrimento nella tubazione (m/s)

K_s = coefficiente di scabrezza di Strickler 80 m^{1/3}s⁻¹

i = pendenza della tubazione (‰)

R_h = raggio idraulico = D/4 (m)

D = diametro interno (mm)

In allegato sono riportati per completezza di trattazione i calcoli idraulici e la scala delle portate delle condotte di progetto.

Il tracciato planimetrico e altimetrico scelto per i collettori principali è rappresentato nelle tavole di progetto.

4. DESCRIZIONE DELLA RETE FOGNARIA ACQUE NERE

4.1. Le condotte

Il collettore principale a gravità della nuova fognatura nera sarà in tubi strutturati in polietilene ad alta densità coestruso a doppia parete, liscia internamente e corrugata esternamente, per condotte di scarico interrate non in pressione, prodotte in conformità al prEN 13476-1 tipo B, con classe di rigidità SN 8 KN/mq, certificato dal marchio P III/a rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici del diametro esterno De 315 mm (Diametro interno circa 271 mm).

La condotta principale a gravità verrà posata con una pendenza del 3,0 ‰.

Le acque nere immesse nel sistema fognario verranno fatte recapitare a gravità nella rete fognaria esistente di tipo misto lungo Via Brocchi.

Per quanto riguarda i collettori secondari saranno realizzati con tubazioni in PVC SN4 SDR 41 del De 200 (Diametro interno circa 187,6mm) posati con pendenza del 1,0 ‰.

4.2. I pozzetti di ispezione stradale

In tutti i collettori è prevista la posa in opera di manufatti che garantiscano l'adeguato deflusso idraulico, facilitino l'ispezione e l'eventuale manutenzione delle tubazioni.

Si prevede di posare dei pozzetti circolari, sia di linea che di incrocio, realizzati in calcestruzzo vibrato di cemento ad alta resistenza ai solfati, con spessori di parete non inferiore a 100 mm e con diametro interno della camera di 1000 mm, formato da elementi sovrapposti quali l'elemento di base, l'elemento di prolunga, l'elemento di riduzione da 1000 mm a 625 mm, l'elemento raggiungi quota, tutti giuntati a maschio/femmina con l'anello di tenuta, di due fori di linea e fori ulteriori per gli eventuali altri innesti.

La base interna del pozzetto sarà rivestita con resina epossidica.

L'interasse tra i pozzetti, variabile a seconda dello sviluppo planimetrico della rete è desumibile dagli elaborati grafici di progetto.

E' prevista la posa di chiusini circolari in ghisa sferoidale, aventi una luce netta di 600 mm a norma UNI 108, idonei al transito di qualsiasi tipo di veicolo e di resistenza a norma UNI-EN 124 classe D 400 minima; tali chiusini saranno posti in opera sui pozzetti di linea e di incrocio dei collettori principali.

4.3. Gli allacciamenti

Gli allacciamenti saranno disposti in posizioni altimetriche e planimetriche compatibili con le quote della condotta principale tali da consentire il collegamento tra utenze private e pozzetti di linea. Il suddetto collegamento dovrà avvenire esclusivamente per intersezione con i pozzetti di linea, previa realizzazione di fori sugli stessi tramite idonea carotatrice.

A tal fine si prevede la realizzazione di una rete secondaria di sub-collettori in PVC SN 4 - SDR 41 - UNI EN 1401, aventi diametro esterno 200 mm e corredati di raccordi e pezzi speciali atti a consentire ogni tipo di innesto.

E' prevista la posa di pozzetti prefabbricati 100x100 cm da posizionare all'interno dei lotti, in calcestruzzo vibrato ad alta resistenza, completi di fori e delle relative guarnizioni, dotati di chiusini quadrati in ghisa sferoidale, i chiusini in ghisa saranno di classe C 250 minima della norma UNI-EN 124.

ALLEGATO: CALCOLI IDRAULICI DI VERIFICA

- **RETE FOGNARIA ACQUE BIANCHE**
 - Elaborazione delle precipitazioni;
 - Determinazione del tempo di ritorno;
 - Verifica idraulica rete fognaria acque bianche.

- **RETE FOGNARIA ACQUE NERE**
 - Calcolo carico idraulico;
 - Verifica autopulizia delle condotte;
 - Verifica idraulica rete fognaria acque nere.

