STUDIO TECNICO
DOTT. ARCH.
AGATA VALLE

**COMUNE DI DALMINE**
Provincia di Bergamo

Progetto:
**PIANO ATTUATIVO R37**

Committenti:
**SABE IMMOBILIARE SRL,**

**COMUNE DI DALMINE**

**I Committenti**

SABE IMMOBILIARE SRL

AMMINISTRAZIONE COMUNALE COMUNE DI DALMINE

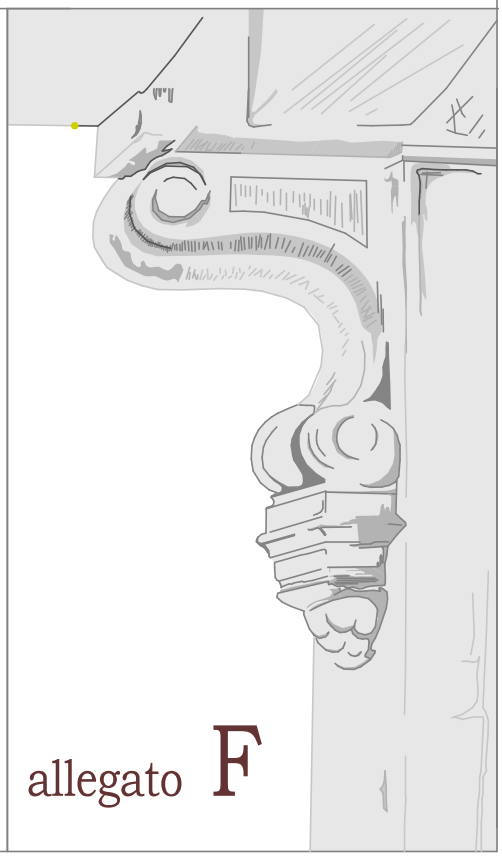
**I Progettisti**

Dott. Arch. Ing. Giovanni Valle

Dott. Arch. Agata Valle

STUDIO TECNICO
DOTT. ARCH. ING.
GIOVANNI VALLE

# Invarianza idraulica:
- relazione;
- piano di manutenzione;
- allegato E.



allegato F

Trescore Balneario, 14 Settembre 2026

# PIANO ATTUATIVO R37 - DALMINE (BG)

# RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA

## ai sensi del regolamento regionale 23 novembre 2017 n. 7, regolamento regionale 19 aprile 2019 n. 8 e 28 marzo 2025 n. 3

***Inquadramento generale***

Il progetto consiste nella realizzazione del Piano Attuativo R37 in Comune di Dalmine (BG) con una superficie territoriale pari a 34.680,00 mq.

Nella presente relazione si descrive la procedura di calcolo adottata per il dimensionamento e la verifica idraulica della rete fognaria di raccolta delle acque bianche e dei pozzi perdenti, secondo le prescrizioni del Regolamento Regionale n. 7 del 23 Novembre 2017 modificato dal Regolamento Regionale n. 8 del 19 aprile 2019 e dal Regolamento Regionale n. 3 del 28 aprile 2025 e secondo le indicazioni fornite dalla società Uniacque spa, attuale gestore fognatura comunale.

L'area di intervento si trova in comune di Dalmine, adiacente alla strada denominata via Brigata Orobica Alpina.

Si riporta una rappresentazione planimetrica dell'area di intervento su base ortofoto digitale a colori.




Il progetto prevede lo studio e la definizione delle opere di urbanizzazione, il collegamento alle urbanizzazioni, ai servizi esistenti ed una ipotetica suddivisione dei

lotti per l'edificazione.

L'area oggetto di futura edificazione ha forma prevalentemente trapezoidale, sita a ridosso di Via Brigata Alpina Orobica e attualmente inerbita.

L'area si presenta prevalentemente pianeggiante.

Il Piano Attuativo prevede la realizzazione di strade di lottizzazione comprensive di marciapiedi e parcheggi.

Il presente progetto prevede lo smaltimento delle acque bianche che provengono dalle strade, dai marciapiedi e dai parcheggi.

Tutta la rete di raccolta delle acque bianche viene realizzata con tubature in PVC rigido serie SN 8 SDR34.

Il calcolo della rete di smaltimento delle acque bianche viene effettuato calcolando separatamente ogni singolo tronco di rete.

Le acque bianche vengono convogliate nei pozzi perdenti dimensionati secondo le prescrizioni del Regolamento Regionale n. 7 del 23 Novembre 2017 e successive modifiche.

La motivazione tecnica di tale considerazione è dettagliatamente esposta nei seguenti capitoli.

Pertanto, i calcoli e le verifiche che vengono ad eseguirsi sono le seguenti:

calcolo e dimensionamento tubazioni per smaltimento acque bianche;

calcolo e dimensionamento pozzi perdenti.

# *Capitolo 1 - ANALISI PLUVIOMETRICA*

***Vincoli normativi***

L'art. 7 della Legge Regionale della Lombardia 15 marzo 2016, n. 4 "Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua", prevede che, al fine di prevenire e mitigare i fenomeni di esondazione e di dissesto idrogeologico provocati dall'incremento dell'impermeabilizzazione dei suoli, gli strumenti urbanistici e i regolamenti edilizi comunali recepiscano il principio di invarianza idraulica e idrologica per le trasformazioni di uso del suolo.

Nello specifico il concetto di invarianza idraulica viene definito come: "principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione".

***Dati, parametri e coefficienti di calcolo.***

*Tempo di ritorno*

Il tempo di ritorno Tr rappresenta la durata media in anni del periodo in cui l'evento viene superato una sola volta.

A meno di non assumere valori più alti per specifiche ragioni (particolari valenze delle opere da salvaguardare) il Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017, modificato dal Regolamento Regionale n. 8 del 19 aprile 2019 e n. 3 del 28 marzo 2025, indica un valore di riferimento del tempo di ritorno da assumere negli studi idraulici di dimensionamento delle opere atte a contrastare gli allagamenti pari a 50 anni e di 100 anni per la verifica degli stessi.

*Le precipitazioni di progetto e le segnalatrici di possibilità pluviometrica*

Nel dimensionamento di qualunque dispositivo idraulico è necessario determinare la portata e/o i volumi di piena di progetto al fine di dare al dispositivo adeguate misure geometriche.

La portata viene determinata a mezzo di formulazioni matematiche o modelli che simulano la trasformazione della pioggia al suolo.

Il Regolamento regionale n. 7 del 23 novembre 2017 e s.m.i. rimanda al sito ARPA Regione Lombardia per l'acquisizione dei coefficienti "a1" e "n" delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica.

