

RELAZIONE DI CALCOLO IDRAULICO

DIMENSIONAMENTO

RETE ACQUE METEORICHE E ACQUE NERE

NUOVO POLO RICETTIVO OSPEDALE DI BERGAMO

STRADA BRIANTEA BERGAMO

COMMITTENTE: LIFE SOURCE, PIAZZA MATTEOTTI 20 BERGAMO

SOMMARIO

SOMMARIO	2
OGGETTO	3
DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
RIFERIMENTI NORMATIVI	4
CRITERI DI PROGETTO.....	5
ACQUE METEORICHE.....	6
METODO DI CALCOLO ADOTTATO	6
CALCOLO DELLE PORTATE METEORICHE PER I BACINI SCOLANTI.....	11
DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DEI COLLETTORI	13
VASCA DI LAMINAZIONE.....	14
DIMENSIONAMENTO SULLA BASE DELLE SOLE PIOGGIE	15
ACQUE NERE	18
SPECIFICHE PRESCRIZIONI LEGISLATIVE REGOLAMENTARI O NORMATIVE.....	18
DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DEI COLLETTORI	19

OGGETTO

La presente relazione illustra le modalità di calcolo adottate per il dimensionamento delle reti di scarico delle acque meteoriche e delle acque nere relative al complesso denominato "Nuovo polo ricettivo ospedale di Bergamo" situato in via Briantea, Bergamo, (Committente: Life Source ó Piazza Matteotti 20, Bergamo), nonché i dimensionamenti delle reti e dei manufatti occorrenti per il collettamento dei suddetti scarichi nei punti di conferimento previsti dalle Autorità Competenti nel rispetto delle specifiche prescrizioni emesse e generali vigenti in materia.

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

I dati assunti a base dei dimensionamenti effettuati, relativi alla tipologia ed estensione delle superfici edificate, sono stati desunti dalle informazioni progettuali contenute nel progetto architettonico del Piano attuativo a firma del Dott. Arch. Leonardo Togni.

RIFERIMENTI NORMATIVI

- Legge Regionale n°62 del 27 maggio 1985 Inquinamento idrico
- Piano regionale di risanamento delle acque: Criteri di pianificazione in rapporto alla gestione delle risorse idriche lombarde;
- Decreto Legislativo n° 152 del 11 Maggio 1999
- Decreto Legislativo n° 258 del 18 Agosto 2000
- Regolamento di Igiene del Comune di Bergamo titoli II° e III°;
- Regolamento per il servizio di fognatura della città di Bergamo (Approvato con atto di Consiglio Comunale n°63 del 17/07/2000 ó esecutivo ai sensi di legge il 24 / 07 / 2000)
- Regolamento Regione Lombardia n°24 Marzo 2006 n°4: Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'art. 52, primo comma, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n°26
- Norma UNI EN 752 ó 4 : Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici ó Progettazione idraulica e considerazioni legate all'ambiente ó
- Riferimenti bibliografici: Fognature ó Mario Di Fidio ó Edizioni Pirola
- Sistemi di fognatura: Manuale di progettazione ó Centro Studi Deflussi Urbani ed. Hoepli

CRITERI DI PROGETTO

Per il Piano attuativo di cui all'oggetto, in ottemperanza a quanto prescritto dalla Società A2A che gestisce le pubbliche fognature nel Comune di Bergamo si adotteranno le seguenti soluzioni per gli scarichi delle acque meteoriche e nere:

- Collettamento delle acque nere del complesso nel nuovo collettore fognario da realizzarsi lungo la strada Briantea, con conferimento all'altezza del pozzetto n. 440;
- Collettamento delle acque meteoriche relative alle aree urbanizzate di proprietà comunale nella Roggia, che corre lungo Via Martin Luther King, con limitazione della portata di scarico a 20 l / s * ha , mediante laminazione dei volumi eccedenti con sistema di deflusso delle acque a caduta in pelo libero, e senza l'ausilio di stazioni di sollevamento;
- Collettamento delle acque meteoriche relative alle aree di proprietà privata nella Roggia, che corre lungo via Martir Luther King, con limitazione della portata di scarico a 20 l / s * ha , mediante laminazione dei volumi eccedenti in apposita vasca volano con l'ausilio di un sistema di sollevamento.

ACQUE METEORICHE

METODO DI CALCOLO ADOTTATO

Il calcolo delle portate delle acque meteoriche è stato realizzato utilizzando il cosiddetto metodo cinematico o metodo della corrivazione (Rif. Bibliografico n°1 ó pag. 228).

Il suddetto metodo calcola la portata massima al colmo per una durata di pioggia pari al tempo di concentrazione t_c .

La portata al colmo è data da:

$$Q_M = \varphi i S / 360 \text{ [m}^3 \text{ / h]}$$

dove

Q_M = portata massima al colmo [m³ / h]

φ = valore del coefficiente di afflusso del bacino [-]

i = intensità media della pioggia di durata pari al tempo di concentrazione t_c [mm / h]

S = superficie del bacino [ha]

Per una fognatura urbana il tempo di concentrazione t_c può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete fognaria fino alla sezione di chiusura considerata.

Il tempo di concentrazione è dato da:

$$t_c = t_a + t_r \text{ [s]}$$

dove

t_a = tempo di accesso in rete [s]

t_r = tempo di rete [s]

Il tempo di accesso in rete è in genere di difficile determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa e dal livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché dall'altezza

di pioggia precedente l'evento critico di progetto; tuttavia il valore normalmente assunto nella progettazione è sempre stato compreso entro l'intervallo di 5 ó 15 minuti; i valori più bassi per le aree di minore estensione, più attrezzate e di maggiore pendenza e i valori più alti nei casi opposti.

Nel nostro caso vista la modesta estensione delle aree scolanti viene assunto pari a $t_a = 5$ minuti.

Il tempo di rete t_r può essere stimato come rapporto tra la lunghezza del punto più lontano e la velocità che si assume in prima approssimazione pari a $V = 1$ m/s. Quindi t_r risulta pari a L / V .

Ove la lunghezza L non sia lineare e misurabile si assume $L = \text{radq} (1,5 A)$ con $A =$ area del bacino scolante.

Il valore del coefficiente di afflusso del bacino ϕ non ha una formulazione univoca ma può assumere diverse formulazioni in relazione all'Autore che la propone.

Si ritiene di assumere quella proposta dal gruppo di lavoro "Deflussi Urbani" formato da docenti del Politecnico di Milano per cui il valore del coefficiente di afflusso del bacino ϕ è dato da:

$$\phi = \phi_{\text{perm}} (1 - I_{\text{imp}}) + \phi_{\text{imp}} I_{\text{imp}}$$

Dove:

ϕ_{perm} = coefficiente di afflusso per aree permeabili

ϕ_{imp} = coefficiente di afflusso per aree impermeabili

I_{imp} = rapporto tra la superficie delle aree impermeabili e le aree totali.

Il valore dell'intensità media di pioggia i [mm / h] per una durata di tempo pari a t_c viene stimata attraverso la valutazione della curva di possibilità pluviometrica come di seguito meglio analizzato e descritto.

VALUTAZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA E CALCOLO DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA

Per la valutazione della curva di possibilità pluviometrica sono state utilizzate le registrazioni pluviometriche della **Stazione di Bergamo**, di cui si dispone di una serie storica di dati di pioggia sufficientemente estesa (48 anni di osservazioni in cui sono stati registrati i massimi annuali delle precipitazioni intense alle durate di 10, 15, 20, 30 min e 1, 3, 6, 12 e 24 ore).