TABELLA 1 - REGISTRAZIONI PIOGGE BREVI ED INTENSE (SCROSCI)

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI:

VICENZA

BACINO :

QUOTA:

FRONTE DEI DATI:

DATI DISPONIBILI :

Uff. Idr. Mag. Acque VENEZIA

Serie storica 1938-1972 e 1973-1990

N.	INTERVALLO IN MINUTI 15		INTERVALLO IN MINUTI 30		INTERVALLO IN MINUTI 60			
	h(mm)	X ² =(h-M) ² Anno	h(mm)	X ² =(h-M) ² Anno	h(mm)	X ² =(h-M) ² Anno		
1			15,3	78,45	1938	21,0	112,27	1938
2			15,0	83,85	1939	16,0	243,22	1939
3			23,0	1,34	1940	29,0	6,74	1940
4			28,1	24,43	1941	59,0	751,00	1941
5			30,0	34,14	1942	43,6	144,10	1942
6			23,4	0,57	1943	39,8	67,31	1943
7			45,0	434,42	1946	24,4	51,78	1946
8			27,0	8,08	1947	63,6	1024,28	1947
9			25,0	0,71	1948	30,8	0,63	1948
10			12,0	147,80	1949	33,0	1,97	1949
11			18,2	35,49	1950	16,6	224,87	1950
12			20,2	15,66	1951	21,0	112,27	1951
13			17,6	43,00	1952	27,4	17,60	1952
14	15,8	3,96	22,8	1,84	1953	29,6	3,98	1953
15	20,0	4,88	29,0	23,45	1954	27,8	14,41	1954
16	15,0	7,79	25,0	0,71	1955	58,0	687,19	1955
17	12,0	33,53	20,0	17,28	1956	29,8	3,22	1956
18	15,0	7,79	19,0	26,60	1957	31,6	0,00	1957
19	11,5	39,58	15,4	76,69	1958	23,0	73,89	1958
20	26,0	67,39			1959	22,0	92,08	1959
21	36,0	331,57	36,0	140,25	1960	31,6	0,00	1960
22	18,0	0,04			1961	36,0	19,40	1961
23	10,0	60,70			1962	25,6	35,95	1962
24	17,8	0,00			1963	17,0	213,03	1963
25	18,2	0,17			1964	31,0	0,35	1964
26	10,6	51,71	28,8	21,56	1964	34,2	6,78	1964
27	14,4	11,50	11,8	152,70	1965	20,4	125,34	1965
28	30,0	149,06	17,2	48,40	1966	23,0	73,89	1966
29	25,4	57,90	50,0	667,85	1967	80,0	2342,98	1967
30	11,2	43,44	37,0	164,94	1968	51,0	376,53	1968
31	14,0	14,37	20,0	17,28	1969	30,0	2,55	1969
32	21,6	14,51	20,8	11,27	1970	22,2	88,28	1970
33	19,0	1,46	29,2	25,43	1971	21,6	99,91	1971
34	17,6	0,04	22,0	4,65	1972	30,6	0,99	1972
35	27,6	96,22	35,6	130,94	1975	32,6	1,01	1975
36	14,6	10,18	14,6	91,34	1976	37,2	31,41	1976
37	13,0	22,95	22,0	4,65	1977	14,6	288,85	1977
38	16,6	1,42	19,6	20,77	1978	29,0	6,74	1978
39	24,0	38,55	31,4	52,46	1981	22,6	80,92	1981
40	15,8	3,96	30,0	34,14	1982	32,0	0,16	1982
41	16,8	0,98	24,2	0,00	1983	36,2	21,20	1983
42	27,0	84,81	28,0	14,77	1984	29,4	4,82	1984
43	14,4	11,50	19,2	24,57	1986	28,0	12,93	1986
44	14,0	14,37	26,0	3,40	1987	26,0	31,31	1987
45	18,0	0,04	28,6	19,74	1988	32,8	1,45	1988
46	6,2	134,35	9,0	228,74	1989	31,8	0,04	1989
					1990			1990
					42			46

TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE (METODO DI GUMBEL) PER PIOGGE BREVI E INTENSE - SCROSCI

ORA	0,25	0,50	1,00
N	33	42	46
XM = MEDIA	17,79	24,16	31,60
SOMMA X ²	1320,7	2941,9	7509,6
SSQM	6,42	8,47	12,92
Inserire da tabella Sn	1,1399	1,1597	1,1665
Inserire da tabella Yn	0,5380	0,5448	0,5468
alfa	0,1774	0,1369	0,0903
moda	14,76	20,18	25,54