I dati che consentono di determinare il parametro "a" della curva possibilità pluviometrica come prodotto tra il parametro "a1" ed il parametro "wT".

Determinato i coefficienti "a" ed "n" che compaiono nelle equazioni di possibilità pluviometrica a due parametri:

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

dove:

h = altezza di pioggia in mm;

t = tempo in ore.

L'equazione di possibilità pluviometrica fornisce, per un fissato tempo di pioggia "t", il massimo valore di "h" nel periodo pari al tempo di ritorno Tr e viene utilizzata, nei modelli afflussi-deflussi, per la determinazione della portata afferente all'area interessata.

*Coefficiente d'afflusso/deflusso*

Il valore di tale coefficiente dipende dalle caratteristiche di permeabilità.

Per il dimensionamento vengono utilizzati i coefficienti di afflusso/deflusso $\varphi$ indicati nell'art. 9 comma 3bis del Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017 modificato dal Regolamento Regionale n. 3 del 28 marzo 2025:

a) pari a 1 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, e pavimentazioni continue impermeabili di strade, vialetti, parcheggi;

b) pari a 0,7 per i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del presente regolamento e per le pavimentazioni drenanti o semipermeabili di strade, vialetti, parcheggi, ove ne siano certificate la durabilità e la funzionalità nel tempo, nonché per i pannelli di impianti agri-voltaici o fotovoltaici;

c) pari a 0,3 per le aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal

computo le aree verdi non sovrapposte a nuove solette comunque costituite e prive di sistemi di raccolta e convogliamento delle acque, le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

*Durata evento critico*

La quantità di acqua, e di riflesso la portata, che una determinata area raccoglie è in funzione, oltre che del tempo di ritorno adottato, anche della durata dell'evento critico.

Tale parametro di durata, che può variare da pochi minuti a parecchie ore e viene adottato in funzione della tipologia di verifica idraulica cui si è interessati.

Per una condotta chiusa (es. tubo circolare) la condizione più gravosa cui si deve prestare attenzione è quella in cui a causa di una violentissima precipitazione, concentrata in un brevissimo lasso di tempo, si registrino aumenti repentini della portata.

Tali sbalzi di portata, anche se di breve durata, possono mettere in crisi la condotta con il manifestarsi del passaggio da comportamento a caduta a quello di "condotta in pressione" che potrebbe causare anche il rigurgito di acqua dai punti di presa.

Trattasi quindi, nel più ampio sistema degli scoli delle acque meteoriche, di una verifica puntuale in cui la tubatura circolare rappresenta un collo di bottiglia solo in caso di eventi brevi ed intensi.

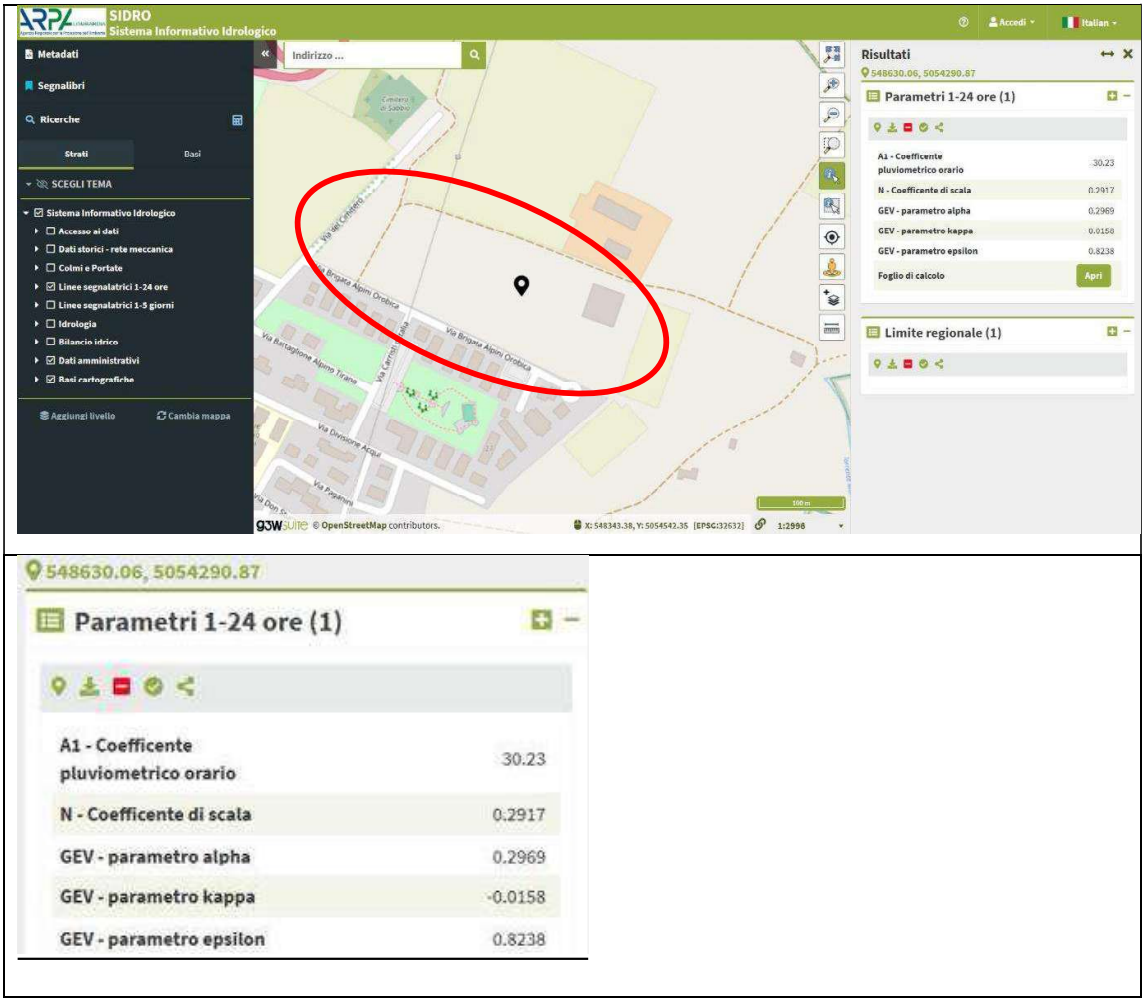
Al contrario in caso di eventi critici di durata notevole (nell'ordine delle ore) le tubazioni che raccolgono acqua da superfici impermeabili gestiranno portate medie molto minori di quelle registrabili durante eventi brevi ed intensi.

Per il dimensionamento si considera un ***EVENTO CRITICO COMPRESO DA 1 A 24 ORE*** su aree limitate confluenti in tubatura (nell'ordine di 1-2-3 ettari):

- Portate intense con aumento repentino;
- Situazione critica per tubature chiuse.