Il regime delle piogge intense per detta Stazione è stato sintetizzato attraverso la determinazione delle curve di possibilità pluviometriche. Tali curve possono essere espresse in forma monomia dalla seguente espressione:

$$h (Tr) = a (Tr) * t^{n (Tr)}$$

dove:

h (Tr) è l'altezza massima probabile di precipitazione [mm] associata (funzione) ad un tempo di ritorno **Tr (anni)**, relativa ad un evento meteorico di durata **t [ore]**;

a (Tr) e **n (Tr)** parametri costanti della curva associati ad un tempo di ritorno **Tr**

Il campione delle massime precipitazioni disponibile è stato elaborato statisticamente al fine di stimare la relativa legge di distribuzione di probabilità, secondo la curva di Gumbel, adottata generalmente per descrivere la distribuzione di una grandezza idrologica. In particolare avendo a disposizione le precipitazioni massime registrate per una serie storica di 48 anni, si è calcolata la relativa distribuzione di gumbel, per vari tempi di ritorno.

Fissato il tempo di ritorno, per la stazione in esame, le coppie dei valori (h ; t) così determinate sono state interpolate nel piano logaritmico ottenendo i parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica **a (Tr)** e **n (Tr)**, per durate di precipitazione inferiori all'ora, sono riportate in Tabella n° 1.

TABELLA 1. Parametri a ed n della curva di possibilità climatica alle durate di 10 min., 15 min., 20 min., 30 min., 1 ora

Tempo di ritorno	a	n
2	31,331	0,5214
5	42,487	0,5605
7	46,132	0,5697
10	49,885	0,5779
20	56,988	0,5909
30	61,076	0,5972
50	66,188	0,6040
100	73,086	0,6119

Tutto quanto sopra premesso è quindi possibile, scelto un determinato tempo di ritorno Tr , identificare i coefficienti a ed n della curva pluviometrica associabile.

Nel caso specifico si è assunto un tempo di ritorno pari a **$Tr = 20$ [anni]** in conformità a quanto prescritto dal Regolamento di fognatura.

Conseguentemente si assumerà nei calcoli successivi quale valore del coefficiente a (Tr) il valore di a (Tr) = 56,988. e per n (Tr) = 0,5909.

Calcolato quindi, come sopra detto, il tempo di concentrazione t_c si può determinare l'altezza di pioggia h e quindi l'intensità media i [mm / h].

Si allega tabella n°A che riassume, area per area, il calcolo dell'altezza di pioggia h , e, per il tramite del tempo di concentrazione t_c , l'intensità di pioggia media.

VALUTAZIONE DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

Come già anticipato sopra si ritiene di assumere come formula per il calcolo dei coefficienti di deflusso quella proposta dal gruppo di lavoro "Deflussi Urbani" formato da docenti del Politecnico di Milano per cui il valore del coefficiente di afflusso del bacino φ è dato da:

$$\varphi = \varphi_{perm} (1 - I_{imp}) + \varphi_{imp} I_{imp}$$

dove:

φ_{perm} = coefficiente di afflusso per aree permeabili

φ_{imp} = coefficiente di afflusso per aree impermeabili

I_{imp} = rapporto tra la superficie delle aree impermeabili e le aree totali.

Il valore dei coefficienti φ_{perm} e φ_{imp} deve essere assunto variabile in relazione al tempo di ritorno considerato. Nel ns. caso per $T_r = 20$ anni si è assunto $\varphi_{perm} = 0,3$ e $\varphi_{imp} = 0,9$.

Si allega tabella n°B di calcolo che riporta:

- Area impermeabile [m²]
- Area impermeabile [ha]
- φ_{imp} = coefficiente di afflusso per aree impermeabili adottato
- Area permeabile [m²]
- Area permeabile [ha]
- φ_{perm} = coefficiente di afflusso per aree permeabili adottato
- Area totale [m²]
- Area totale [ha]
- I_{imp} = Frazione area impermeabile su area totale
- I_{perm} = Frazione area permeabile su area totale
- Coefficiente di deflusso calcolato adottato per l'area φ

CALCOLO DELLE PORTATE METEORICHE PER I BACINI SCOLANTI

La portata al colmo è data da:

$$Q_M = \varphi i S / 360 \text{ [m3 / h]}$$

dove

Q_M = portata massima al colmo [m3 / h]

φ = valore del coefficiente di afflusso del bacino [-]

i = intensità media della pioggia di durata pari al tempo di concentrazione t_c [mm / h]

S = superficie del bacino [ha]

Il calcolo delle portate meteoriche per i bacini scolanti nei quali si può suddividere l'area oggetto dell'intervento è riportato nella tabella allegata che, sulla base di tutto quanto detto nel precedente paragrafo "Metodo di calcolo delle portate meteoriche", riassume i dati e calcoli del caso specifico.

Nella tabella N°C allegata sono riportati nell'ordine:

- Area reale totale [m2]
- Area reale totale [ha]
- Coefficiente di deflusso calcolato adottato per l'area φ
- Intensità di pioggia media i [mm / h].
- Q_M = portata massima al colmo [m3 / h]

Le portate dei sottobacini delle aree di proprietà privata e quelle di pubblica cessione risultanti dai calcoli sono quindi le seguenti:

Denominazione sottobacino	Portata
	[l * s]
Copertura edificio	50,87
Green block	25,47
Pavimentazione carrale	303,45
Area a verde	16,90
Totale	396,70

DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DEI COLLETTORI

Per il dimensionamento delle sezioni delle condotte è stato ipotizzato, a favore di sicurezza, che nelle sezioni terminali dei condotti si instaurino condizioni di moto uniforme.

Il dimensionamento dei collettori fognari delle acque meteoriche è stato fatto secondo le seguenti scelte:

Materiale tubazioni: PVC

Coefficiente di scabrezza $K_S = 90$

Il calcolo della portata garantita da un collettore può essere calcolata con la seguente espressione:

$$Q = A * K_S * R^{2/3} * i^{1/2}$$

dove

A = area netta interna della tubazione utilizzata

K_S = coefficiente di scabrezza di Gauckler ó Strikler

R = raggio idraulico della tubazione

i = pendenza della tubazione

Conseguentemente, tratto per tratto, si sono ipotizzati diametri e le pendenze delle tubazioni che garantissero una portata superiore o al limite uguale a quella calcolata con le metodologie di calcolo delle acque meteoriche (portata al colmo Q_M) e/o per le acque nere (Q_N portata di punta acque nere).

Si allega foglio di calcolo che riporta per una serie di diametri di tubazioni e pendenze le portate che le stesse garantiscono. La scelta dei diametri è stata fatta con riferimento ad un fattore di riempimento del 50-80%, a seconda dei casi e delle diverse tipologie di tratti interessati.

Sulle tavole di progetto sono riportati i diametri delle tubazioni da impiegare nei vari tratti, le pendenze da adottare, le quote di fondo tubo delle stesse, nonché le quote di posa dei manufatti vari.

VASCA DI LAMINAZIONE

Il progetto delle vasche volano è legato alla determinazione della capacità d'invaso W_m , in funzione della portata massima accettabile all'uscita Q_{umax} , atta a contenere il più critico evento meteorico di assegnato tempo di ritorno.