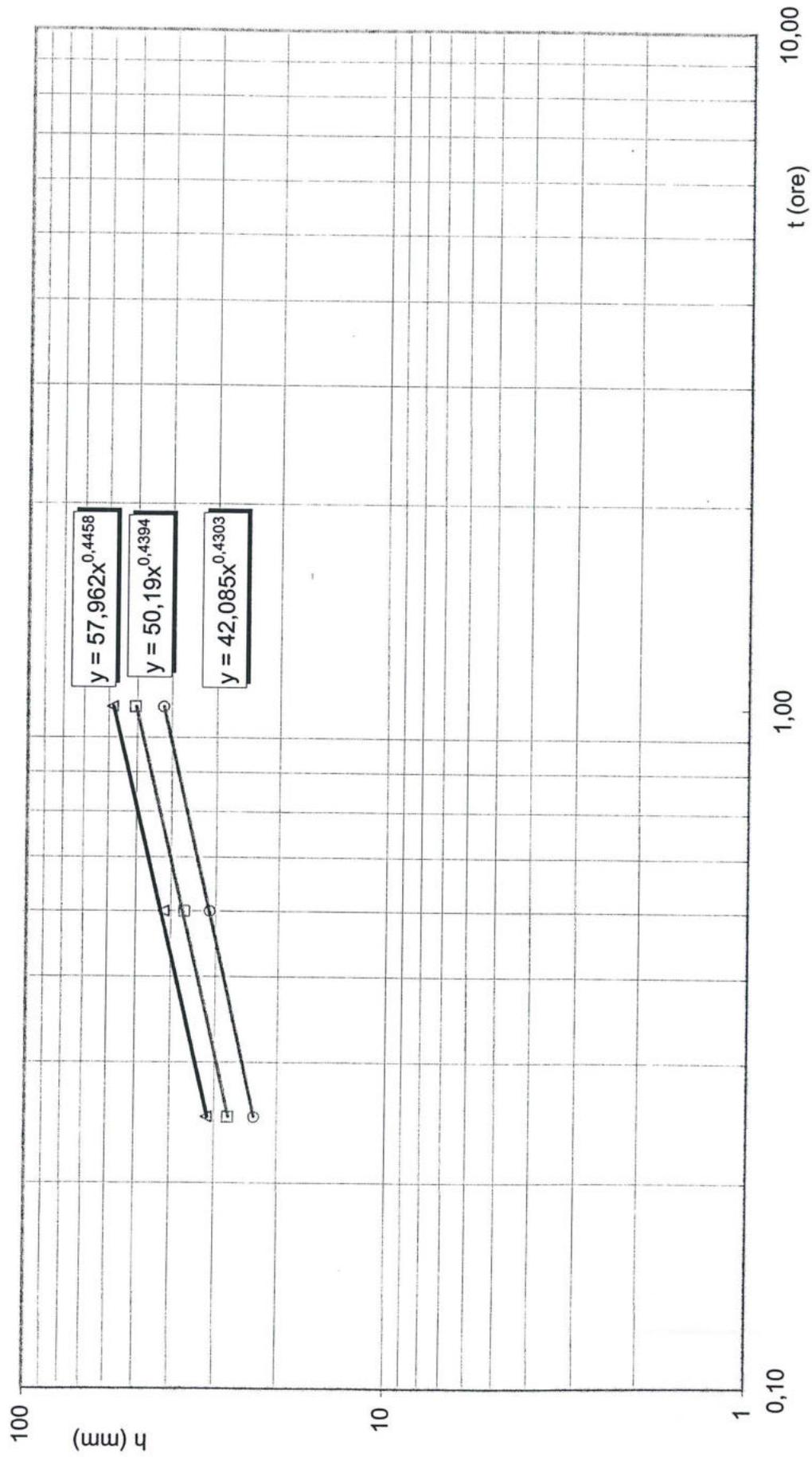
TABELLA 3 - VALORI ESTREMI PER I PERIODO DI RITORNO CONSIDERATI (mm)

TEMPI DI RITORNO (anni)	ORE		
5	0,25	0,50	1,00
10	23,21	31,13	42,15
20	27,44	36,62	50,46
	31,50	41,87	58,43

TABELLA 4 - VALORI DI a ED n AL VARIARE DI TR PER PIOGGE BREVI E INTENSE (SCROSCI)

TEMPI DI RITORNO	a (mm ore ⁿ)	n
5 anni	42,08	0,43
10 anni	50,19	0,43
20 anni	57,96	0,44