## *Capitolo 1.1 – DATI ARPA REGIONE LOMBARDIA*

Dati ARPA Regione Lombardia per il comune di Dalmine:




I dati del portale ARPA consentono di determinare il parametro “a” della curva possibilità pluviometrica come prodotto tra il parametro “a1” ed il parametro “wT”.

Per il sito in esame il parametro “a1” vale 30,23 mm/hn mentre il parametro “wt” vale:

- per T50: 2,0187416

Il parametro “n” fornito da ARPA è relativo a piogge di durata maggiore di 1 ora.

Per T50 si hanno i seguenti valori di “a” e “n”:

- a = a1 * wt = 61,026558 mm/hn
- n = 0,2917 per durate di pioggia > 1 h.

Di seguito sono riportate le elaborazioni ottenute con il foglio di calcolo di Arpa Lombardia.

# Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *DALMINE*

Coordinate: .....

**Linea segnalatrice**

**Tempo di ritorno (anni)** 50

**Parametri ricavati da:** http://idro.arpalombardia.it

| | |
|---|---|
| A1 - Coefficente pluviometrico orario | 30,23 |
| N - Coefficente di scala | 0,2917 |
| GEV - parametro alpha | 0,2969 |
| GEV - parametro kappa | -0,0158 |
| GEV - parametro epsilon | 0,8238 |

**Evento pluviometrico**

**Durata dell'evento [ore]**

**Precipitazione cumulata [mm]**

*Formulazione analitica*

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k}\left\{1 - \left[\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]^k\right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:

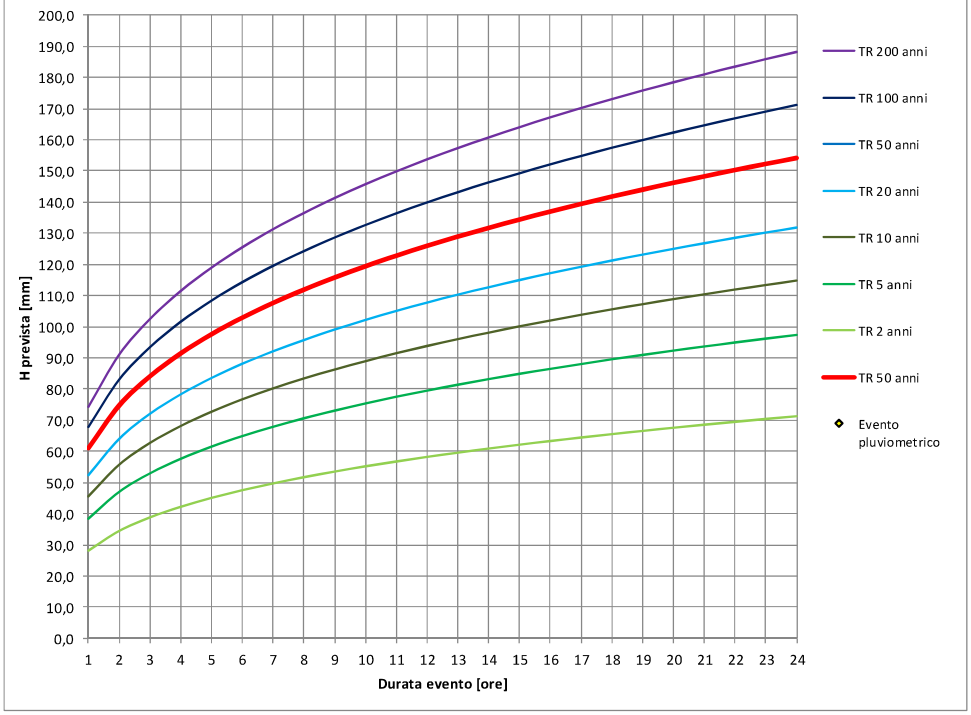
http://idro.arpalombardia.it/manual/lspp.pdf

http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

## Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

| Tr | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 | 50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| wT | 0,93293 | 1,27445 | 1,50395 | 1,72667 | 2,01874 | 2,24044 | 2,46378 | 2,01874158 |
| Durata (ore) | TR 2 anni | TR 5 anni | TR 10 anni | TR 20 anni | TR 50 anni | TR 100 anni | TR 200 anni | TR 50 anni |
| 1 | 28,2 | 38,5 | 45,5 | 52,2 | 61,0 | 67,7 | 74,5 | 61,0265581 |
| 2 | 34,5 | 47,2 | 55,7 | 63,9 | 74,7 | 82,9 | 91,2 | 74,7015006 |
| 3 | 38,9 | 53,1 | 62,6 | 71,9 | 84,1 | 93,3 | 102,6 | 84,0804731 |
| 4 | 42,3 | 57,7 | 68,1 | 78,2 | 91,4 | 101,5 | 111,6 | 91,4407493 |
| 5 | 45,1 | 61,6 | 72,7 | 83,5 | 97,6 | 108,3 | 119,1 | 97,5906986 |
| 6 | 47,6 | 65,0 | 76,7 | 88,0 | 102,9 | 114,2 | 125,6 | 102,921379 |
| 7 | 49,8 | 68,0 | 80,2 | 92,1 | 107,7 | 119,5 | 131,4 | 107,654943 |
| 8 | 51,7 | 70,7 | 83,4 | 95,7 | 111,9 | 124,2 | 136,6 | 111,930959 |
| 9 | 53,5 | 73,1 | 86,3 | 99,1 | 115,8 | 128,6 | 141,4 | 115,843432 |
| 10 | 55,2 | 75,4 | 89,0 | 102,2 | 119,5 | 132,6 | 145,8 | 119,459 |
| 11 | 56,8 | 77,5 | 91,5 | 105,1 | 122,8 | 136,3 | 149,9 | 122,826796 |
| 12 | 58,2 | 79,5 | 93,9 | 107,8 | 126,0 | 139,8 | 153,8 | 125,984189 |
| 13 | 59,6 | 81,4 | 96,1 | 110,3 | 129,0 | 143,1 | 157,4 | 128,960335 |
| 14 | 60,9 | 83,2 | 98,2 | 112,7 | 131,8 | 146,3 | 160,8 | 131,778459 |
| 15 | 62,1 | 84,9 | 100,2 | 115,0 | 134,5 | 149,2 | 164,1 | 134,457396 |
| 16 | 63,3 | 86,5 | 102,1 | 117,2 | 137,0 | 152,1 | 167,2 | 137,012653 |
| 17 | 64,4 | 88,0 | 103,9 | 119,3 | 139,5 | 154,8 | 170,2 | 139,457163 |
| 18 | 65,5 | 89,5 | 105,6 | 121,3 | 141,8 | 157,4 | 173,1 | 141,80184 |
| 19 | 66,6 | 90,9 | 107,3 | 123,2 | 144,1 | 159,9 | 175,8 | 144,055984 |
| 20 | 67,6 | 92,3 | 108,9 | 125,1 | 146,2 | 162,3 | 178,5 | 146,227591 |
| 21 | 68,5 | 93,6 | 110,5 | 126,9 | 148,3 | 164,6 | 181,0 | 148,323596 |
| 22 | 69,5 | 94,9 | 112,0 | 128,6 | 150,4 | 166,9 | 183,5 | 150,350048 |
| 23 | 70,4 | 96,2 | 113,5 | 130,3 | 152,3 | 169,0 | 185,9 | 152,312268 |
| 24 | 71,3 | 97,4 | 114,9 | 131,9 | 154,2 | 171,2 | 188,2 | 154,214957 |

## Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica



# *Capitolo 2 – CONDOTTI A PELO LIBERO*

**Portata di progetto**

Per calcolare la portata critica relativa al tempo di ritorno di 50 anni è stato utilizzato il metodo denominato "di corrivazione".

La formula proposta dal metodo di corrivazione è la seguente:

$$Q_C = 2{,}78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot \vartheta_C^{(n-1)}$$

dove:

Qc è la portata critica, ovvero la massima che ci si può attendere in base ai dati pluviometrici della zona, espressa in mc/s;

S è la superficie in ha;

$\varphi$ è il coefficiente di afflusso;

a è il parametro della curva di possibilità pluviometrica fornito ARPA Lombardia con tempo di ritorno pari a 50 anni;

n è il parametro della curva di possibilità pluviometrica fornito ARPA Lombardia con tempo di ritorno pari a 50 anni;

$\vartheta_C$ è il tempo di corrivazione $t_c$ espresso in ore.

La formula è rigorosa sotto le seguenti ipotesi:

- intensità di precipitazione uniforme nello spazio e costante nel tempo;
- coefficiente di deflusso costante durante l'evento e indipendente dall'intensità di precipitazione;
- modello lineare stazionario di trasformazione afflussi-deflussi;
- portata nulla all'istante iniziale.

*Tempo di corrivazione.*

Il tempo di corrivazione di ciascuna superficie relativo al primo tratto di calcolo è stato stimato mediante la seguente formulazione.

$$t_c = t_e + \frac{L}{1{,}5xV}$$

dove L rappresenta la lunghezza della linea interessata, V la velocità del condotto in m/s e $t_e$ rappresenta il massimo tempo che impiegano le particelle di pioggia a raggiungere il condotto partendo dal punto di caduta.

Il tempo di corrivazione di ciascun bacino relativo ai successivi tratti di calcolo è stato stimato mediante la seguente formulazione.

$$t_c = t_r + t_e + \frac{L}{1{,}5xV}$$

dove $t_r$ rappresenta il tempo di percorrenza delle particelle di pioggia del condotto nel tratto precedente (il più alto tra i tratti precedenti).

Considerando la morfologia, l'estensione e le pendenze della zona si può attribuire al coefficiente $t_e$ la durata di:

2 minuti per la lunghezza fino a 20 m.

La superficie scolante costituisce un dato di prima importanza nella determinazione delle portate massime drenate.

La restituzione del valore di deflusso, elaborata mediante gli algoritmi prima illustrati, consente la determinazione della massima portata transitante nella sezione di chiusura del bacino.

$$Q_C = 2{,}78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot \vartheta_C^{(n-1)}$$

**Verifica della portata sopportabile dal condotto a pelo libero.**

Il calcolo della portata a pieno riempimento del condotto a pelo libero viene svolto senza considerare il moto in pressione al momento del massimo riempimento:

velocità del flusso $V = \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$

portata $Q = V \cdot A$

Caratteristiche geometriche e di scabrezza della condotta:

Area: $A = r^2 \cdot \pi$

Contorno bagnato: $C = 2 \cdot \pi \cdot r$

Raggio idraulico: $R = \frac{A}{C}$

Calcolo del coefficiente $\chi$ utilizzando la relazione di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot \sqrt[6]{R}$$

dove per il coefficiente *n* si è assunto il valore pari a 0,010, trattandosi di tubature in PVC rigido serie SN 8 SDR34.

Si ottiene quindi a pieno riempimento:

Velocità del flusso $V = \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$

Portata $Q = V \cdot A$

Fatto ciò, si confrontano i risultati **verificando che la portata sopportabile dal condotto sia superiore alla portata massima prevista.**

Utilizzando la tabella 1 si ricavano, per riempimenti parziali, i valori di portata e di velocità in rapporto al massimo riempimento.

Tabella 1

| h/D | P/D | $A/D^2$ | R/D | $V/V_r$ | $Q/Q_r$ | | h/D | P/D | $A/D^2$ | R/D | $V/V_r$ | $Q/Q_r$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.05 | 0.45 | 0.015 | 0.033 | 0.257 | 0.005 | | 0.55 | 1.67 | 0.443 | 0.265 | 1.039 | 0.586 |
| 0.10 | 0.64 | 0.041 | 0.064 | 0.401 | 0.021 | | 0.60 | 1.77 | 0.492 | 0.278 | 1.072 | 0.672 |
| 0.15 | 0.80 | 0.074 | 0.093 | 0.517 | 0.049 | | 0.65 | 1.88 | 0.540 | 0.288 | 1.099 | 0.756 |
| 0.20 | 0.93 | 0.112 | 0.121 | 0.615 | 0.088 | | 0.70 | 1.98 | 0.587 | 0.296 | 1.120 | 0.837 |
| 0.25 | 1.05 | 0.153 | 0.147 | 0.701 | 0.137 | | 0.75 | 2.09 | 0.632 | 0.302 | 1.133 | 0.912 |
| 0.30 | 1.16 | 0.198 | 0.171 | 0.776 | 0.196 | | 0.80 | 2.21 | 0.674 | 0.304 | 1.140 | 0.977 |
| 0.35 | 1.27 | 0.245 | 0.193 | 0.843 | 0.263 | | 0.85 | 2.35 | 0.711 | 0.303 | 1.137 | 1.030 |
| 0.40 | 1.37 | 0.293 | 0.214 | 0.902 | 0.337 | | 0.90 | 2.50 | 0.744 | 0.298 | 1.124 | 1.066 |
| 0.45 | 1.47 | 0.343 | 0.233 | 0.954 | 0.416 | | 0.95 | 2.69 | 0.771 | 0.286 | 1.095 | 1.074 |
| 0.50 | 1.57 | 0.393 | 0.250 | 1.000 | 0.500 | | 1.00 | 3.14 | 0.785 | 0.250 | 1.000 | 1.000 |

## *Capitolo 2.1 – CALCOLO CONDOTTI A PELO LIBERO*

Dimensionamento delle tubazioni per la raccolta delle acque bianche provengono dalle superfici impermeabili quali strade, marciapiedi e parcheggi in progetto.

