

# Multiplanning Engineering Company s.r.l.



Servizi Integrati di Ingegneria

Via Tien An Men n° 19

25030 Roncadelle Bs

Tel/fax 030-2780347

E-MAIL [multiplanning@libero.it](mailto:multiplanning@libero.it)

## RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA

Committente: Nisagri s.r.l.  
Via Aldo Moro, 16 24054 Calcio Bg

Oggetto: Ampliamento edificio artigianale

Progetto: Studio idrologico idraulico per calcolo  
perdenti acque bianche

Il Tecnico

Ing. Giovanni Tonelli

Dott. Ing. GIOVANNI TONELLI  
Iscri. Albo INGEGNERI  
Provincia di Brescia N° 7255

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'G. Tonelli', is written over the printed name and registration details.

Roncadelle (BS) Ottobre\_2016

<b>1. RELAZIONE TECNICA</b>	<b>3</b>
1.1 Premessa	3
<b>2. METODI DI CALCOLO</b>	<b>4</b>
2.1 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense	4
2.2 Depurazione delle perdite e ietogramma efficace	5
2.3 Metodo di trasformazione afflussi – deflussi	6
2.4 Dimensionamento del sistema di dispersione	7
2.4.1 Tempo di corrivazione	8
2.5 Calcolo batterie pozzi perdenti	9
2.5.1 Batteria pozzi perdenti Bacino unico con area 0,098 ha	9
2.5.2 Verifica volume di laminazione	12

## 1. RELAZIONE TECNICA

### 1.1 Premessa

La presente relazione illustra i calcoli idrologici ed idraulici che sono stati eseguiti per il calcolo di una rete di dispersione acque nel terreno, a servizio di un insediamento artigianale ubicato nel Comune di Calcio in provincia di Bergamo.

Il progetto comprende la verifica di una rete di raccolta acque bianche ed il progetto di una batteria di pozzi perdenti per lo smaltimento delle acque provenienti dalle coperture dei capannoni.

Le superfici impermeabili utilizzate alla base dei calcoli, riguardano:

- Tetti capannone esistente 480 mq
- Tetti nuovo capannone in ampliamento 460 mq circa
- Totale sup impermeabile = 940 mq

Le superfici permeabili utilizzate alla base dei calcoli, riguardano:

- Area permeabile a verde 165 mq (per l' area permeabile si adotta un coefficiente del 25%, equivalente a circa 40 mq di area impermeabile)

Totale superfici impermeabili considerate sarà pertanto:

$$940 \text{ mq} + 40 \text{ mq} = 980 \text{ mq}$$

Di seguito saranno illustrate le metodologie seguite che hanno portato al dimensionamento del sistema drenante delle acque bianche.

Il progetto consiste nel convogliare la fognatura bianca esistente e quella in fase di realizzazione, in una batteria di pozzi perdenti da realizzare, allo scopo di disperdere nel terreno le portate di acqua bianca in arrivo dalle superfici sopra riportate.

Nella presente relazione ci siamo attenuti alle prescrizioni dalla Regione Lombardia nell' ambito del D.vo n° 152 del 03 /04/2006 e dei regolamenti regionali del 24 marzo 2006.

## 2. METODI DI CALCOLO

### 2.1 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense

Sono stati presi in considerazione i valori massimi annuali relativi alle precipitazioni piovose nelle rispettive durate registrati nel periodo di osservazione.

Nella elaborazione viene effettuata l'analisi dei dati secondo il modello probabilistico proposto da Gumbel della serie di massimi annuali delle precipitazioni consecutive di 15' (minuti), 30',45,1ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24ore.

L'elaborazione dei dati di pioggia, porta al tracciamento di curve di possibilità pluviometrica, inerenti la stazione pluviografica in esame più vicina al sito in oggetto.