Equazioni di possibilità pluviometrica per piogge brevi e intense a Vicenza



DETERMINAZIONE DEL TEMPO DI RITORNO

OPERA IDRAULICA DA DIMENSIONARE

TIPOLOGIA DI OPERA IDRAULICA	collettori acque bianche
AMBITO	PdL commerciale, direzionale, residenziale

TABELLA - Tempi di ritorno (Tr) in funzione della tipologia di opera

TIPOLOGIA DI OPERA IDRAULICA	Tr (min)	Tr (max)
<i>Fognature</i>	(anni)	(anni)
a. Collettori acque bianche o miste	10	30
b. Collettori principali di trasferimento	10	50
c. Sollevamenti e condotte prementi	10	50
d. Vasche di laminazione	10	50

CRITERIO PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE IDRAULICHE

Le opere idrauliche vengono classificate in relazione ad una serie di criteri che possano fornire un orientamento preciso sui tempi di ritorno per il dimensionamento all'interno dell'intervallo evidenziato nella tabella sopra riportata.

- A) criteri riferiti alla tipologia delle opere**
 - 1. criterio della modificazione della probabilità del danno dovuta al tipo di opera
 - 2. criterio delle dimensioni caratteristiche che non variano al variare del rischio assunto
 - 3. criterio di sito di realizzazione dell'opera, legato al fattore di impatto ecologico
 - 4. criterio della capacità residua delle opere di mantenere la funzionalità di progetto

- B) criteri riferiti alla tipologia del sito dove insiste l'opera**
 - 5. criterio legato all'impatto paesaggistico
 - 6. criterio legato ai costi sociali

- C) criteri riferiti al valore del bene difeso**
 - 7. gli edifici
 - 8. gli insediamenti produttivi
 - 9. l'agricoltura
 - 10. la viabilità
 - 11. le infrastrutture

Ad ogni criterio è possibile attribuire un valore qualitativo che indica se il Tr debba essere massimo, medio, minimo; tale indice è anche esprimibile attraverso un valore numerico ordinale 2,1,0:

TEMPO DI RITORNO	INDICE
massimo	2
medio	1
minimo	0

ALLEGATO - CALCOLI IDRAULICI

VALORI PROPOSTI PER GLI INDICI TR

A) criteri riferiti alla tipologia delle opere (A1, A2, A3, A4)				
TIPOLOGIA DI OPERA IDRAULICA				
<u>Fognature</u>	A1	A2	A3	A4
a. Collettori acque bianche o miste	1	1	2	0
b. Collettori principali di trasferimento	2	1	2	0
c. Sollevamenti e condotte prementi	1	0	2	0
d. Vasche di laminazione	2	0	2	0
B) criteri riferiti alla tipologia del sito dove insiste l'opera (B5, B6)				
<u>OPERE ENTRO TERRA (Fognature)</u>				B5
				2
<u>CONDIZIONI AMBIENTALI DEL SITO DI REALIZZAZIONE</u>				B6
Città, zone industriali, aree interessate dalla grande viabilità				2
Aree con forme insediative limitate, aree prevalentemente rurali				1
Aree non antropizzate				0
C) criteri riferiti al valore del bene difeso (C7, C8, C9, C10, C11)				
<u>TIPOLOGIA DEL BENE DIFESO</u>				
<u>Danno evitato agli edifici</u>				C7
case sparse e nuclei				0
frazioni				1
centri				2
<u>Insedimenti produttivi</u>				C8
locali				0
regionali				1
nazionali				2
<u>Agricoltura</u>				C9
non di pregio				0
di pregio				1
di pregio con serre				2
<u>Viabilità</u>				C10
secondaria				0
secondaria con ponti				1
principale				2
<u>Infrastrutture a rete</u>				C11
acquedotti e fognature				0
linee AT e gasdotti				1
sistemi idrici, linee di telecomunicazione				2

ALLEGATO - CALCOLI IDRAULICI

VALORI ASSEGNATI AGLI INDICI TR PER IL CASO IN ESAME

CRITERI ASSUNTI		INDICE	Xi
A1	modificazione della probabilità del danno dovuta al tipo di opera	1	X1
A2	dimensioni caratteristiche che non variano al variare del rischio	1	X2
A3	sito di realizzazione dell'opera legato all'impatto ecologico	2	X3
A4	capacità residua delle opere di mantenere la funzionalità	0	X4
B5	impatto paesaggistico	2	X5
B6	costi indotti nella fase di costruzione	2	X6
C7	edifici	2	X7
C8	insediamenti produttivi	0	X8
C9	agricoltura	0	X9
C10	viabilità	0	X10
C11	infrastrutture a rete	0	X11