Le equazioni che permettono di descrivere il fenomeno della laminazione e quindi il funzionamento idraulico di una vasca volano sono tre:

- L'equazione differenziale di continuità della vasca:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = dW(t) / dt$$

in cui:

$Q_e(t)$ è la portata, nota o predeterminata, in ingresso alla vasca all'istante generico (t); essa dipende sia dall'evento meteorico considerato che dalle caratteristiche del bacino e della rete di drenaggio a monte della vasca stessa;

$Q_u(t)$ è la portata in uscita dalla vasca; essa è, in generale, variabile nel tempo e dipende dal tipo di scarico che regola l'uscita dalla vasca (bocche a battente fisse o regolabili, sfioratori a stramazzo fissi o regolabili, sollevamento meccanico);

$W(t)$ è il volume invasato nella vasca all'istante t;

- La relazione funzionale tra il volume invasato e il livello idrico h nell'invaso;

$$W(t) = W(h(t))$$

che dipende esclusivamente dalla geometria della vasca.

- La legge di efflusso che governa l'uscita dalla vasca:

$$Q_u(t) = Q_u(t, h(t))$$

che dipende dal dispositivo idraulico che si utilizza per regolare la portata in uscita;

DIMENSIONAMENTO SULLA BASE DELLE SOLE PIOGGIE

Il volume di acqua entrante nella vasca per effetto di una pioggia di durata t risulta:

$$W_e = S * \varphi * h * \Theta = S * \varphi * a * \theta^n$$

dove φ è il coefficiente di afflusso costante del bacino drenato a monte della vasca.

Nello stesso tempo il volume uscito dalla vasca sarà:

$$W_u = Q_u * \theta$$

Il volume invasato sarà dunque:

$$W = W_e - W_u = S * \varphi * a * \theta^n - Q_u * \theta$$

Il volume da assegnare alla vasca è il valore massimo W_m di questo volume che si ottiene per una precipitazione di durata θ_w critica per la vasca.

In seguito verranno esposti i criteri di calcolo per il dimensionamento delle vasche di laminazione o vasche volano. Per maggiore chiarezza, si distinguono le vasche volano relative alle aree di proprietà privata dalle vasche volano relative alle aree pubbliche in cessione.

AREE PRIVATE

Si allega foglio di calcolo (Tabella n.2) del dimensionamento della vasca di laminazione, che risulta essere pari a **288 m³**; il calcolo è stato effettuato assumendo come tempo di ritorno $Tr = 20$ anni, con coefficienti $a=56,988$, ed $n=0,5909$ per una durata dell'evento meteorico inferiore ad 1 ora, e $a=48,49$ ed $n=0,27$ per una durata dell'evento meteorico superiore ad 1 ora.

Le acque meteoriche relative alle aree di proprietà privata saranno convogliate nella vasca di laminazione (Tav. 01) ubicata all'interno della proprietà, e da qui recapitate alla Roggia esistente comunale mediante sistema di sollevamento con portata di scarico pari a 12,92 l/s., inferiore al limite massimo ammesso dal regolamento di 20 l/s *ha.

AREE PUBBLICHE IN CESSIONE

In considerazione del fatto che la portata delle acque meteoriche che saranno recapitate nella Roggia è superiore al limite ammesso dal Regolamento di Igiene e Fognatura del Comune di Bergamo (20 l/s * ha), è necessario prevedere la laminazione dei volumi eccedenti.

Le acque meteoriche relative alle aree pubbliche di cessione verranno convogliate alla roggia come indicato nella planimetria di progetto (Tav. 01), mediante laminazione dei volumi con sistema costituito da una rete di tubazioni orizzontali che consentono il deflusso delle acque a caduta in pelo libero. Il volume da laminare è pari a 140,72 m³, come calcolato nella tabella allegata (Tabella n. 4). Tale volume è costituito da n°2 tubazioni in calcestruzzo di diametro pari a 100cm e lunghezza 100m.

Per i diametri delle tubazioni, il tracciato della rete di scarico, e il posizionamento dei manufatti necessari alla raccolta e alla laminazione delle acque, si rimanda alla tavola di progetto (Tav. 01).

Per i dettagli costruttivi dei manufatti, i particolari di installazione delle pompe di sollevamento acque, si rimanda alla tavola di progetto (Tav. 03).

Il collettamento di dette acque meteoriche sarà effettuato tramite una rete di raccolta e di pozzetti/caditoie stradali.

Le tubazioni di collegamento tra i suddetti pozzetti e la fognatura acque bianche saranno da posarsi con pendenza pari a 0,5 %, e con diametri indicati nella Tav.01.

Le reti di raccolta e conferimento verso la roggia delle acque meteoriche dei bacini di cui sopra saranno realizzate mediante tubazioni in PVC di tipo SN4 kN/mq., ad eccezione dei tratti

denominati "tubi volano" i quali saranno realizzati in calcestruzzo vibrocompresso armato, in quanto tale tratto corrisponde alle acque da laminare come sopra descritto.

Nella tabella n°3 si riporta il diametro dei tubi volano, e nella tavola di progetto il numero, la posizione, e la pendenza degli stessi nel rispetto delle quote della roggia in cui scaricare.

I tubi volano di cui sopra saranno realizzati in calcestruzzo, e scaricheranno "per gravità" nella roggia tramite foro circolare calibrato, previa raccolta in una cameretta di ispezione dotata appunto di un foro con tubo applicato sull'esterno diretto alla roggia di diametro tale da scaricare la portata massima ammissibile di 20 l/s*ha.

Nella tabella n°4 si riporta il diametro del foro calibrato, calcolato secondo la formula valida per recipienti con un breve tronco di condotta circolare applicato alla parete ("luce con tubo addizionale esterno"):

$$Q = \mu * S * v * \sqrt{2 * g * h}$$

dove:

Q = portata di scarico ammessa effluente dalla luce o dal foro;

μ = coefficiente di contrazione (0,82), in funzione della forma geometrica del foro e del condotto di scarico;

S = area di scarico o uscita dal condotto

v = coefficiente di riduzione della velocità (0,98)

g = accelerazione di gravità 9,78 m/s²

h = distanza tra il baricentro della luce e il pelo libero (0,5m);

Il termine $v * \sqrt{2 * g * h}$ costituisce la velocità di uscita dell'acqua dal foro.

Si è calcolata l'area di scarico, e di conseguenza il diametro di scarico come evidenziato nella tabella n°5 in allegato.

ACQUE NERE

SPECIFICHE PRESCRIZIONI LEGISLATIVE REGOLAMENTARI O NORMATIVE

Il dimensionamento dei collettori fognari delle acque nere è stato fatto sulla base della stima delle portate derivanti dalle utenze previste.

A partire dalla fossa Imhoff, nella quale saranno convogliate tutte le acque nere relative alle utenze interne all'edificio, le acque chiarificate verranno scaricate per gravità all'interno di una vasca di accumulo e sollevate tramite una tubazione in materiale calcestruzzo di diametro 300cm (Tav. n. 00_IM00.00.01 - Tav. n. 00_IM00.00.02 - Tav. n. 00_IM00.00.03).

A partire dalla stessa vasca, le acque saranno pompate verso il sifone Firenze, tramite una condotta in pressione in polietilene ad alta densità di diametro D=80mm.

Le acque verranno poi raccolte in una cameretta di calma, posta a valle del sifone Firenze, e da qui scaricate per gravità verso il collettore fognario pubblico in via Briantea, mediante una tubazione in calcestruzzo di diametro D=300mm e pendenza 0,8%.