**TRATTO n. 1 da cameretta B01 a cameretta B02**

**Portata di progetto**

Superficie bacino = 432 mq = 0,043 ha

Lunghezza tratto: 36,00 m - $\varphi$ = 0,9 - $t_a$ = 2 minuti

*Parametri della curva di possibilità climatica*

Tempo di ritorno: 50 anni

a: 61,026558; n: 0,2917

$$t_c = t_a + \frac{L}{V} = \frac{2}{60} + \frac{1}{3600} \cdot \frac{36}{1{,}234x1{,}5} = 0{,}038735\ ore$$

cui corrisponde una portata critica pari a :

$$Q_C = 2{,}78 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot {\vartheta_C}^{(n-1)} = 2{,}78 \cdot 0{,}043 \cdot 0{,}9 \cdot 61{,}026558 \cdot 0.038735^{(0{,}2917-1)} = 65{,}66\ l/s$$

**Qm = 65,66 l/s** massima portata nella sezione di chiusura del bacino per tempo di ritorno T= 50 anni.

**Calcolo della portata sopportabile dal condotto**

Caratteristiche geometriche e di scabrezza della condotta:

Diametro esterno tubazione: 0,315 m; Diametro interno tubazione: 0,296 m;

Pendenza minima della linea: 0,05 %

Area: $A = r^2 \cdot \pi = 0{,}0687\ m^2$

Contorno bagnato: $C = 2 \cdot \pi \cdot r = 0{,}929\ m$

Raggio idraulico: $R = \frac{A}{C} = 0{,}073$

Calcolo del coefficiente $\chi$ utilizzando la relazione di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot \sqrt[6]{R} = 64{,}64$$

Si ottiene quindi a pieno riempimento:

Velocità del flusso $V = \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} = 64{,}64 \cdot \sqrt{0{,}079 \cdot 0{,}005} = 1{,}234\ {}^{m}/_{S}$

Portata $Q = V \cdot A = 1{,}234 \cdot 0{,}0687 = 0{,}08478\ {}^{m^3}/_{S} = 84{,}78\ {}^{l}/_{S}$

La portata critica che statisticamente si verificherà ogni 50 anni è pari a **65,66 l/s** contro una portata massima sopportabile dalla tubazione pari a **84,78 l/s.**

## CALCOLO TUBAZIONI RETE FOGNATURE ACQUE BIANCHE

| *Dati coefficienti curve di possibilità pluviometrica:* | | | | *Coefficiente d'afflusso* | |
|---|---|---|---|---|---|
| tempo di ritorno | 50 anni | | | IMP | 1,00 |
| evento | < 1 ora | | | Cimp | 0,90 |
| casella | dati ARPA | | | Cperm | 0,10 |
| a | 61,02656 | | | coefficiente d'afflusso φ | 0,900 |
| n | 0,29170000 | | | | |

| TUBO: | SN 8 SDR | 34 | codice UD | coefficiente di scabrezza (n) | 0,010 |
|---|---|---|---|---|---|