CALCOLO DEL TEMPO DI RITORNO PER L'OPERA IN PROGETTO

DATI DI INPUT			
TR max	tempo di ritorno massimo	30	(anni)
TR min	tempo di ritorno minimo	10	(anni)
xi	xi _{max}	(xi _{max} -xi) ²	(xi _{max} -xi _{min}) ²
1	2	1	4
1	2	1	4
2	2	0	4
0	2	4	4
2	2	0	4
2	2	0	4
2	2	0	4
0	2	4	4
0	2	4	4
0	2	4	4
0	2	4	4
		22	44
D	$(\sum(xi_{max}-xi)^2)^{0.5}$	4,69	
Dmax	$(\sum(xi_{max}-xi_{min})^2)^{0.5}$	6,63	
Tr calcolato		15,86	(anni)

Posto Tr calcolato come tempo di ritorno desunto dal calcolo, sarà adottato per le valutazioni di portata e precipitazione di progetto, il tempo di ritorno Tr della classe nella quale esso ricade e indicato in tabella seguente

classe 1	Tr=10 anni	Tr _{calcolo} <15
classe 2	Tr=20 anni	15<=Tr _{calcolo} <25
classe 3	Tr=30 anni	25<=Tr _{calcolo} <40
classe 4	Tr=50 anni	40<=Tr _{calcolo} <60
classe 5	Tr=100 anni	Tr _{calcolo} >=60

TR assunto per il caso in esame 20 (anni)

CALCOLI IDRAULICI

DATI GENERALI

Comune	Vicenza		
PdL	I.U.P AREA BARCARO ZACCARIA		
S (mq)	14.484		
S (ha)	1,4484		
S (Kmq)	0,014484		
Note	Superficie complessiva (arrotondata ai soli fini idraulici)		
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA PLUVIOMETRICA T>1 ORA			
Tr (anni)	5	10	20
a	40,47	49,198	57,585
n	0,234	0,217	0,205
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA PLUVIOMETRICA T<1 ORA			
Tr (anni)	5	10	20
a	42,08	50,19	57,96
n	0,43	0,43	0,44

CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

<i>Superfici</i>	<i>Si</i>	<i>φ</i>	<i>Si x φ</i>
Superficie coperta	3.188	1	3.188
Verde	3.332	0,05	167
Verde su interrato	1.660	0,5	830
Park	1.700	0,9	1.530
Percorsi Pedonali/Piazza	3.716	0,8	2.973
Rampe	455	0,9	410
Altre	433	0,9	390
Totali	14.484	0,65	9.487
Valore assunto per il coefficiente di deflusso			0,65

ALLEGATO - CALCOLI IDRAULICI

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE (Politecnico di Milano)

Formulazione suggerita nel 1997 dal Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti)

Tempo di corrivazione = tempo di accesso alla rete + tempo di rete

CALCOLO DEL TEMPO DI ACCESSO ALLA RETE

Si (mq)	li (m)	li* (m)	φ_i	si	a	n	tai (s)	tai (min)
14484	291	300	0,65	0,0005	57,96	0,44	768	12

tai = tempo di accesso dell'iesimo sottobacino

li = massima lunghezza della rete calcolata in base a studi statistici

li* = massima lunghezza della rete misurato sulla rete di progetto

tai = tempo di accesso dell'iesimo sottobacino

si = pendenza media dell'iesimo sottobacino

Si = superficie dell'iesimo

CALCOLO DEL TEMPO DI RETE

Tratto	Descrizione	Vui (m/s)	Li (m)	tri (s)	tri (min)
1	Condotto fittizio	0,8	300	375	6
	Totale			375	6

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

ta (min)	tr (min)	tc (min)	tc (ore)
12	6	18	0,3

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - DATI DI PROGETTO

Coeff. deflusso	φ	0,65						
Tr	φ	a	n	t (min)	t (ore)	h (mm)	j ^o (mm/ora)	S (mq)
20	0,65	57,96	0,44	18	0,30	34,12	113,75	14.484