Le suddette curve hanno una equazione del tipo

$$\underline{h = a * t^n}$$

che rappresenta un legame funzionale tra l'altezza di pioggia h(t) e la durata t.

dove h = è l'altezza di pioggia per un determinato tempo di ritorno (mm)

a ed n = parametri caratteristici della stazione funzione del tempo di ritorno T

t = durata dell'evento in ore (h)

Nel caso in esame, vengono riportati i parametri a ed n della curva di possibilità climatica di Bergamo per un assegnato tempo di ritorno pari a 10 anni, relativamente ad eventi pluviometrici di durata inferiore ad un'ora e durate superiori all'ora; pertanto la formula assume la forma:

T (anni)	Durata pioggia < 1 ora		Durata pioggia > 1 ora	
	a	n	a	N
10	46,5	0,43	44,3	0,27

## 2.2 Depurazione delle perdite e ietogramma efficace

Si definisce precipitazione efficace la frazione della precipitazione complessiva, non trattenuta dal terreno e dalla vegetazione, che partecipa alla formazione del deflusso superficiale. Il rapporto fra precipitazione efficace e precipitazione lorda prende il nome di coefficiente di deflusso.

Il valore della precipitazione efficace dipende principalmente da tre fattori:

- il grado di saturazione del terreno superficiale al momento del verificarsi dell'evento meteorico: maggiore è il grado di saturazione, legato ad eventi meteorici precedenti, minore è la capacità del terreno di assorbire altra acqua e di conseguenza maggiore è la frazione del volume d'acqua precipitato che può andare ad alimentare il deflusso superficiale;
- la permeabilità delle litologie superficiali: una maggiore permeabilità dei terreni superficiali favorisce l'infiltrazione dell'acqua meteorica, comportando una conseguente diminuzione del deflusso superficiale;
- l'uso del suolo: la destinazione del suolo influisce sul volume del deflusso superficiale; una fitta copertura vegetale, per esempio, tende a diminuirlo, un'intensa urbanizzazione, diminuendo la permeabilità superficiale del terreno, tende viceversa ad aumentarlo.

Per la stima del coefficiente di deflusso ci si è rifatti agli studi precedenti integrati dai dati emersi in sede di sopralluogo confrontati con le tabelle contenute nella Direttiva 2 dell'Autorità di Bacino.

*Coefficienti di deflusso raccomandati da American Society of Civil Engineers e da Pollution*

*Control Federation, con riferimento prevalente ai bacini urbani*

Caratteristiche del bacino	c
Superfici pavimentate o strade, aree coperte, ecc.	0,70 – 0,95
Suoli sabbiosi a debole pendenza (2%)	0,05 – 0,10
Suoli sabbiosi a pendenza media (2 - 7%)	0,10 – 0,15
Suoli sabbiosi a pendenza elevata (7%)	0,15 – 0,20
Suoli argillosi a debole pendenza (2%)	0,13 – 0,17
Suoli argillosi a pendenza media (2 - 7%)	0,18 – 0,22
Suoli argillosi a pendenza elevata (7%)	0,25 – 0,35

*Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964*

Tipo di suolo	Uso del suolo	
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Sulla base delle caratteristiche lito-geomorfologiche del bacino e dell'uso del suolo si attribuisce un coefficiente di deflusso pari a 0.95 per la durata di pioggia critica.

### **2.3 Metodo di trasformazione afflussi – deflussi**

Lo studio dei fenomeni di piena nelle reti fognarie consiste nella ricerca dei valori massimi di portata al colmo associati a prefissati tempi di ritorno, nonché alla simulazione dell'intera formazione dell'onda di piena durante una data precipitazione, reale o di progetto.

Per il calcolo della portata di pioggia massima, e relativo volume, normalmente l'Idrologia Tecnica utilizza vari modelli di afflussi deflussi adatti ad una accettabile simulazione dei fenomeni, pur con le ovvie approssimazioni implicite in tal tipo di determinazioni.

Tali modelli elaborati con le grandezze che caratterizzano il bacino di scolo, portano alla definizione di varie portate di pioggia a seconda del modello utilizzato.

