

STUDIO DI INGEGNERIA IDRAULICA

Dott. ing. Enrico Corinaldesi
Via Montello 83 - 25128 - Brescia -
Tel./Fax. 030.391108
E - mail studingcori@libero.it
C.F. CRN NRC 61 R 03 G 920 W
P. I.V.A. 02710640984

COMUNE DI MONTICELLI BRUSATI

Prov. di Brescia

LOTTIZZAZIONE PA7

VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
INVARIANZA

Relazione idraulica

Brescia li, 18 maggio 2018


Il tecnico incaricato
Dott. Ing. Enrico Corinaldesi

INDICE

1. Premessa - Ubicazione e caratteristiche dell'area	2
2. Curve di possibilità pluviometrica	2
3. Stima della portata al colmo del sistema di drenaggio	3
3.1. <i>Calcolo di trasformazione afflussi - deflussi</i>	5
4. Dimensionamento delle tubazioni per acque meteoriche	7
5. Dimensionamento della vasca volano (solo per le opere di urbanizzazione)	9
6. Dimensionamento del tratto intubato fosso valle della Fontana	10

ALLEGATI

All. 1 – Piano di lottizzazione PA7

All. 2 – Estratto R.I.M. comunale

1. Premessa - Ubicazione e caratteristiche dell'area

In relazione all'incarico ricevuto dall'Amministrazione comunale di Monticelli Brusati, si è redatta la presente relazione con il fine di eseguire il dimensionamento dei sistemi atti al rispetto dell'invarianza idraulica in conseguenza della prevista edificazione del comparto PA7 ed in ottemperanza a quanto previsto dalla Delibera della Giunta Regionale n°X/6829 del 30.06.2017 oltre che al dimensionamento della rete per acque meteoriche.

L'area considerata ai fini del calcolo e sulla quale è previsto l'intervento edilizio ha un'estensione complessiva pari a 8.038,90 m² e comprende due distinti ambiti (All. n°1):

Il comparto Sub A, di estensione pari a 3.986,40 mq., ed il comparto Sub B con una superficie di 4.052,40 mq.

Nel dettaglio l'utilizzo dell'uso del suolo è così distinto:

	Sub A	Sub B
Lotti	2.156,30	2.694,90
Superficie a verde	890,62	271,32
Superficie impermeabile (parcheggi – strade - marciapiedi)	939,48	1.086,28
TOTALE	3.986,40	4.052,50
Totale esclusi i lotti	1.830,10	1.357,60

Di seguito saranno trattati, nei relativi paragrafi, i seguenti argomenti:

- calcolo delle portate al colmo e dimensionamento delle tubazioni di convogliamento delle acque meteoriche in seguito alla modifica d'uso del suolo;
- dimensionamento del volume volano atto al rispetto del principio di invarianza idraulica.

L'area in esame ricade nella sezione D5A4 della Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000 ed è ubicata a quote comprese fra 267 e 277 m.s.l.m.

Allo stato attuale l'area è completamente a verde naturale ed appartiene al bacino di un fosso a cielo libero, non appartenente al R.I.M. (All. n°2), che recapita le acque di propria competenza, a valle di via Europa, nel torrente Gandovere.

2. Curve di possibilità pluviometrica

Le curve di possibilità pluviometrica, descritte dalla funzione:

$$h = a \cdot t^n$$

ove:

h = altezza di pioggia in mm,

t = durata di pioggia in ore,

a e n = parametri della curva da determinarsi in base alle caratteristiche pluviometriche della zona, prese a base dei calcoli del presente lavoro sono riferite ad un tempo di ritorno $T_r = 50$ anni.

La curva di possibilità pluviometrica calcolata secondo i parametri forniti da A.R.P.A. Lombardia (Atlante delle piogge intense della Lombardia predisposto nell'ambito del progetto interregionale IVA/Strada) è la seguente (per piogge di durata superiore all'ora):

$$h = 56,16 t^{0,289} \quad (1)$$

La curva calcolata dal prof. B. Bacchi et alii e contenuta nello "Studio idrologico a scala di sottobacino dei bacini dell'ovest Mella confluenti nel torrente Gandovere e Roggia Mandolossa" redatto in due fasi (gennaio 2013 e maggio 2014), sempre per durate di pioggia superiori all'ora è:

$$h = 52,43 t^{0,29} \quad (2)$$

In favore della sicurezza si considera, per i calcoli, la curva (1), che fornisce altezze di pioggia, a parità di durata, superiori.