| | ***Dati bacino e condotta:*** | | | | | | | ***Calcolo tempo di corrivazione e portata bacino:*** | | ***Caratteristiche geometriche e di scabrezza della condotta:*** | | | ***Calcolo portata condotta:*** | | | | | | ***VERIFICHE:*** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **TRATTO** | Superficie bacino (mq) | Superficie bacino (ha) | Lunghezza tubazione (m) | Velocità acqua nel condotto (m/s) | Tempo di percorrenza per arrivare nel condotto **(Te)** (minuti) | Tempo di percorrenza nel condotto **(Tr)** (minuti) | Tempo di percorrenza nei condotti precedenti ***(il più alto tra i tratti precedenti ) (Tr) (minuti)*** | Tempo di corrivazione **(Tc)** (ore) | **Portata bacino (Qt) (l/s)** | diametro esterno (mm) | diametro interno (m) | pendenza (%) | area (A) (mq) | contorno bagnato -C- (m) | raggio idraulico -R- | coefficiente (X) | Velocità (V) (m/s) | **Portata (Q) (l/s)** | **Percentuale di riempimento del tubo causato dalla portata massima di bacino (%)** | **Portata tubo > portata bacino** | **Velocità tubo < 2,50 m/s prescrizione Uniacque** |
| **TRATTO B01-B05** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **B01-B02** | 432,00 | 0,043 | 36,00 | 1,234 | 2 | 0,49 | 0,00 | 0,038735 | **65,66** | **315** | 0,296 | **0,50** | 0,0687 | 0,929 | 0,073 | 64,64 | 1,234 | **84,78** | **77,45** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **B02-B03** | 550,00 | 0,055 | 64,30 | 1,234 | 2 | 0,87 | 0,49 | 0,051149 | **68,98** | **315** | 0,296 | **0,50** | 0,0687 | 0,929 | 0,073 | 64,64 | 1,234 | **84,78** | **81,36** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **B03-B04** | 775,00 | 0,077 | 93,40 | 1,451 | 2 | 1,07 | 0,87 | 0,059753 | **86,50** | **400** | 0,376 | **0,50** | 0,1109 | 1,180 | 0,093 | 67,31 | 1,451 | **160,92** | **53,75** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **B04-B05** | 1 035,00 | 0,103 | 115,30 | 1,451 | 2 | 1,32 | 1,07 | 0,065881 | **107,97** | **400** | 0,376 | **0,50** | 0,1109 | 1,180 | 0,093 | 67,31 | 1,451 | **160,92** | **67,10** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **TRATTO B06-B05** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **B06-B07** | 222,00 | 0,022 | 20,00 | 1,059 | 2 | 0,31 | 0,00 | 0,036830 | **34,82** | **250** | 0,235 | **0,50** | 0,0433 | 0,737 | 0,058 | 62,21 | 1,059 | **45,85** | **75,93** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **B07-B05** | 458,00 | 0,045 | 38,10 | 1,234 | 2 | 0,51 | 0,31 | 0,044217 | **62,57** | **315** | 0,296 | **0,50** | 0,0687 | 0,929 | 0,073 | 64,64 | 1,234 | **84,78** | **73,80** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **TRATTO B08-B05** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **B08-B09** | 474,00 | 0,047 | 40,00 | 1,234 | 2 | 0,54 | 0,00 | 0,039336 | **70,99** | **315** | 0,296 | **0,50** | 0,0687 | 0,929 | 0,073 | 64,64 | 1,234 | **84,78** | **83,74** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **B09-B05** | 623,00 | 0,062 | 73,00 | 1,234 | 2 | 0,99 | 0,54 | 0,053288 | **75,53** | **315** | 0,296 | **0,50** | 0,0687 | 0,929 | 0,073 | 64,64 | 1,234 | **84,78** | **89,10** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **TRATTO B05 - POZZI PERDENTI** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **B05-POZZI** | 2 266,00 | 0,226 | 231,40 | 1,691 | 2 | 2,28 | 1,32 | 0,080674 | **205,25** | **500** | 0,470 | **0,50** | 0,1734 | 1,475 | 0,117 | 69,93 | 1,691 | **293,22** | **70,00** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **TRATTO B10-B12** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **B10-B11** | 540,00 | 0,054 | 48,00 | 1,562 | 2 | 0,51 | 0,00 | 0,039024 | **82,03** | **315** | 0,296 | **0,80** | 0,0687 | 0,929 | 0,073 | 64,64 | 1,562 | **107,31** | **76,44** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **B11-B12** | 732,00 | 0,073 | 81,00 | 1,451 | 2 | 0,93 | 0,65 | 0,054504 | **87,52** | **400** | 0,376 | **0,50** | 0,1109 | 1,180 | 0,093 | 67,31 | 1,451 | **160,92** | **54,39** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **TRATTO B13-B15** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **B13-B12** | 364,00 | 0,036 | 30,83 | 1,562 | 2 | 0,33 | 0,00 | 0,036988 | **56,80** | **315** | 0,296 | **0,80** | 0,0687 | 0,929 | 0,073 | 64,64 | 1,562 | **107,31** | **52,93** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **B12-B14** | 1 358,00 | 0,135 | 133,04 | 1,835 | 2 | 1,21 | 0,33 | 0,052259 | **166,75** | **400** | 0,376 | **0,80** | 0,1109 | 1,180 | 0,093 | 67,31 | 1,835 | **203,50** | **81,94** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **B14-B15** | 1 806,00 | 0,180 | 160,07 | 1,835 | 2 | 1,45 | 1,21 | 0,069654 | **181,39** | **400** | 0,376 | **0,80** | 0,1109 | 1,180 | 0,093 | 67,31 | 1,835 | **203,50** | **89,14** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **TRATTO B17-B15** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **B17-B18** | 500,00 | 0,050 | 48,00 | 1,234 | 2 | 0,65 | 0,00 | 0,040536 | **73,93** | **315** | 0,296 | **0,50** | 0,0687 | 0,929 | 0,073 | 64,64 | 1,234 | **84,78** | **87,21** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **B18-B15** | 692,00 | 0,069 | 81,05 | 1,562 | 2 | 0,86 | 0,65 | 0,053775 | **83,52** | **315** | 0,296 | **0,80** | 0,0687 | 0,929 | 0,073 | 64,64 | 1,562 | **107,31** | **77,83** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **TRATTO B16-B15** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **B16-B15** | 763,00 | 0,076 | 37,30 | 1,451 | 2 | 0,43 | 0,00 | 0,038093 | **117,44** | **400** | 0,376 | **0,50** | 0,1109 | 1,180 | 0,093 | 67,31 | 1,451 | **160,92** | **72,98** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **TRATTO B15-POZZI PERDENTI** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **B15-POZZI** | 3 261,00 | 0,326 | 283,42 | 2,139 | 2 | 2,21 | 1,45 | 0,082037 | **292,57** | **500** | 0,470 | **0,80** | 0,1734 | 1,475 | 0,117 | 69,93 | 2,139 | **370,90** | **78,88** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **CADITOIE** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **caditoia tipo B5** | 150,00 | 0,015 | 1,00 | 1,570 | 2 | 0,01 | 0,00 | 0,033451 | **25,41** | **160** | 0,150 | **2,00** | 0,0176 | 0,471 | 0,037 | 57,72 | 1,570 | **27,63** | **91,97** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **caditoia tipo B1** | 108,00 | 0,010 | 1,00 | 0,993 | 2 | 0,02 | 0,00 | 0,033519 | **16,92** | **160** | 0,150 | **0,80** | 0,0176 | 0,471 | 0,037 | 57,72 | 0,993 | **17,48** | **96,80** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |
| **caditoia tipo B16** | 140,00 | 0,014 | 1,50 | 1,570 | 2 | 0,02 | 0,00 | 0,033510 | **23,69** | **160** | 0,150 | **2,00** | 0,0176 | 0,471 | 0,037 | 57,72 | 1,570 | **27,63** | **85,73** | **VERIFICATO** | **VERIFICATO** |

## *Capitolo 3 – VASCA DI LAMINAZIONE // POZZI PERDENTI – INVARIANZA IDRAULICA*

Il dimensionamento della vasca di laminazione // pozzi perdenti viene realizzato secondo le prescrizioni del Regolamento Regionale n. 7 del 23 Novembre 2017 successivamente modificato e integrato dal Regolamento Regionale n. 8 del 19 Aprile 2019 e dal Regolamento Regionale n. 3 del 28 marzo 2025.

Più precisamente tenendo in considerazione i seguenti fattori.