Sarà posato un pozzetto di prelievo e di ispezione lungo la tubazione di scarico, che risulterà posizionato nel tratto precedente all'ammissione delle acque nella pubblica fognatura.

Il diametro e il tracciato delle tubazioni di scarico, il posizionamento dei manufatti con le relative dimensioni, sono indicate nella planimetria di progetto (Tav. n. 00_IM00.00.01 - Tav. n. 00_IM00.00.02 - Tav. n. 00_IM00.00.03).

CALCOLO DELLE PORTATE DI SCARICO

Le portate delle fogne a servizio delle utenze vengono determinate partendo dalla richiesta idrica delle utenze insediate.

Si allega tabella nella quale sono riportati i dati utilizzati per il calcolo delle portate delle acque fredde e calde, il tipo di destinazione d'uso delle aree, la superficie coperta, la tipologia degli apparecchi sanitari previsti come da progetto architettonico (Tabella n. 1).

La portata totale delle acque nere è pari alla somma delle portate di tutti gli apparecchi sanitari (wc, lavabi, bidet, docce, lavelli), e utenze varie quali centro benessere, lavanderie, ristoranti, ecc..

Per quanto riguarda la vasca della piscina, il calcolo della portata delle acque di rinnovo è stato eseguito considerando un ricambio d'acqua giornaliero pari al 5% del volume utile della vasca. Tale valore è prescritto per le tipologie di piscine ad uso pubblico.

DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DEI COLLETTORI

Per il dimensionamento idraulico dei collettori fognari delle acque nere si è proceduto come per le acque meteoriche.

Il dimensionamento dei collettori fognari delle acque nere è stato fatto secondo le seguenti scelte:

Materiale tubazioni: PVC

Coefficiente di scabrezza $K_S = 90$

Il calcolo della portata garantita da un collettore può essere calcolata con la seguente espressione:

$$Q = A * K_S * R^{2/3} * i^{1/2}$$

dove

A = area netta interna della tubazione utilizzata

K_S = coefficiente di scabrezza di Gauckler ó Strikler

R = raggio idraulico della tubazione

i = pendenza della tubazione

Conseguentemente, tratto per tratto, si sono ipotizzati diametri e le pendenze delle tubazioni che garantissero una portata superiore o al limite uguale a quella calcolata con le metodologie di calcolo di cui sopra per le portate delle acque nere.

Si allega foglio di calcolo che riporta per una serie di diametri di tubazioni e pendenze le portate che le stesse garantiscono. La scelta dei diametri è stata fatta con riferimento ad un fattore di riempimento del 80%.

Sulle tavole di progetto sono riportati i diametri delle tubazioni da impiegare nei vari tratti, le pendenze da adottare, le quote di fondo tubo delle stesse, nonché le quote di posa dei manufatti vari.

Bergamo, 13 / 03 / 2014

Ing. A. CASALE

Denominazione Sottobacino	Area impermeabile		Coeff. def. imp	Area permeabile		Coeff. def. perm.	Area totale		Fr. Imp.	Fr. Perm.	Coeff. deflusso
	A_{imp}	A_{imp}	φ_{imp}	A_p	A_p	φ_{per}	A_{tot}	A_{tot}	I_{imp}	I_{perm}	F_i
		$(10^{-4} \cdot A_{imp})$			$(10^{-4} \cdot A_{imp})$		$(A_{imp} + A_p)$	$(10^{-4} \cdot A_t)$	(A_{imp}/A_t)	$(1 - I_{imp})$	$()$
	[m2]	[ha]	[-]	[m2]	[ha]	[-]	[m2]	[ha]	[-]	[-]	[-]
Copertura edificio	1369	0,136852	0,9	0	0,0000	0,3	1368,52	0,136852	1,00	0,00	0,90
Pavimentazione carrale	8800	0,88	0,9	0	0,0000	0,3	8800	0,88	1,00	0,00	0,90
Green block		0	0,9	1230	0,1230	0,5	1229,75	0,122975	0,00	1,00	0,50
Area a verde		0	0,9	1364	0,1364	0,3	1364	0,1364	0,00	1,00	0,30
Totale aree	10168,52	1,016852	0,9	2593,8	0,259375	0,3	12762,27	1,28	0,80	0,20	0,78

Calcolo delle portate meteoriche

Denominazione Sottobacino	Area reale totale		Coeff. Deflusso	Intensità pioggia	Portata colmo	Portata colmo	Note
	A r tot	A r tot	φ	i_c	Q	Q	
	$(A_{imp}+A_p)$	$(10^{-4} \cdot A_t)$	()	()	$(A_{tot} \cdot \varphi \cdot i_c)$	$(10^3 \cdot Q)$	
	[m2]	[ha]	[-]	[mm/h]	[m3/s]	[l/s]	
Copertura edificio	1369	0,14	0,90	148,69	0,0509	50,87	
Pavimentazione carrale	8800	0,88	0,90	137,93	0,30	303,45	
Green block	1230	0,12	0,50	149,11	0,0255	25,47	
Area a verde	1364	0,14	0,30	148,70	0,02	16,90	
Complessivo Aree	12762	1,28		148,69	0,00	396,70	

Calcolo tubo circolare in moto uniforme

k Strickler= 90

Tubi PVC SN2 - SDR 41 (all'incirca ex 303/2 per scarichi)