Per il calcolo idrologico della lottizzazione PA7 si deve fare necessariamente riferimento ad una curva con $t_p < 1$ ora, ricavata dalla (1) sostituendo l'esponente $n = 0,289$ con $n = 0,50$ (All. G D.G.R. n°X/6829).

Pertanto la curva adottata a base dei calcoli, per durate di pioggia inferiori all'ora, è la seguente:

$$h = 56,16 t^{0,50}$$

Alle C.S.P.P. sopra riportate corrispondono, per le diverse durate, le altezze di pioggia di cui alla seguente tabella:

Durata $t_p < 1$ ora	T_{r50} (mm)	Durata $t_p > 1$ ora	T_{r50} (mm)
15'	28,08		
30'	39,71		
45'	48,64		
1 h	56,16		
		1 h	56,16
		3 h	77,15
		6 h	94,25
		12 h	115,16
		24 h	140,70

3. Stima della portata al colmo del sistema di drenaggio

Le elaborazioni statistiche che scaturiscono nel tracciamento della curva di possibilità pluviometrica rappresentano soltanto il primo passo per giungere alla definizione della quantità di acqua che defluisce nella rete di drenaggio.

La valutazione dell'afflusso meteorico di assegnata durata e probabile frequenza non può essere considerata come isolata e risoltrice del problema, prescindendo cioè dagli innumerevoli e complessi fenomeni che modificano il percorso dei volumi di precipitazione.

L'equazione del bilancio idrologico:

$$W = I + ET + W_{net} + F + \Delta S$$

con:

W = volume totale di pioggia

I = pioggia intercettata

ET = evapotraspirazione

W_{net} = volume di pioggia netto

F = volume di pioggia infiltratosi complessivamente

ΔS = variazione di volume invasato nel bacino fra l'inizio e la fine della piena

evidenzia bene come, tralasciando i valori dell'intercettazione e dell'evapotraspirazione (ininfluenti ai fini del calcolo dei deflussi per piogge particolarmente intense), non si possano trascurare le capacità di infiltrazione e di immagazzinamento superficiale proprie dei terreni interessati dalla precipitazione.

Tali perdite, in termini di portata di piena, variabili nel tempo, sono, alla luce dei recenti studi, ancora di difficile quantificazione, tanto da preferire l'adozione, ai fini della valutazione della pioggia netta, di uno ietogramma ad intensità costante, considerando quindi costanti, durante tutto l'evento, le perdite complessive che si verificano nel bacino imbrifero.

Il metodo utilizzato per la stima dei nuovi carichi idraulici conseguenti alla trasformazione urbanistica di progetto è fondato sulle seguenti ipotesi di base:

- piogge ad intensità costante,
- perdite idrologiche descritte dal metodo percentuale attraverso la definizione del coefficiente di assorbimento medio ponderale costante; a rigore tale coefficiente varia in funzione della precipitazione e, nel caso di reti di drenaggio urbano, si assume costante e pari a quello relativo alla precipitazione di durata 1 ora a patto di incrementare, per durante inferiori all'ora, l'esponente n della curva di possibilità pluviometrica di un terzo;
- metodo di trasformazione afflussi-deflussi lineare.

Si utilizzano a tale scopo (determinazione della quantità di pioggia che effettivamente affluisce in fognatura) gli studi del Prof. Fantoli (Politecnico di Milano - 1904) i cui risultati, in sostanza,

riportano come punto di inizio per il dimensionamento dei collettori drenanti, la definizione del coefficiente di assorbimento medio specifico Φ_i per ogni tipologia di bacino di drenaggio di area A_i .