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - RISULTATI

Tr (anni)	Q (l/s)	u (l/s ha)	V pioggia (mc)
20	297	205	321

SCALA DELLE PORTATE - SEZ. CIRCOLARE

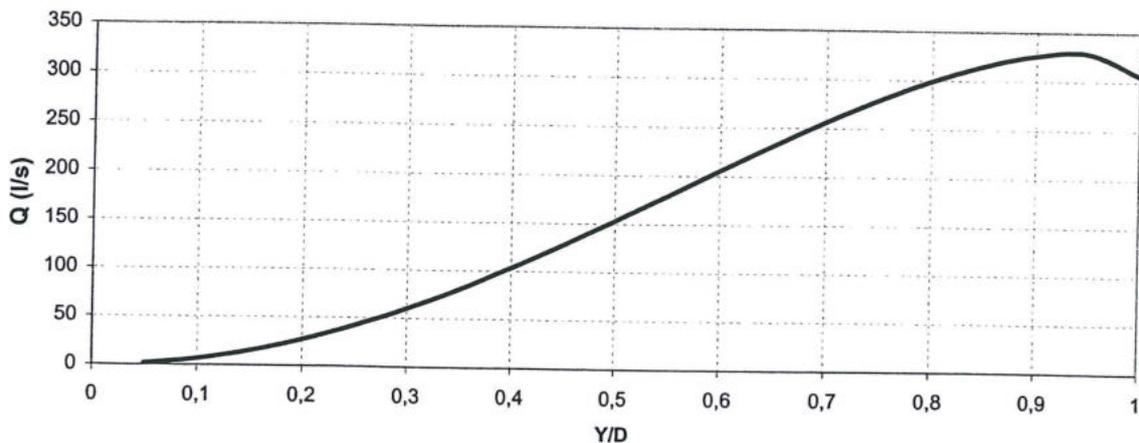
DATI GENERALI

PdL	I.U.P. AREA BARCARO ZACCARIA		
Comune	Vicenza		
Tronco	terminale		
Nodo			
Diametro interno	(mm)	600	
Pendenza <i>i</i>	(1/1000)	3	
Ks	(m ^{1/3} s ⁻¹)	70	

CALCOLO IDRAULICO

D	Y/D	Rh/D	A/D ²	Ks	i	Rh	A	v	Q
(mm)				(m ^{1/3} s ⁻¹)	(1/1000)	(m)	(m ²)	(m/s)	(l/s)
600	0,05	0,0326	0,0147	70	3	0,0196	0,0053	0,28	1
600	0,10	0,0635	0,0409	70	3	0,0381	0,0147	0,43	6
600	0,15	0,0929	0,0739	70	3	0,0557	0,0266	0,56	15
600	0,20	0,1206	0,1118	70	3	0,0724	0,0402	0,67	27
600	0,25	0,1466	0,1535	70	3	0,0880	0,0553	0,76	42
600	0,30	0,1709	0,1982	70	3	0,1025	0,0714	0,84	60
600	0,35	0,1935	0,245	70	3	0,1161	0,0882	0,91	80
600	0,40	0,2142	0,2934	70	3	0,1285	0,1056	0,98	103
600	0,45	0,2331	0,3428	70	3	0,1399	0,1234	1,03	127
600	0,50	0,25	0,3927	70	3	0,1500	0,1414	1,08	153
600	0,55	0,2649	0,4426	70	3	0,1589	0,1593	1,12	179
600	0,60	0,2776	0,492	70	3	0,1666	0,1771	1,16	206
600	0,65	0,2881	0,5404	70	3	0,1729	0,1945	1,19	231
600	0,70	0,2962	0,5872	70	3	0,1777	0,2114	1,21	256
600	0,75	0,3017	0,6319	70	3	0,1810	0,2275	1,23	279
600	0,80	0,3042	0,6736	70	3	0,1825	0,2425	1,23	299
600	0,85	0,3033	0,7115	70	3	0,1820	0,2561	1,23	315
600	0,90	0,298	0,7445	70	3	0,1788	0,2680	1,22	326
600	0,95	0,2861	0,7707	70	3	0,1717	0,2775	1,18	329
600	1,00	0,25	0,7854	70	3	0,1500	0,2827	1,08	306

SCALA DELLE PORTATE



**DETERMINAZIONE DELLA PORTATA ACQUE NERE
E CARICO IDRAULICO**

Calcolo portata media e massima acque nere - UtENZE commerciali e direzionali

Portata stimata: da 3 a 10 l/mq giorno (Fonte: "Depurazione delle acque" - Masotti)

Destinazione commerciale: 6,5 l/mq giorno (valore intermedio tra i due proposti)

Direzionale 6,5 l/mq giorno (valore intermedio tra i due proposti)