Dest [mm]	s [mm]	Dint [m]	riempim	h [m]	A [m2]	P [m]	R [m]	pendenza i																							
								0,1%	0,2%	0,3%	0,4%	0,5%	0,6%	0,7%	0,8%	0,9%	1,0%	1,2%	1,4%	1,6%	1,8%	2,0%	2,5%	3,0%	3,5%	4,0%					
								Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	
160	3,2	0,154	50,00%	0,077	0,00926	0,24127	0,03840	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012	0,013	0,013	0,015	0,016	0,018	0,019						
200	3,9	0,192	50,00%	0,096	0,01451	0,30191	0,04805	0,005	0,008	0,009	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,017	0,019	0,020	0,022	0,023	0,024	0,027	0,030	0,032	0,035					
250	4,9	0,240	50,00%	0,120	0,02266	0,37731	0,06005	0,010	0,014	0,017	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,030	0,031	0,034	0,037	0,040	0,042	0,044	0,049	0,054	0,059	0,063					
315	6,2	0,303	50,00%	0,151	0,03596	0,47532	0,07565	0,018	0,026	0,032	0,037	0,041	0,045	0,048	0,052	0,055	0,058	0,063	0,068	0,073	0,078	0,082	0,092	0,100	0,108	0,116					
400	7,9	0,384	50,00%	0,192	0,05797	0,60350	0,09605	0,035	0,049	0,060	0,069	0,077	0,085	0,092	0,098	0,104	0,109	0,120	0,129	0,138	0,147	0,155	0,173	0,190	0,205	0,219					
500	9,8	0,480	50,00%	0,240	0,09063	0,75461	0,12010	0,063	0,089	0,109	0,126	0,140	0,154	0,166	0,178	0,188	0,199	0,218	0,235	0,251	0,266	0,281	0,314	0,344	0,371	0,397					
630	12,3	0,605	50,00%	0,303	0,14393	0,95096	0,15135	0,116	0,165	0,201	0,233	0,260	0,285	0,308	0,329	0,349	0,368	0,403	0,435	0,465	0,494	0,520	0,582	0,637	0,688	0,736					
160	3,2	0,154	70,00%	0,108	0,01385	0,30448	0,04550	0,005	0,007	0,009	0,010	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,017	0,019	0,020	0,021	0,022	0,025	0,028	0,030	0,032					
200	3,9	0,192	70,00%	0,135	0,02169	0,38100	0,05694	0,009	0,013	0,016	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026	0,027	0,029	0,032	0,034	0,037	0,039	0,041	0,046	0,050	0,054	0,058					
250	4,9	0,240	70,00%	0,168	0,03388	0,47615	0,07116	0,017	0,023	0,029	0,033	0,037	0,041	0,044	0,047	0,050	0,052	0,057	0,062	0,066	0,070	0,074	0,083	0,091	0,098	0,105					
315	6,2	0,303	70,00%	0,212	0,05377	0,59985	0,08964	0,031	0,043	0,053	0,061	0,069	0,075	0,081	0,087	0,092	0,097	0,106	0,115	0,123	0,130	0,137	0,153	0,168	0,181	0,194					
400	7,9	0,384	70,00%	0,269	0,08668	0,76160	0,11381	0,058	0,082	0,100	0,116	0,130	0,142	0,153	0,164	0,174	0,183	0,201	0,217	0,232	0,246	0,259	0,290	0,317	0,343	0,366					
500	9,8	0,480	70,00%	0,336	0,13552	0,95230	0,14231	0,105	0,149	0,182	0,210	0,235	0,258	0,278	0,297	0,315	0,332	0,364	0,393	0,421	0,446	0,470	0,526	0,576	0,622	0,665					
630	12,3	0,605	70,00%	0,424	0,21523	1,20009	0,17934	0,195	0,275	0,337	0,390	0,436	0,477	0,515	0,551	0,584	0,616	0,675	0,729	0,779	0,826	0,871	0,974	1,067	1,152	1,232					
160	3,2	0,154	80,00%	0,123	0,01589	0,34012	0,04672	0,006	0,008	0,010	0,012	0,013	0,014	0,016	0,017	0,018	0,019	0,020	0,022	0,023	0,025	0,026	0,029	0,032	0,035	0,037					
200	3,9	0,192	80,00%	0,154	0,02488	0,42559	0,05847	0,011	0,015	0,018	0,021	0,024	0,026	0,028	0,030	0,032	0,034	0,037	0,040	0,043	0,045	0,048	0,053	0,058	0,063	0,067					
250	4,9	0,240	80,00%	0,192	0,03886	0,53187	0,07307	0,019	0,027	0,033	0,039	0,043	0,047	0,051	0,055	0,058	0,061	0,067	0,072	0,077	0,082	0,086	0,097	0,106	0,114	0,122					
315	6,2	0,303	80,00%	0,242	0,06168	0,67005	0,09205	0,036	0,051	0,062	0,072	0,080	0,088	0,095	0,101	0,107	0,113	0,124	0,134	0,143	0,152	0,160	0,179	0,196	0,212	0,226					
400	7,9	0,384	80,00%	0,307	0,09943	0,85073	0,11687	0,068	0,096	0,117	0,135	0,151	0,166	0,179	0,191	0,203	0,214	0,234	0,253	0,271	0,287	0,303	0,338	0,370	0,400	0,428					
500	9,8	0,480	80,00%	0,384	0,15545	1,06375	0,14613	0,123	0,174	0,213	0,245	0,274	0,301	0,325	0,347	0,368	0,388	0,425	0,459	0,491	0,521	0,549	0,614	0,672	0,726	0,776					
630	12,3	0,605	80,00%	0,484	0,24687	1,34054	0,18416	0,227	0,322	0,394	0,455	0,509	0,557	0,602	0,643	0,682	0,719	0,788	0,851	0,910	0,965	1,017	1,137	1,246	1,345	1,438					

Tubi PVC SN4 - SDR 41 (all'incirca ex 303/1 per canalizzazioni)

Dest [mm]	s [mm]	Dint [m]	riempim	h [m]	A [m2]	P [m]	R [m]	pendenza i																			
								0,1%	0,2%	0,3%	0,4%	0,5%	0,6%	0,7%	0,8%	0,9%	1,0%	1,2%	1,4%	1,6%	1,8%	2,0%	2,5%	3,0%	3,5%	4,0%	
								Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]	Q [m3/s]
110	3,2	0,104	50,00%	0,052	0,00421	0,16273	0,02590	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,007	
125	3,2	0,119	50,00%	0,059	0,00552	0,18630	0,02965	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009	0,010	
160	4	0,152	50,00%	0,076	0,00907	0,23876	0,03800	0,003	0,004	0,005	0,005	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009	0,009	0,010	0,011	0,012	0,012	0,013	0,015	0,016	0,017	0,018
200	4,9	0,190	50,00%	0,095	0,01421	0,29877	0,04755	0,005	0,008	0,009	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,017	0,018	0,020	0,021	0,023	0,024	0,027	0,029	0,031	0,034	
250	6,2	0,238	50,00%	0,119	0,02217	0,37322	0,05940	0,010	0,014	0,017	0,019	0,021	0,024	0,025	0,027	0,029	0,030	0,033	0,036	0,038	0,041	0,043	0,048	0,053	0,057	0,061	
315	7,7	0,300	50,00%	0,150	0,03525	0,47061	0,07490	0,018	0,025	0,031	0,036	0,040	0,044	0,047	0,050	0,053	0,056	0,062	0,067	0,071	0,076	0,080	0,089	0,098	0,105	0,113	
400	9,8	0,380	50,00%	0,190	0,05683	0,59753	0,09510	0,034	0,048	0,058	0,067	0,075	0,083	0,089	0,095	0,101	0,107	0,117	0,126	0,135	0,143	0,151	0,168	0,185	0,199	0,213	
500	12,3	0,475	50,00%	0,238	0,08875	0,74676	0,11885	0,061	0,086	0,106	0,122	0,137	0,150	0,162	0,173	0,183	0,193	0,212	0,228	0,244	0,259	0,273	0,305	0,334	0,361	0,386	
630	15,4	0,599	50,00%	0,300	0,14099	0,94122	0,14980	0,113	0,160	0,196	0,226	0,253	0,277	0,299	0,320	0,340	0,358	0,392	0,423	0,453	0,480	0,506	0,566	0,620	0,670	0,716	
110	3,2	0,104	70,00%	0,073	0,00630	0,20537	0,03069	0,002	0,002	0,003	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007	0,007	0,008	0,009	0,010	0,010	0,011	
125	3,2	0,119	70,00%	0,083	0,00826	0,23510	0,03513	0,003	0,004	0,004	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009	0,009	0,010	0,011	0,011	0,013	0,014	0,015	0,016	
160	4	0,152	70,00%	0,106	0,01357	0,30131	0,04503	0,005	0,007	0,008	0,010	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,015	0,017	0,018	0,020	0,021	0,022	0,024	0,027	0,029	0,031	
200	4,9	0,190	70,00%	0,133	0,02124	0,37704	0,05634	0,009	0,013	0,015	0,018	0,020	0,022	0,024	0,025	0,027	0,028	0,031	0,033	0,036	0,038	0,040	0,044	0,049	0,053	0,056	
250	6,2	0,238	70,00%	0,166	0,03315	0,47100	0,07039	0,016	0,023	0,028	0,032	0,036	0,039	0,043	0,045	0,048	0,051	0,056	0,060	0,064	0,068	0,072	0,080	0,088	0,095	0,102	
315	7,7	0,300	70,00%	0,210	0,05271	0,59390	0,08875	0,030	0,042	0,052	0,060	0,067	0,073	0,079	0,084	0,090	0,094	0,103	0,112	0,119	0,127	0,133	0,149	0,163	0,177	0,189	
400	9,8	0,380	70,00%	0,266	0,08497	0,75407	0,11269	0,056	0,080	0,098	0,113	0,126	0,138	0,149	0,160	0,169	0,178	0,195	0,211	0,226	0,239	0,252	0,282	0,309	0,334	0,357	
500	12,3	0,475	70,00%	0,333	0,13272	0,94239	0,14083	0,102	0,145	0,177	0,204	0,229	0,250	0,271	0,289	0,307	0,323	0,354	0,383	0,409	0,434	0,457	0,511	0,560	0,605	0,647	
630	15,4	0,599	70,00%	0,419	0,21084	1,18780	0,17750	0,190	0,268	0,328	0,379	0,424	0,464	0,501	0,536	0,569	0,599	0,657	0,709	0,758	0,804	0,848	0,948	1,038	1,121	1,199	
110	3,2	0,104	80,00%	0,083	0,00723	0,22940	0,03151	0,002	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,007	0,008	0,008	0,009	0,009	0,010	0,011	0,012	0,013	
125	3,2	0,119	80,00%	0,095	0,00947	0,26262	0,03608	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009	0,009	0,010	0,011	0,012	0,012	0,013	0,015	0,016	0,017	0,019	
160	4	0,152	80,00%	0,122	0,01556	0,33657	0,04624	0,006	0,008	0,010	0,011	0,013	0,014	0,015	0,016	0,017	0,018	0,020	0,021	0,023	0,024	0,026	0,029	0,031	0,034	0,036	
200	4,9	0,190	80,00%	0,152	0,02437	0,42116	0,05786	0,010	0,015	0,018	0,021	0,023	0,025	0,027	0,029	0,031	0,033	0,036	0,039	0,041	0,044	0,046	0,052	0,057	0,061	0,066	
250	6,2	0,238	80,00%	0,190	0,03803	0,52612	0,07228	0,019	0,027	0,033	0,038	0,042	0,046	0,050	0,053	0,056	0,059	0,065	0,070	0,075	0,080	0,084	0,094	0,103	0,111	0,119	
315	7,7	0,300	80,00%	0,240	0,06046	0,66340	0,09114	0,035	0,049	0,060	0,070	0,078	0,085	0,092	0,099	0,105	0,110	0,121	0,130	0,139	0,148	0,156	0,174	0,191	0,206	0,220	
400	9,8	0,380	80,00%	0,304	0,09747	0,84232	0,11572	0,066	0,093	0,114	0,132	0,147	0,161	0,174	0,186	0,198	0,208	0,228	0,246	0,263	0,279	0,295	0,329	0,361	0,390	0,417	
500	12,3	0,475	80,00%	0,380	0,15223	1,05268	0,14461	0,119	0,169	0,207	0,239	0,267	0,292	0,316	0,338	0,358	0,377	0,414	0,447	0,477	0,506	0,534	0,597	0,654	0,706	0,755	
630	15,4	0,599	80,00%	0,479	0,24184	1,32681	0,18227	0,221	0,313	0,383	0,443	0,495	0,542	0,585	0,626	0,664	0,700	0,766	0,828	0,885	0,939	0,990	1,106	1,212	1,309	1,399	