I modelli che maggiormente sono utilizzati nel campo dell'Idrologia Tecnica si dividono in tre grandi gruppi che di seguito elenchiamo:

- modello relativo al metodo di corrivazione
- modello relativo al metodo dell'invaso
- modello relativo al metodo lineare

Il programma Urbis utilizzato dallo scrivente utilizzerà il metodo dell'invaso.

Per la determinazione dell'onda di piena critica del bacino in esame, e relativo volume, è necessario individuare quella particolare precipitazione di progetto che introdotta nel modello afflussi deflussi, conduca ad una previsione attendibile del massimo valore della portata al colmo con tempo di ritorno prefissato ( $T = 10$  anni).

## 2.4 Dimensionamento del sistema di dispersione

Il sistema di dispersione sarà costituito da pozzi perdenti superficiali, profondi sino a 3 m costituiti da anelli circolari in cls., i loro vuoti realizzeranno, unitamente al materiale di rinterro (ciotoli 3-10 cm), una parte della laminazione necessaria.

Nei pozzi si imporranno battenti idrici massimi pari a 2,8 m.

La portata di dispersione di ogni batteria di pozzi verrà calcolata come valor medio tra le 2 condizioni di battente nullo e massimo:

- al minimo battente essa viene imposta pari alla permeabilità per l'area delimitata dal fondo scavo (riempito con ciotoli e con gli anelli in cls);
- al massimo battente essa viene considerata pari alla permeabilità per l'area di fondo scavo, di cui appena detto, maggiorata con una corona circolare di spessore pari a metà del battente idrico nel pozzo.

Utilizzando il programma Urbis v. 2003, si sono generati gli idrogrammi di piena in ingresso ai pozzi perdenti, essi sono poi stati laminati con la portata di infiltrazione media tra la situazione a pozzi vuoti e quella a pozzi pieni, ottenendo il volume di vuoti che i sistemi di dispersione devono garantire.

Le ipotesi di calcolo sono:

- |   |              |
|---|--------------|
| - ietogramma di progetto                      | rettangolare |
| - riduzione all'area ietogramma progetto:     | Wallingford  |
| - coefficiente di afflusso aree impermeabili: | 0,95         |
| - modello afflussi→deflussi                   | metodo vaso  |
| - tempo di corrivazione $T_c$ :               | 15'          |

Si considerano utili alla laminazione i seguenti volumi:

- 5,5 m<sup>3</sup> impermeabile quali invasi superficiali (lama idrica media di 5 mm sull'intera superficie) su strade e piazzali;
- il volume delle camerette;
- i vuoti dei pozzi perdenti e della porosità dei ciotoli (porosità di calcolo 23%) per una altezza di riempimento pari a 2,8 m.

### 2.4.1 Tempo di corrivazione

Per quanto riguarda la scelta del tempo di corrivazione una prima indicazione di  $t_c$  (secondi) può essere fornita con i Metodi di calcolo più usati nella pratica di seguito elencati:

Formula F.A.O.:

$$\tau_c (h) = \frac{L_p^{1.15}}{15h_{\max}^{0.38}} = (h)$$

Formula di Giandotti:

$$\tau_c (h) = \frac{4\sqrt{S_b} + 1.5L_p}{0.8\sqrt{H_m}} = (h)$$

Formula S.C.S.:

$$\tau_c (\text{min}) = \frac{100L^{0.8} \left[ \left( \frac{1000}{CN} \right) - 9 \right]^{0.7}}{1900S_a^{0.5}} = (h)$$

dove :

$S_b$  (kmq) = superficie del bacino;

$L_p$  (km) = lunghezza dell'asta principale;

$P_m$  (%) = pendenza media del bacino;

$H_m$  (m) = altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura;

$h_{\max}$  (km) = altezza massima del bacino rispetto alla sezione di chiusura.