Coefficiente di punta : 2,5

Edificio	Destinazione d'uso (mq)	Portata Media (l/s)	Portata di punta (l/s)
	Commerciale Direzionale		
1-4-5	6.480	0,49	1,22

Calcolo portata media e massima acque nere - UtENZE residenziali

Superficie residenziale: 7985 MQ

Numero abitanti : 159,7

Edificio	Superficie Totale (mq)	Abitanti	Dotazione idrica (l/s ab d)	Coeff. Afflusso	Portata media (l/s)	Cpunta	Portata massima (l/s)
1-2-3	7.985	200	300	1,0	0,69	4,5	3,1

Portata totale: 4,34 l/s

VERIFICA AZIONE AUTOPULENTE

DATI GENERALI

Diametro interno	(mm)	271
Pendenza <i>i</i>	(1/1000)	3
Ks	(m ^{1/3} s ⁻¹)	80

CALCOLO DELLA VELOCITA' CRITICA E DELLA PENDENZA CRITICA PER DIVERSE DISTRIBUZIONI DI DIAMETRI

D	Y/D	Rh/D	A/D2	Rh	γ	τ_c	Ks	V critica	i critica
(mm)				(m)	Kg/mc	kg/mq	(m ^{1/3} s ⁻¹)	(m/s)	(1/1000)
200	0,20	0,1206	0,1118	0,0241	1000	0,10	80	0,43	4,15
271	0,20	0,1206	0,1118	0,0327	1000	0,10	80	0,45	3,06
300	0,20	0,1206	0,1118	0,0362	1000	0,10	80	0,46	2,76
400	0,20	0,1206	0,1118	0,0482	1000	0,10	80	0,48	2,07

CALCOLO DELLA VELOCITA' CRITICA E DELLA PENDENZA CRITICA PER DIVERSI GRADI DI RIEMPIMENTO

D	Y/D	Rh/D	A/D2	Rh	γ	τ_c	Ks	V critica	i critica
(mm)				(m)	Kg/mc	kg/mq	(m ^{1/3} s ⁻¹)	(m/s)	(1/1000)
271	0,05	0,0326	0,0147	0,0088	1000	0,10	80	0,36	11,32
271	0,10	0,0635	0,0409	0,0172	1000	0,10	80	0,41	5,81
271	0,15	0,0929	0,0739	0,0252	1000	0,10	80	0,43	3,97
271	0,20	0,1206	0,1118	0,0327	1000	0,10	80	0,45	3,06
271	0,25	0,1466	0,1535	0,0397	1000	0,10	80	0,47	2,52
271	0,30	0,1709	0,1982	0,0463	1000	0,10	80	0,48	2,16
271	0,35	0,1935	0,245	0,0524	1000	0,10	80	0,49	1,91
271	0,40	0,2142	0,2934	0,0580	1000	0,10	80	0,50	1,72
271	0,45	0,2331	0,3428	0,0632	1000	0,10	80	0,50	1,58
271	0,50	0,25	0,3927	0,0678	1000	0,10	80	0,51	1,48
271	0,55	0,2649	0,4426	0,0718	1000	0,10	80	0,52	1,39
271	0,60	0,2776	0,492	0,0752	1000	0,10	80	0,52	1,33
271	0,65	0,2881	0,5404	0,0781	1000	0,10	80	0,52	1,28
271	0,70	0,2962	0,5872	0,0803	1000	0,10	80	0,53	1,25
271	0,75	0,3017	0,6319	0,0818	1000	0,10	80	0,53	1,22
271	0,80	0,3042	0,6736	0,0824	1000	0,10	80	0,53	1,21
271	0,85	0,3033	0,7115	0,0822	1000	0,10	80	0,53	1,22
271	0,90	0,298	0,7445	0,0808	1000	0,10	80	0,53	1,24
271	0,95	0,2861	0,7707	0,0775	1000	0,10	80	0,52	1,29
271	1,00	0,25	0,7854	0,0678	1000	0,10	80	0,51	1,48