SN: minima rigidità anulare espressa in kN/m²

SDR: rapporto tra il diametro esterno e lo spessore della parete.

I tubi tipo SN2 sono sommariamente corrispondenti al vecchio 303/2. e i tubi tipo SN4 sono sommariamente corrispondenti al vecchio 303/1.

DIMENSIONAMENTO VASCA VOLANO: AREE PRIVATE

TABELLA N. 2

SITO: Bergamo - Strada Briantea
Progetto: Nuovo polo ricettivo ospedale

AREE SCOLANTI				
	Sup reale [m ²]	φ	Sup equiv [m ²]	φ
Impermeabile	6774,00	0,90	6096,60	φ
semipermeabile	727,00	0,50	363,50	
permeabile	0,00	0,30	0,00	medio
coltivato	0,00	0,15	0,00	0,8612
Superficie tot	7501,00		6460,10	

TEMPO CORRIVAZIONE	
L(m)=rad(1.5 A)=	106,073
V(m/s) =	1,00
T _{rete} (min) = L/V =	1,77
T _{entrata} =T _e (min) =	5,00
T _{corrivazione} =	6,77 min 0,1128 ore

Linee Segnalatrici Probabilità Pluviometrica:		
staz. BERGAMO (36-94) T=20 anni		
d < 1h	d > 1h	
a =	56,99	48,49
n =	0,591	0,270

IPOTESI PORTATA AMMESSA IN USCITA VASCA VOLANO+POZZI PERDENTI

	q	Q _{usc} Vasca Vol.	D _{pozzo}	H _{utile} pozzo	N _{pozzi}	V _{utile} pozzi	Q _{pozzo} singolo	Q _{tot} pozzi	Q _{usc} totale
	[l/s ha]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
Valore conforme a Reg. di fognatura ed igiene com. Bergamo	20,00	12,92	0,00	0,00	0,0	0,00	6,00	0,00	12,92
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	6,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	6,00	0,00	0,00

DIMENSIONAMENTO VASCA PRIMA PIOGGIA (da L.R. n.62 27-5-1985)

Volume [m³] = 5 [mm]/1000 x [S_{imperm} x 1 + S_{perm} x 0.3 + S_{coltiv} x 0.0] = m³