$L$  (ft) = lunghezza del corso d'acqua principale esteso fino allo spartiacque;

$CN$  = Curve Number del bacino;

Sulla base delle indicazioni di validità dei vari metodi e di quanto noto in letteratura per i successivi calcoli si è considerato ragionevole utilizzare un valore del tempo di corrivazione  $t_c$  pari a **0,25 ore = 15 minuti**



## 2.5 Calcolo batterie pozzi perdenti

Il fattore determinante per il dimensionamento dei drenaggi è l'adozione del coefficiente di permeabilità del terreno.

***Il coefficiente di permeabilità che andremo ad adottare, è derivato dallo studio geotecnico e geologico effettuato dal Dott. Geologo Guido Torrè, commissionato dalla committenza, contenuto nell'elaborato: "relazione geologica geotecnica" redatta ai sensi del D.M. 14/01/2008 del Luglio 2015.***

La relazione ha fornito un coefficiente di permeabilità pari a

$$K = 1 * 10^{-5} \text{ m/s.}$$

Che confrontato con i dati di letteratura porta ad affermare che tale coefficiente è inerente a sabbie mescolate a ghiaie.

Lo studio citato riporta inoltre la quota media del livello di falda che si aggira intorno a -4 metri rispetto al p.d.c.

Ricordiamo inoltre che i regolamenti vigenti fissano un franco di metri 1 rispetto al livello di falda, quale quota minima per la realizzazione di pozzi perdenti.

Pertanto il livello d'imposta per la realizzazione della batteria di pozzi sarà a - 3 metri rispetto al P.d.c..

Applicando lo studio idrologico descritto nei capitoli precedenti, alle caratteristiche di permeabilità del terreno, abbiamo verificato la batteria di pozzi perdenti, che di seguito riportiamo:

### 2.5.1 Batteria pozzi perdenti Bacino unico con area 0,098 ha

Si prevede di realizzare la dispersione con 1 batteria da 3 pozzi affiancati, come da schema allegato.

Si riporta la stima delle portate di infiltrazione media, durante ogni evento meteorico ( $T_r=10$  anni), che determini il riempimento dei pozzi per 2,8 m.

La portata di infiltrazione, viene valutata come la media tra la portata di infiltrazione relativa al battente idrico minimo (permeabilità non satura verticale moltiplicata per l'area del fondo scavo) e quella relativa al battente massimo (area della superficie precedente + area dell'anello costituito dalla fascia circostante avente larghezza pari a metà del battente idrico).

n° batterie	1	
n° anelli ogni pozzo	3	
diametro netto anelli	2	m
diametro lordo anelli	2,2	m
battente idrico max pozzi	2,8	m
permeabilità	0,00001	m/s
Portata media dispersa nell' evento meteorico	0,3	l/s

Per il calcolo della portata da smaltire e relativo volume di pioggia (volume di laminazione) sono state elaborate varie simulazioni con apposito programma di calcolo. Di seguito riportiamo i principali risultati ottenuti.