PORTATA NERA STIMATA

Portata di punta	Qp	4,3	(l/s)
------------------	----	-----	-------

ALLEGATO - CALCOLI IDRAULICI

CALCOLO IDRAULICO

D (mm)	Y/D	Rh/D	A/D ²	Ks (m ^{1/3} s ⁻¹)	i (1/1000)	Rh (m)	A (m ²)	v (m/s)	Q (l/s)
271	0,05	0,0326	0,0147	80	3	0,0088	0,0011	0,19	0,2
271	0,10	0,0635	0,0409	80	3	0,0172	0,0030	0,29	0,9
271	0,15	0,0929	0,0739	80	3	0,0252	0,0054	0,38	2,0
271	0,20	0,1206	0,1118	80	3	0,0327	0,0082	0,45	3,7
271	0,25	0,1466	0,1535	80	3	0,0397	0,0113	0,51	5,8
271	0,30	0,1709	0,1982	80	3	0,0463	0,0146	0,57	8,2
271	0,35	0,1935	0,245	80	3	0,0524	0,0180	0,61	11,0
271	0,40	0,2142	0,2934	80	3	0,0580	0,0215	0,66	14,2
271	0,45	0,2331	0,3428	80	3	0,0632	0,0252	0,70	17,5
271	0,50	0,25	0,3927	80	3	0,0678	0,0288	0,73	21,0
271	0,55	0,2649	0,4426	80	3	0,0718	0,0325	0,76	24,6
271	0,60	0,2776	0,492	80	3	0,0752	0,0361	0,78	28,2
271	0,65	0,2881	0,5404	80	3	0,0781	0,0397	0,80	31,8
271	0,70	0,2962	0,5872	80	3	0,0803	0,0431	0,82	35,2
271	0,75	0,3017	0,6319	80	3	0,0818	0,0464	0,83	38,3
271	0,80	0,3042	0,6736	80	3	0,0824	0,0495	0,83	41,1
271	0,85	0,3033	0,7115	80	3	0,0822	0,0523	0,83	43,3
271	0,90	0,298	0,7445	80	3	0,0808	0,0547	0,82	44,8
271	0,95	0,2861	0,7707	80	3	0,0775	0,0566	0,80	45,1
271	1,00	0,25	0,7854	80	3	0,0678	0,0577	0,73	42,0

**FOGNATURA NERA
SCALA DELLE PORTATE - SEZ. CIRCOLARE**

DATI GENERALI

PdL	I.U.P. AREA BARCARO ZACCARIA		
Comune	Vicenza		
Tronco	RETE FOGNARIA ACQUE NERE		
Nodo			
Diametro interno	(mm)	271	
Pendenza <i>i</i>	(1/1000)	3	
Ks	(m ^{1/3} s ⁻¹)	80	

CALCOLO IDRAULICO

D	Y/D	Rh/D	A/D2	Ks	i	Rh	A	v	Q
(mm)				(m ^{1/3} s ⁻¹)	(1/1000)	(m)	(m ²)	(m/s)	(l/s)
271	0,05	0,0326	0,0147	80	3	0,0088	0,0011	0,19	0,2
271	0,10	0,0635	0,0409	80	3	0,0172	0,0030	0,29	0,9
271	0,15	0,0929	0,0739	80	3	0,0252	0,0054	0,38	2,0
271	0,20	0,1206	0,1118	80	3	0,0327	0,0082	0,45	3,7
271	0,25	0,1466	0,1535	80	3	0,0397	0,0113	0,51	5,8
271	0,30	0,1709	0,1982	80	3	0,0463	0,0146	0,57	8,2
271	0,35	0,1935	0,245	80	3	0,0524	0,0180	0,61	11,0
271	0,40	0,2142	0,2934	80	3	0,0580	0,0215	0,66	14,2
271	0,45	0,2331	0,3428	80	3	0,0632	0,0252	0,70	17,5
271	0,50	0,25	0,3927	80	3	0,0678	0,0288	0,73	21,0
271	0,55	0,2649	0,4426	80	3	0,0718	0,0325	0,76	24,6
271	0,60	0,2776	0,492	80	3	0,0752	0,0361	0,78	28,2
271	0,65	0,2881	0,5404	80	3	0,0781	0,0397	0,80	31,8
271	0,70	0,2962	0,5872	80	3	0,0803	0,0431	0,82	35,2
271	0,75	0,3017	0,6319	80	3	0,0818	0,0464	0,83	38,3
271	0,80	0,3042	0,6736	80	3	0,0824	0,0495	0,83	41,1
271	0,85	0,3033	0,7115	80	3	0,0822	0,0523	0,83	43,3
271	0,90	0,298	0,7445	80	3	0,0808	0,0547	0,82	44,8
271	0,95	0,2861	0,7707	80	3	0,0775	0,0566	0,80	45,1
271	1,00	0,25	0,7854	80	3	0,0678	0,0577	0,73	42,0

SCALA DELLE PORTATE