DIMENSIONAMENTO VASCA VOLANO

durata [min]							IPOTESI 1: 12,92 l/s			IPOTESI 2: 0,00 l/s			IPOTESI 3: 0,00 l/s		
	h _{pioggia} <1 h	h _{pioggia} >1 h	h _{pioggia} progetto	V _{pioggia} (h Area)	V _{ingresso} (φ V _{pioggia})	Q MAX ingresso	t _{equivalente} uscita	V _{uscita}	ΔV= V _{INVASO}	t _{equivalente} uscita	V _{uscita}	ΔV= V _{INVASO}	t _{equivalente} uscita	V _{uscita}	ΔV= V _{INVASO}
	[mm]	[mm]	[mm]	[m ³]	[m ³]	[l/s]	[min]	[m ³]	[m ³]	[min]	[m ³]	[m ³]	[min]	[m ³]	[m ³]
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	5,07	16,03	5,07	38,04	32,76	140,57	7,41	5,75	27,01	7,77	0,00	32,76	7,77	0,00	32,76
2	7,64	19,34	7,64	57,29	49,34	187,58	8,47	6,56	42,78	8,77	0,00	49,34	8,77	0,00	49,34
3	9,71	21,58	9,71	72,80	62,70	213,95	9,47	7,34	55,35	9,77	0,00	62,70	9,77	0,00	62,70
4	11,50	23,32	11,50	86,29	74,31	230,05	10,47	8,11	66,20	10,77	0,00	74,31	10,77	0,00	74,31
5	13,12	24,77	13,12	98,45	84,79	240,17	11,45	8,88	75,91	11,77	0,00	84,79	11,77	0,00	84,79
10	19,77	29,88	19,77	148,28	127,71	212,84	16,36	12,68	115,03	16,77	0,00	127,71	16,77	0,00	127,71
15	25,12	33,34	25,12	188,43	162,28	180,31	21,28	16,50	145,78	21,77	0,00	162,28	21,77	0,00	162,28
20	29,78	36,03	29,78	223,34	192,35	160,29	26,22	20,33	172,02	26,77	0,00	192,35	26,77	0,00	192,35
25	33,97	38,28	33,97	254,82	219,46	146,31	31,17	24,16	195,30	31,77	0,00	219,46	31,77	0,00	219,46
30	37,84	40,21	37,84	283,81	244,42	135,79	36,12	28,00	216,42	36,77	0,00	244,42	36,77	0,00	244,42
35	41,44	41,92	41,44	310,87	267,73	127,49	41,08	31,85	235,89	41,77	0,00	267,73	41,77	0,00	267,73
40	44,85	43,46	43,46	325,99	280,76	116,98	46,02	35,68	245,08	46,77	0,00	280,76	46,77	0,00	280,76
45	48,08	44,87	44,87	336,54	289,84	107,35	50,95	39,50	250,34	51,77	0,00	289,84	51,77	0,00	289,84
50	51,17	46,16	46,16	346,26	298,21	99,40	55,89	43,33	254,89	56,77	0,00	298,21	56,77	0,00	298,21
55	54,13	47,37	47,37	355,30	305,99	92,73	60,82	47,15	258,84	61,77	0,00	305,99	61,77	0,00	305,99
60	56,99	48,49	48,49	363,75	313,28	87,02	65,76	50,98	262,30	66,77	0,00	313,28	66,77	0,00	313,28
70	62,42	50,56	50,56	379,23	326,61	77,76	75,64	58,64	267,97	76,77	0,00	326,61	76,77	0,00	326,61
80	67,55	52,42	52,42	393,17	338,61	70,54	85,53	66,30	272,31	86,77	0,00	338,61	86,77	0,00	338,61
90	72,42	54,11	54,11	405,89	349,56	64,73	95,42	73,97	275,59	96,77	0,00	349,56	96,77	0,00	349,56
100	77,07	55,67	55,67	417,61	359,66	59,94	105,31	81,64	278,02	106,77	0,00	359,66	106,77	0,00	359,66
110	81,53	57,13	57,13	428,51	369,05	55,92	115,20	89,31	279,74	116,77	0,00	369,05	116,77	0,00	369,05
120	85,83	58,49	58,49	438,71	377,83	52,48	125,10	96,98	280,85	126,77	0,00	377,83	126,77	0,00	377,83
135	92,02	60,38	60,38	452,90	390,05	48,15	139,95	108,49	281,56	141,77	0,00	390,05	141,77	0,00	390,05
150	97,93	62,12	62,12	465,98	401,32	44,59	154,81	120,01	281,31	156,77	0,00	401,32	156,77	0,00	401,32
165	103,61	63,74	63,74	478,14	411,79	41,60	169,67	131,53	280,27	171,77	0,00	411,79	171,77	0,00	411,79
180	109,07	65,26	65,26	489,52	421,59	39,04	184,53	143,05	278,54	186,77	0,00	421,59	186,77	0,00	421,59
195	114,36	66,69	66,69	500,23	430,81	36,82	199,39	154,57	276,24	201,77	0,00	430,81	201,77	0,00	430,81
210	119,47	68,04	68,04	510,35	439,53	34,88	214,26	166,10	273,43	216,77	0,00	439,53	216,77	0,00	439,53
225	124,45	69,32	69,32	519,96	447,80	33,17	229,13	177,63	270,18	231,77	0,00	447,80	231,77	0,00	447,80
240	129,28	70,54	70,54	529,11	455,68	31,64	244,00	189,16	266,53	246,77	0,00	455,68	246,77	0,00	455,68
255	134,00	71,70	71,70	537,85	463,21	30,28	258,88	200,69	262,53	261,77	0,00	463,21	261,77	0,00	463,21
270	138,60	72,82	72,82	546,22	470,42	29,04	273,76	212,22	258,20	276,77	0,00	470,42	276,77	0,00	470,42
285	143,10	73,89	73,89	554,26	477,35	27,92	288,64	223,75	253,60	291,77	0,00	477,35	291,77	0,00	477,35
300	147,50	74,92	74,92	562,00	484,01	26,89	303,52	235,29	248,72	306,77	0,00	484,01	306,77	0,00	484,01
315	151,82	75,92	75,92	569,46	490,44	25,95	318,40	246,83	243,61	321,77	0,00	490,44	321,77	0,00	490,44
330	156,05	76,88	76,88	576,67	496,64	25,08	333,28	258,36	238,28	336,77	0,00	496,64	336,77	0,00	496,64
345	160,20	77,81	77,81	583,64	502,65	24,28	348,17	269,90	232,74	351,77	0,00	502,65	351,77	0,00	502,65
360	164,28	78,71	78,71	590,39	508,46	23,54	363,05	281,44	227,02	366,77	0,00	508,46	366,77	0,00	508,46
375	168,29	79,58	79,58	596,94	514,11	22,85	377,94	292,98	221,12	381,77	0,00	514,11	381,77	0,00	514,11
390	172,24	80,43	80,43	603,30	519,58	22,20	392,83	304,53	215,06	396,77	0,00	519,58	396,77	0,00	519,58
405	176,12	81,25	81,25	609,49	524,91	21,60	407,72	316,07	208,84	411,77	0,00	524,91	411,77	0,00	524,91
420	179,95	82,06	82,06	615,51	530,10	21,04	422,61	327,61	202,48	426,77	0,00	530,10	426,77	0,00	530,10
VOLUME INVASO NECESSARIO									281,56						

								281,56				0,00				0,00

DIMENSIONAMENTO VASCA VOLANO: AREE PUBBLICHE DI CESSIONE

SITO: Bergamo
Progetto: Nuovo Polo ricettivo Ospedale di Bergamo

	Sup reale		Sup equiv	
	[m ²]	φ	[m ²]	φ
Impermeabile	2691,00	0,90	2421,90	φ
semipermeabile	1608,00	0,50	804,00	
permeabile		0,30	0,00	medio
coltivato	0,00	0,15	0,00	0,7504
Superficie tot	4299,00		3225,90	

TEMPO CORRIVAZIONE	
L(m)=rad(1.5 A)=	80,3026
V(m/s) =	1,00
T _{rete} (min) = L/V =	1,34
T _{entrata} =T _e (min) =	5,00
T _{corrivazione} =	6,34 min 0,1056 ore

Linee Segnalatrici Probabilità Pluviometrica:		
staz. BERGAMO (36-94) T=20 anni		
d < 1h	d > 1h	
a =	56,99	48,49
n =	0,590	0,270

IPOTESI PORTATA AMMESSA IN USCITA VASCA VOLANO

	q	Q _{usc} Vasca Vol.	D _{pozzo}	H _{utile} pozzo	N _{pozzi}	V _{utile} pozzi	Q _{pozzo} singolo	Q _{tot} pozzi	Q _{usc} totale
	[l/s ha]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
Aree da asservire ad uso pubblico	20,00	6,45	0,00	0,00	0,0	0,00	6,00	0,00	6,45

DIMENSIONAMENTO VASCA PRIMA PIOGGIA (da L.R. n.62 27-5-1985)

Volume [m³] = 5 [mm]/1000 x [S_{imperm} x 1 + S_{perm} x 0.3 + S_{coltiv} x 0.0] = m³