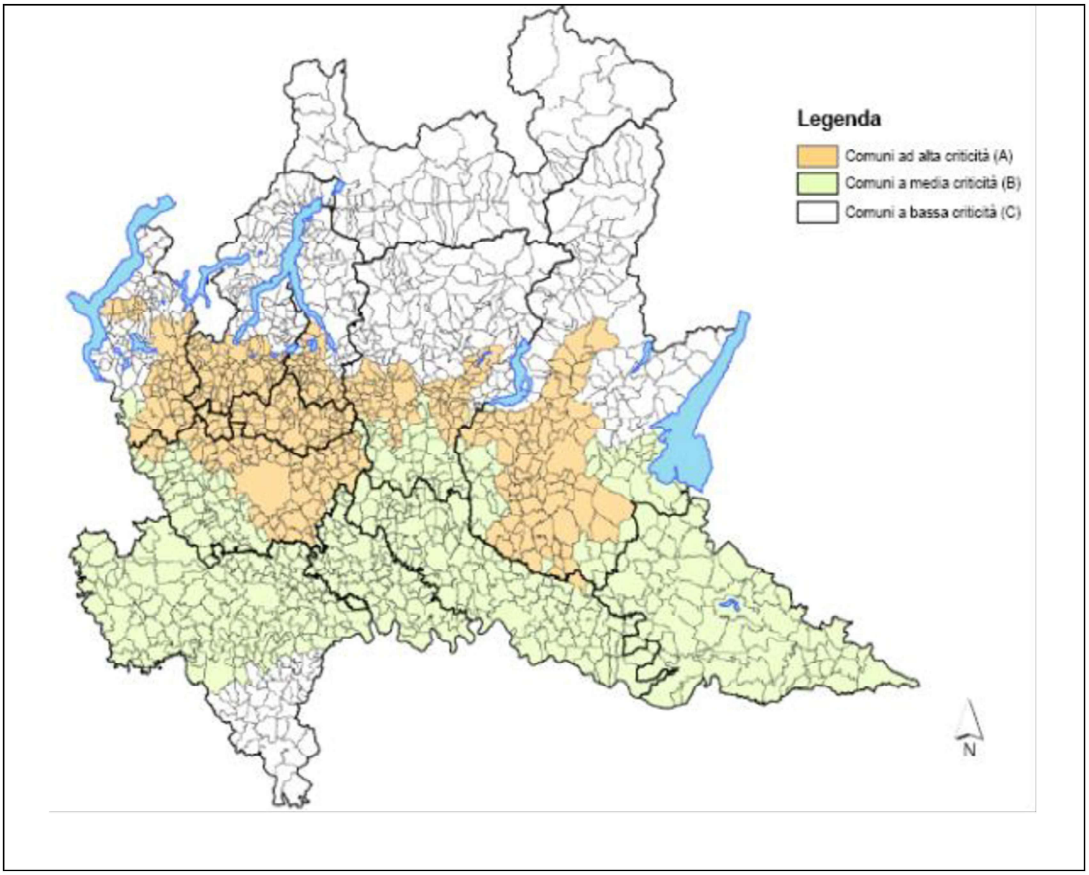
*Localizzazione dell'intervento.*

Ai sensi dell'art. 7 del Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017 successivamente modificato e integrato dal Regolamento Regionale n. 8 del 19 Aprile 2019 e n. 3 del 28 marzo 2025., il territorio lombardo è stato suddiviso in 3 ambiti in cui sono inseriti i Comuni in base alla criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori. Ad ogni comune è associata una criticità (allegato B Regolamento Regionale n. 3 del 28 marzo 2025):

A - alta criticità;

B - media criticità;

C - bassa criticità.



*Superficie dell'intervento.*

In base alla superficie di intervento l'art. 9 del Regolamento Regionale n. 3 del 28 marzo 2025 identifica distinte classi di intervento come di seguito riportato:

| CLASSE DI INTERVENTO | | SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO |
|---|---|---|
| 0 | Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi | ≤ 0,03 ha (≤ 300 mq) |
| 1 | Impermeabilizzazione potenziale bassa | da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq) |
| 2 | Impermeabilizzazione potenziale media | da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq) |
| | | da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq) |
| | | da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq) |
| 3 | Impermeabilizzazione potenziale alta | da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤100.000 mq) |
| | | > 10 ha (> 100.000 mq) |

*Coefficiente di deflusso medio ponderale.*

L'art. 11 comma d del Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017 modificato dal Regolamento Regionale n. 8 del 19 aprile 2019 e n. 3 del 28 aprile 2025:

a) pari a 1 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, e pavimentazioni continue impermeabili di strade, vialetti, parcheggi;

b) pari a 0,7 per i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del presente regolamento e per le pavimentazioni drenanti o semipermeabili di strade, vialetti, parcheggi, ove ne siano certificate la durabilità e la funzionalità nel tempo, nonché per i pannelli di impianti agri-voltaici o fotovoltaici;

c) pari a 0,3 per le aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le aree verdi non sovrapposte a nuove solette comunque costituite e prive di sistemi di raccolta e convogliamento delle acque, le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

Il coefficiente di deflusso medio ponderale si ricava moltiplicando ogni superficie per il suo relativo coefficiente di deflusso diviso la superficie totale d'intervento.

$$\phi_m = \frac{S1 * 1 + S2 * 0{,}7 + S3 * 0{,}3}{S_{tot}}$$

dove:

$\varphi_m$ è il coefficiente di deflusso medio ponderale;

S1 è la superficie d'intervento impermeabile;

S2 è la superficie d'intervento semimpermeabile;

S3 è la superficie d'intervento permeabile;

$S_{tot}$ è la superficie totale d'intervento (S1+S2+S3);

Il regolamento regionale n. 7 del 23 novembre 2017 fissa in 0,4 il parametro di riferimento con il quale confrontare il coefficiente di deflusso medio ponderale risultante.

*Modalità di calcolo.*

In base alla criticità, alla superficie dell'intervento e al coefficiente di deflusso medio ponderale così come sopra individuati e calcolati si determina il metodo di calcolo da utilizzare per il dimensionamento della vasca di laminazione // pozzi perdenti.

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="3">CLASSE DI INTERVENTO</th><th rowspan="3">SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO</th><th rowspan="3">COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE</th><th colspan="2">MODALITÀ DI CALCOLO</th></tr>
<tr><th colspan="2">AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)</th></tr>
<tr><th>Aree A, B</th><th>Aree C</th></tr>
<tr><td>0</td><td>Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi</td><td>≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)</td><td>qualsiasi</td><td colspan="2">Requisiti minimi articolo 12 comma 1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Impermeabilizzazione potenziale bassa</td><td>da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)</td><td>≤ 0,4</td><td colspan="2">Requisiti minimi articolo 12 comma 2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">2</td><td rowspan="3">Impermeabilizzazione potenziale media</td><td>da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)</td><td>> 0,4</td><td rowspan="3">Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)</td><td>qualsiasi</td></tr>
<tr><td>da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)</td><td>≤ 0,4</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">Impermeabilizzazione potenziale alta</td><td>da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤100.000 mq)</td><td>> 0,4</td><td rowspan="2">Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>> 10 ha (> 100.000 mq)</td><td>qualsiasi</td></tr>
</table>

*Dimensionamento della vasca di laminazione // pozzi perdenti ai sensi dell'art. 12 comma a – Requisiti minimi.*

Il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori

parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione:

a) per le aree A ad alta criticità idraulica di cui all'articolo 7: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento moltiplicato per il 'coefficiente P' di cui alla tabella riportata nell'Allegato C;
b) per le aree B a media criticità idraulica di cui all'articolo 7: 500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
c) per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7: 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Lo scarico nel ricettore deve comunque rispettare la portata massima ammissibile di cui all'articolo 8 del Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017 modificato dal Regolamento Regionale n. 8 del 19 aprile 2019 e n. 3 del 28 aprile 2025:

*Dimensionamento della vasca di laminazione // pozzi perdenti – Metodo delle sole piogge.*

Il dimensionamento della vasca di laminazione // pozzi perdenti secondo il "Metodo delle sole piogge" si basa sulla seguente formula:

$$W_o = W_e - W_u$$

dove:

$W_o$ è il volume della vasca di laminazione;

$W_e$ è il volume dell'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa $Q_{e(t)}$ nell'invaso di laminazione avente durata D e portata costante $Q_e$ pari al prodotto dell'intensità media di pioggia per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso;

$W_u$ è il volume dell''onda uscente $Q_{u(t)}$ caratterizzata da una portata costante $Q_{u.lim}$ (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili.