tempo minuti	h pioggia mm	V affluete m3	V effluete m3	V invaso m3	intensità pioggia l/s/m2	Q affluete l/s
Q	0,30	l/s				
a	46,5	44,3	mm/h			
n	0,43	0,27				
f	0,95					
A	980	m2				
1	8,00	7,44	0,02	7,43	0,1333	124,1
2	10,77	10,03	0,04	9,99	0,0898	83,6
3	12,82	11,94	0,05	11,88	0,0712	66,3
4	14,51	13,51	0,07	13,44	0,0605	56,3
5	15,97	14,87	0,09	14,78	0,0532	49,6
10	21,52	20,04	0,18	19,86	0,0359	33,4
15	25,62	23,85	0,27	23,58	0,0285	26,5
20	28,99	26,99	0,36	26,63	0,0242	22,5
25	31,91	29,71	0,45	29,26	0,0213	19,8
30	34,52	32,13	0,54	31,59	0,0192	17,9
35	36,88	34,34	0,63	33,71	0,0176	16,4
40	39,06	36,36	0,72	35,64	0,0163	15,2
45	41,09	38,25	0,81	37,44	0,0152	14,2
50	42,99	40,03	0,90	39,13	0,0143	13,3
55	44,79	41,70	0,99	40,71	0,0136	12,6
60	46,50	43,29	1,08	42,21	0,0129	12,0
120	53,42	49,73	2,16	47,57	0,0087	8,1
180	59,60	55,49	3,24	52,25	0,0069	6,4
240	64,41	59,97	4,32	55,65	0,0059	5,5
300	68,41	63,69	5,40	58,29	0,0052	4,8
360	71,86	66,90	6,48	60,42	0,0047	4,3
420	74,92	69,75	7,56	62,19	0,0043	4,0
480	77,67	72,31	8,64	63,67	0,0039	3,7
540	80,18	74,64	9,72	64,92	0,0037	3,4
600	82,49	76,80	10,80	66,00	0,0035	3,2
660	84,64	78,80	11,88	66,92	0,0033	3,1
720	86,65	80,67	12,96	67,71	0,0031	2,9
780	88,55	82,44	14,04	68,40	0,0030	2,8
840	90,34	84,10	15,12	68,98	0,0029	2,7
900	92,03	85,68	16,20	69,48	0,0028	2,6
960	93,65	87,19	17,28	69,91	0,0027	2,5
1020	95,20	88,63	18,36	70,27	0,0026	2,4
1080	96,68	90,01	19,44	70,57	0,0025	2,3
1140	98,10	91,33	20,52	70,81	0,0024	2,2
1200	99,47	92,60	21,60	71,00	0,0023	2,2
1260	100,79	93,83	22,68	71,15	0,0023	2,1

Come si evince dai dati estrapolati la pioggia critica è risultata quella con durata di 1200 minuti per la quale dobbiamo garantire un volume complessivo di laminazione pari a circa 71,00 m<sup>3</sup>.

### 2.5.2 Verifica volume di laminazione

Il volume di laminazione andrà ricercato nel volume netto dei pozzi perdenti, nella porosità dei ciotoli dello scavo eseguito per la posa dei pozzi perdenti, nelle condotte della fognatura bianca in arrivo ai pozzi perdenti e nelle camerette della fognatura.

Ricordiamo che nel caso in esame la fognatura bianca è già posata con proprie quote chiaramente non modificabili, e che per questo fatto, la tubazione in arrivo alla batteria dei perdenti sarà a + 1,00 metri rispetto al fondo pozzi.

Questo stato di fatto comporterà che durante l'evento pluviometrico la fognatura bianca in arrivo sarà rigurgitata ed avrà un funzionamento in pressione e non a pelo libero come è solita funzionare una fognatura.

### CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

	unica	
superficie impermeabile	0,098	ha
<b>CALCOLO VOLUMI LAMINATI</b>		
n° batterie	1	
pozzi/batteria	3	
altezza riempimento	2,8	m
<b>*volume vuoti pozzi per batteria</b>	<b>29</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
area fondo scavo per batteria	34	m <sup>2</sup>
area sommità scavo a 2,8 m dal fondo per batteria	80	m <sup>2</sup>
Volume LORDO rinterro in ciotoli lavati per batteria	186	m <sup>3</sup>
porosità ciotoli lavati	23	%
<b>*volume vuoti ciotoli lavati per batteria</b>	<b>43</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>totale volume utile alla laminazione</b>	<b>72</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>volume di laminazione da garantire</b>	<b>71</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

\*Somma dei volumi "vuoti" considerati ai fini della laminazione

Riepilogando: la somma dei vuoti considerati è  $72 \text{ m}^3$ , il volume da garantire per la laminazione è di  $71 \text{ m}^3$

***Pertanto  $72 \text{ m}^3 > 71 \text{ m}^3$  verificato***