DIMENSIONAMENTO VASCA VOLANO

durata [min]	IPOTESI 1: 6,45 l/s						IPOTESI 2: 0,00 l/s			IPOTESI 3: 0,00 l/s					
	h _{pioggia} <1 h	h _{pioggia} >1 h	h _{pioggia} progetto	V _{pioggia} (h Area)	V _{ingresso} (φ V _{pioggia})	Q MAX ingresso	t _{equivalente} uscita	V _{uscita}	ΔV= V _{INVASO}	t _{equivalente} uscita	V _{uscita}	ΔV= V _{INVASO}	t _{equivalente} uscita	V _{uscita}	ΔV= V _{INVASO}
	[mm]	[mm]	[mm]	[m ³]	[m ³]	[l/s]	[min]	[m ³]	[m ³]	[min]	[m ³]	[m ³]	[min]	[m ³]	[m ³]
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	5,09	16,03	5,09	21,88	16,42	74,58	7,02	2,72	13,70	7,34	0,00	16,42	7,34	0,00	16,42
2	7,66	19,34	7,66	32,94	24,71	98,80	8,07	3,12	21,59	8,34	0,00	24,71	8,34	0,00	24,71
3	9,73	21,58	9,73	41,84	31,39	112,06	9,07	3,51	27,88	9,34	0,00	31,39	9,34	0,00	31,39
4	11,53	23,32	11,53	49,58	37,20	119,94	10,06	3,89	33,31	10,34	0,00	37,20	10,34	0,00	37,20
5	13,15	24,77	13,15	56,55	42,44	124,76	11,05	4,28	38,16	11,34	0,00	42,44	11,34	0,00	42,44
10	19,80	29,88	19,80	85,12	63,88	106,46	15,95	6,18	57,70	16,34	0,00	63,88	16,34	0,00	63,88
15	25,15	33,34	25,15	108,13	81,14	90,16	20,88	8,08	73,06	21,34	0,00	81,14	21,34	0,00	81,14
20	29,81	36,03	29,81	128,13	96,15	80,12	25,83	10,00	86,15	26,34	0,00	96,15	26,34	0,00	96,15
25	34,00	38,28	34,00	146,16	109,68	73,12	30,78	11,91	97,76	31,34	0,00	109,68	31,34	0,00	109,68
30	37,86	40,21	37,86	162,76	122,14	67,85	35,74	13,83	108,30	36,34	0,00	122,14	36,34	0,00	122,14
35	41,47	41,92	41,47	178,26	133,76	63,70	40,70	15,75	118,01	41,34	0,00	133,76	41,34	0,00	133,76
40	44,86	43,46	43,46	186,84	140,20	58,42	45,64	17,67	122,53	46,34	0,00	140,20	46,34	0,00	140,20
45	48,09	44,87	44,87	192,88	144,73	53,60	50,58	19,58	125,16	51,34	0,00	144,73	51,34	0,00	144,73
50	51,18	46,16	46,16	198,45	148,91	49,64	55,51	21,49	127,42	56,34	0,00	148,91	56,34	0,00	148,91
55	54,14	47,37	47,37	203,63	152,80	46,30	60,46	23,40	129,40	61,34	0,00	152,80	61,34	0,00	152,80
60	56,99	48,49	48,49	208,48	156,44	43,45	65,40	25,32	131,12	66,34	0,00	156,44	66,34	0,00	156,44
70	62,42	50,56	50,56	217,35	163,09	38,83	75,29	29,14	133,95	76,34	0,00	163,09	76,34	0,00	163,09
80	67,53	52,42	52,42	225,33	169,09	35,23	85,18	32,97	136,11	86,34	0,00	169,09	86,34	0,00	169,09
90	72,39	54,11	54,11	232,62	174,56	32,33	95,07	36,80	137,75	96,34	0,00	174,56	96,34	0,00	174,56
100	77,04	55,67	55,67	239,34	179,60	29,93	104,97	40,64	138,96	106,34	0,00	179,60	106,34	0,00	179,60
110	81,49	57,13	57,13	245,59	184,29	27,92	114,87	44,47	139,82	116,34	0,00	184,29	116,34	0,00	184,29
120	85,78	58,49	58,49	251,43	188,67	26,20	124,78	48,30	140,37	126,34	0,00	188,67	126,34	0,00	188,67
135	91,96	60,38	60,38	259,57	194,78	24,05	139,64	54,05	140,72	141,34	0,00	194,78	141,34	0,00	194,78
150	97,86	62,12	62,12	267,07	200,40	22,27	154,50	59,81	140,59	156,34	0,00	200,40	156,34	0,00	200,40
165	103,52	63,74	63,74	274,04	205,63	20,77	169,37	65,56	140,07	171,34	0,00	205,63	171,34	0,00	205,63
180	108,97	65,26	65,26	280,56	210,53	19,49	184,24	71,32	139,20	186,34	0,00	210,53	186,34	0,00	210,53
195	114,24	66,69	66,69	286,69	215,13	18,39	199,11	77,08	138,05	201,34	0,00	215,13	201,34	0,00	215,13
210	119,34	68,04	68,04	292,49	219,48	17,42	213,99	82,84	136,64	216,34	0,00	219,48	216,34	0,00	219,48
225	124,30	69,32	69,32	298,00	223,61	16,56	228,87	88,60	135,02	231,34	0,00	223,61	231,34	0,00	223,61
240	129,13	70,54	70,54	303,24	227,55	15,80	243,75	94,36	133,19	246,34	0,00	227,55	246,34	0,00	227,55
255	133,83	71,70	71,70	308,25	231,31	15,12	258,63	100,12	131,19	261,34	0,00	231,31	261,34	0,00	231,31
270	138,42	72,82	72,82	313,05	234,91	14,50	273,52	105,88	129,03	276,34	0,00	234,91	276,34	0,00	234,91
285	142,91	73,89	73,89	317,66	238,37	13,94	288,40	111,64	126,72	291,34	0,00	238,37	291,34	0,00	238,37
300	147,30	74,92	74,92	322,10	241,70	13,43	303,29	117,41	124,29	306,34	0,00	241,70	306,34	0,00	241,70
315	151,60	75,92	75,92	326,37	244,90	12,96	318,18	123,17	121,73	321,34	0,00	244,90	321,34	0,00	244,90
330	155,82	76,88	76,88	330,50	248,00	12,53	333,07	128,94	119,07	336,34	0,00	248,00	336,34	0,00	248,00
345	159,96	77,81	77,81	334,50	251,00	12,13	347,97	134,70	116,30	351,34	0,00	251,00	351,34	0,00	251,00
360	164,02	78,71	78,71	338,37	253,91	11,75	362,86	140,47	113,44	366,34	0,00	253,91	366,34	0,00	253,91
375	168,02	79,58	79,58	342,12	256,72	11,41	377,75	146,23	110,49	381,34	0,00	256,72	381,34	0,00	256,72
390	171,96	80,43	80,43	345,77	259,46	11,09	392,65	152,00	107,46	396,34	0,00	259,46	396,34	0,00	259,46
405	175,83	81,25	81,25	349,31	262,12	10,79	407,55	157,76	104,35	411,34	0,00	262,12	411,34	0,00	262,12
420	179,64	82,06	82,06	352,76	264,71	10,50	422,45	163,53	101,18	426,34	0,00	264,71	426,34	0,00	264,71
VOLUME INVASO NECESSARIO									140,72						