Il coefficiente di assorbimento è funzione di numerosi effetti e racchiude tutti gli elementi che contribuiscono a determinare le perdite idrologiche; il valore di Φ_i , da assegnare a ciascuna tipologia di superficie e da utilizzare per la determinazione della precipitazione netta, va opportunamente valutato tenendo conto di fattori non trascurabili; le caratteristiche geometriche e topografiche dell'area quali la forma, la pendenza, le capacità ritenive, etc..

Per le diverse tipologie di uso del suolo presenti nell'ambito del comparto, ad edificazione avvenuta, sono stati individuati i seguenti valori del coefficiente di assorbimento specifico:

<i>Tipologia di superficie</i>	Φ_i
Aree a verde	0,30
Strade -parcheggi asfaltati- marciapiedi	1,00
Coperture di edifici	1,00

Al fine di determinare il valore di Φ medio pesato valido per il comparto è stata utilizzata la seguente relazione:

$$\Phi = \frac{(\sum \Phi_i \cdot A_i)}{A}$$

Da quanto detto si riconosce che l'attribuzione del coefficiente di assorbimento medio ponderale alle unità scolanti non può scaturire che da considerazioni globali più che da computi rigorosi che non potrebbero assicurare un valore pratico reale.

Di seguito si riportano i valori del coefficiente Φ utilizzato nelle analisi e cioè nella condizione attuale ed in quella ad opere di urbanizzazione realizzate, calcolato unitariamente (considerando cioè ai fini idrologici un unico lotto) come segue:

<i>Sezione</i>	Φ Attuale	Φ Finale
<i>Terminale lottizzazione</i>	0,30	0.74

3.1. Calcolo di trasformazione afflussi - deflussi

Una volta quantificate le piogge nette sulla base di quanto sopra descritto, ossia le portate effettivamente affluite in fognatura e quindi i volumi d'acqua da smaltire, il problema si sposta verso lo studio dell'evento al colmo.

La metodologia adottata per la risoluzione del problema idrologico – idraulico consiste nel ricorrere a modelli matematici di trasformazione afflussi - deflussi, cioè ad algoritmi che, basandosi sulle

ipotesi di linearità e stazionarietà, calcolano le onde di piena partendo dalle elaborazioni pluviometriche succitate.

Con tali modelli, basati sui concetti fisici dell'invaso e della corrivazione, si riesce a simulare il comportamento dei bacini studiati ottenendo direttamente le portate al colmo nelle sezioni di chiusura in funzione delle portate di precipitazione.

Per il caso in esame si è utilizzata la procedura di calcolo descritta dall'antico metodo diretto italiano, la cui espressione finale conduce al calcolo del coefficiente udometrico (rapporto fra la portata critica e l'area del bacino):

$$u = 2168 \frac{n'_0 (\Phi \cdot a')^{1/n'_0}}{w^{1/(n'_0-1)}}$$

con:

u = coefficiente udometrico (contributo di piena per unità di area) in l/sec per ha;

$n'_0 = 4/3 n'$ = esponente della curva di possibilità pluviometrica, incrementato per tenere conto della variabilità del coefficiente di deflusso in funzione dell'intensità della precipitazione;

Φ = coefficiente di assorbimento medio ponderale del bacino;

w = invaso specifico della rete di drenaggio, comprendente sia l'invaso superficiale sia i piccoli invasi.

Il volume dei piccoli invasi è costituito da diverse componenti quali:

- volume delle piccole capacità della rete (appendici stradali, fognoli, pozzetti etc.);
- volume del velo d'acqua superficiale che ricopre tutta l'area scolante;
- volume degli invasi superficiali (cunette, fossi etc.);

Gli studi compiuti e l'esperienza accumulata in materia portano a valutare il valore del volume dei piccoli invasi, per il caso in esame, pari a 50 m³/ha.

Il volume di invaso è stato calcolato mediante la formula semplificata di Iannelli, che sotto si riporta, fondata sull'assunto che il rapporto fra il volume dei piccoli invasi w_0 e quello proprio del collettore w è funzione dell'area (S) e della pendenza media del bacino. Nell'espressione è stato utilizzato il coefficiente valido per bacini di media pendenza.

$$W = W_0 (1 + 0,29.S^{0,227})$$

Il valore del coefficiente udometrico e della conseguente portata al colmo con tempo di ritorno $T=50$ anni, relativo alla sezione terminale della lottizzazione, è il seguente:

T_r 50 anni	<i>FUTURO</i>	
	u	Q

	$\left(\frac{l}{s \cdot ha}\right)$	$\left(\frac{l}{s}\right)$
<i>Terminale lottizzazione</i>	153,30	123,2

4. Dimensionamento delle tubazioni per acque meteoriche

Al fine del dimensionamento o della verifica dei condotti costituenti una rete di fognatura è necessario preliminarmente fissare alcune ipotesi fondamentali.

La natura del moto dell'acqua nelle fognature è un fenomeno piuttosto complesso con parametri che variano in funzione del tempo e dello spazio; il definire quindi rigorosamente le reali condizioni di movimento del fluido all'interno delle canalizzazioni risulta del tutto inopportuno e tale da preferire la logica semplificazione di moto uniforme.

Tale scelta, oltre a semplificare notevolmente la formulazione analitica, compendia errori che risultano sicuramente limitati e quindi accettabili.

Partendo da questa ipotesi fondamentale, si sono calcolate le grandezze fisiche proprie del moto uniforme mediante l'uso della formula di Chèzy, che ha la formulazione di seguito riportata:

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

con:

Q = portata (m^3/s)

A = area della sezione liquida (m^2)

R = raggio idraulico (m)

i = pendenza del fondo

C = coefficiente di Chèzy, caratterizzante la scabrezza del condotto.

L'espressione adottata per quantificare l'indice di scabrezza sopra citato risulta essere quella di Strickler e cioè:

$$C = k_s \cdot R^{1/6}$$

con:

R = raggio idraulico (m)

k_s = coefficiente di Strickler (si è posto pari a $90 m^{1/3}/s$ per tubazioni in materiale plastico)

I risultati ottenuti sono riportati di seguito, con il seguente significato dei simboli:

(h_o) = altezza di moto uniforme

$h_c (m)$ = altezza critica della corrente

(V_o) = velocità media relativa al moto uniforme

(Q_{max}) = portata massima defluibile in condotta

$(Q_{verifica})$ = portata di verifica del condotto ($T_r = 50$ anni)

G.R. = grado di riempimento

Sulla base delle pendenze di progetto e dei diametri adottati (cfr il profilo longitudinale), si riportano i risultati ottenuti.

Si evidenzia che si sono considerate, nel computo, anche le portate che ciascun lotto interno ai comparti, potrà ancora scaricare a valle delle vasche volano che ciascuna proprietà dovrà predisporre; si è ipotizzata una superficie edificabile pari al 20% dell'attuale.

Tali valori sono così, di seguito, definiti per la sezione terminale di ciascun lotto.

	<i>Area complessiva lotti (mq.)</i>	<i>Q ($\frac{l}{s}$)</i>
<i>Contributo dei lotti Sub A</i>	2.156,30	0,43
<i>Contributo dei lotti Sub B</i>	2.694,40	0,54

Risultati delle verifiche idrauliche dei condotti

<i>Tratto</i>	<i>Pendenza condotta</i>	<i>Diametro condotta (mm)</i>	<i>Q_{verifica} (l/s)</i>	<i>h_o (m)</i>	<i>V_o (m/s)</i>	<i>Q_{max} (l/s)</i>	<i>h_c (m)</i>	<i>Tipo corrente</i>	<i>G.R. (%)</i>
Sez. Pozzetto B9	0,005	250 PVC SN4	7,0	0,06	0,71	46,0	0,07	veloce	28
Sez. Pozzetto B7	0,005	315 PVC SN4	23,0	0,11	0,98	85,0	0,12	veloce	37
Sez. Pozzetto B6	0,044	315 PVC SN4	25,0	0,07	2,18	254,0	0,12	veloce	23
Sez. Pozzetto B4	0,05	315 PVC SN4	25,0	0,06	2,28	271,0	0,12	veloce	20
Sez. Pozzetto B2-B3	0,025	315 PVC SN4	51,0	0,11	2,18	189,0	0,18	veloce	37
Sez. Pozzetto B2-B1	0,01	250 PVC SN4	4,0	0,04	0,78	65,0	0,05	veloce	17

5. Dimensionamento della vasca volano (solo per le opere di urbanizzazione)

Il territorio comunale di Monticelli Brusati ricade, ai sensi dell'art.7 del Regolamento (D.G.R. n°X/6829) in area A (alta criticità idraulica).

Per tali aree il valore massimo ammissibile di scarico nel ricettore è limitato al massimo a $Q_s = 10$ l/s* ha di superficie scolante impermeabile dell'intervento previsto.

Nel caso in esame la massima portata scaricabile ancora nel ricettore finale, limitatamente alla superficie interessata dalle opere di urbanizzazione, è pertanto: $Q_{max} = 2,36$ l/s

La classe dell'intervento, ai sensi dell'art.9 del predetto Regolamento, è la classe 2 (impermeabilizzazione potenziale media).

Il metodo utilizzato è pertanto quello delle sole piogge, che ha l'espressione di seguito riportata:

$$W_m = \left[a \cdot \Phi^* \cdot A \left(\frac{Q_u}{a \cdot n \cdot \Phi^* \cdot A} \right)^{\frac{n}{n-1}} \right] - \left[Q_u \left(\frac{Q_u}{a \cdot n \cdot A \cdot \Phi^*} \right)^{\frac{1}{(n-1)}} \right]$$

con il seguente significato dei simboli:

a = parametro della curva delle piogge

$$\Phi^* = \Phi_1 \times (a/45)^{1/3}$$

Φ_1 = coefficiente di assorbimento medio ponderale

A = superficie del bacino (m^2)

Q_u = portata uscente dalla vasca (m^3/h)

n = esponente della curva delle piogge

Per l'area destinata ad uso pubblico, costituita da strade, parcheggi, marciapiedi e verde il calcolo importa i seguenti valori:

Comparto	Q_s (l/s)	W^*	$W_{min.}$
Terminale lottizzazione	2,36	192	188

Simbologia:

Q_s = portata scaricabile ancora a valle

W^* = volume di calcolo (metodo delle piogge) – ottenuto usando la CSPP per durate superiori all'ora in quanto il tempo critico della vasca risulta $t_c > 1$ ora.

W_{min} = volume minimo invasato da Regolamento (art.12 comma 2).

Pertanto, nel dimensionamento, si adotta il valore ottenuto dal calcolo.

Si sottolinea che il presente calcolo è valido unicamente per l'area destinata ad uso pubblico; i singoli lotti avranno l'obbligo di una propria laminazione interna.

6. Dimensionamento del tratto intubato fosso valle della Fontana

A complemento del lavoro svolto si procede anche al dimensionamento del tratto di canale da intubare in prossimità dell'innesto della nuova lottizzazione su via S. Chiara.

Si fa riferimento alla planimetria (tav. T07) datata marzo 2009 e redatta dalla società GIMAS s.r.l. nell'ambito del progetto esecutivo del piano particolareggiato denominato "Quattrovie" per conto dell'Amministrazione comunale.

Dalla visione di tale elaborato si deduce che l'antico corso d'acqua naturale è stato tombinato con una tubazione in c.a., lungo via Colombaia, del diametro pari ad 1,0 m.

La tubazione presenta tre differenti pendenze:

- Tratto con pendenza pari ad $i = 10,9\%$ per circa 50 m., in testa alla via;
- Tratto con pendenza pari ad $i = 3,3\%$ per circa 11 m.;
- Tratto terminale con pendenza pari ad $i = 3,3\%$ per circa 50 m., prima dello sfocio a cielo libero.

Si dimensiona il nuovo tratto come sotto riportato.

<i>Tratto</i>	<i>Pendenza condotta</i>	<i>Diametro condotta (cm)</i>	<i>Q massima (mc/s)</i>	<i>h_o (m)</i>	<i>V_o (m/s)</i>	<i>K(Strickler)</i>	<i>Tipo corrente</i>	<i>G.R. (%)</i>
Intubamento fosso	0,03	100 c.a. autoportante	4,06	0.94	5,31	70	veloce	94

Brescia li, 18 maggio 2018

 Dott. ing. Enrico Corinaldesi