La portata costante entrante è quindi pari a:

$$Q_e = S \cdot \phi_m \cdot a \cdot D^{n-1}$$

e il volume di pioggia complessivamente entrante (onda entrante) è pari a:

$$W_e = S \cdot \phi_m \cdot a \cdot D^n$$

dove:

S è la superficie interessata dall'intervento complessivamente afferente all'invaso;

$\varphi_m$ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo

| | |
|---|---|
| | calcolabile con i valori standard esposti nell'articolo 9, comma 3bis, del regolamento (quindi S·φ è la superficie scolante impermeabile dell'intervento); |
| D | è la durata di pioggia; |
| $a = a1*w_t$ | è il parametro della curva di possibilità pluviometrica (desunto da ARPA Lombardia); |
| n | è il parametro della curva di possibilità pluviometrica (desunto da ARPA Lombardia). |

Mentre la portata costante uscente è pari a:

$$Qm_{lim_{u.lim}}$$

e il volume complessivamente uscente nel corso della durata D dell'evento è pari a:

$$W_u = S \cdot \phi_m \cdot u_{lim}$$

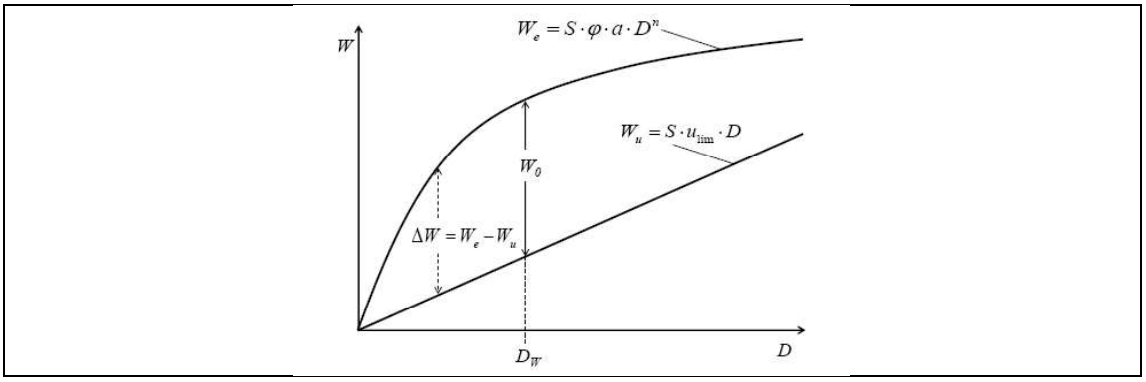
in cui $u_{lim}$ è la portata specifica limite ammissibile allo scarico, di cui all'articolo 8 comma 1 del regolamento definisce come segue:

- per le **aree A** di cui al comma 3 dell'articolo 7: **10** l/s per ettaro di superficie interessata dell'intervento;
- per le **aree B** di cui al comma 3 dell'articolo 7: **20** l/s per ettaro di superficie interessata dell'intervento;
- per le **aree C** di cui al comma 3 dell'articolo 7: **20** l/s per ettaro di superficie interessata dell'intervento;
- o in alternativa, se più restrittivo, fornito dell'ente gestore delle reti fognature comunale.

Si ha quindi che:

$$W_o = W_e - W_u = S \cdot \phi_m \cdot a \cdot D^n - S \cdot u_{lim}$$

dove D è pari alla durata dell'evento critico $D_w$ come da figura seguente.




Si ricava quindi la durata critica dell'evento $D_w$ per l'invaso di laminazione:

$$D_w = \left( \frac{Q_{u.\lim}}{S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_o = S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n - Q_{u.\lim} \cdot D_w$$

Che considerando le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica:

| | |
|---|---|
| $W_o$ | mc |
| S | ha |
| a | mm/ora$^n$ |
| $\varphi_m$ | ore |
| $D_w$ | ore |
| $Q_{u.lim}$ | l/s |

le equazioni sopra indicate diventano:

$$D_w = \left( \frac{Q_{u.\lim}}{2{,}78 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_o = 10 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n - 3{,}6 \cdot Q_{u.\lim} \cdot D_w$$

## *Capitolo 4 – POZZI PERDENTI*

Il dimensionamento dei pozzi perdenti si basa sulle seguenti formule:

Calcolo apporti meteorici:

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

dove:

| | | |
|---|---|---|
| h | in mm | è l'altezza di pioggia. |

Calcolo portata (in metri cubi) delle acque meteoriche dovute alle superfici:

$$afflusso = \frac{h}{1000} \cdot S \cdot \varphi_m$$

Calcolo capacità drenante dei pozzi perdenti (in metri cubi):

$$drenaggio = Dw \cdot n.pozz. \cdot \frac{3600 \cdot k}{100} \cdot c \cdot L$$

dove:

| | | |
|---|---|---|
| $D_w$ | in ore | è la durata evento critico di pioggia; |
| n.pozz. | | è il numero di pozzi in progetto; |
| k | in cm/sec | è il coefficiente di permeabilità del terreno; |
| c | | è il coefficiente di tasca dei pozzi perdenti; |
| L | in m | è la profondità dei pozzi perdenti. |

Calcolo capacità di deflusso dei pozzi perdenti:

*deflusso = drenaggio + volume pozzi perdenti*

*Verifica coefficiente di sicurezza* $= \frac{drenaggio}{afflusso} > 1$

## *Capitolo 4.1 – CALCOLO POZZI PERDENTI*

Dimensionamento pozzi perdenti che raccolgono le acque bianche provenienti dalle strade, marciapiedi e parcheggi.

La relazione geologica redatta dal Dott. Geol. Norberto Invernici indica che il terreno in oggetto ha valori di permeabilità dell'ordine di 2,5 x $10^{-4}$ m/sec che permettono l'utilizzo di pozzi perdenti per la dispersione delle acque nel sottosuolo.

Di seguito estratto relazione geologica.

L'esito delle prove di infiltrazione ha fornito i seguenti valori di permeabilità del terreno di sottofondo:

- Trincea esplorativa K 1 – Il valore della permeabilità del terreno è stato stimato in K = 2,5 * $10^{-4}$ m/s;

I terreni di sottofondo sono pertanto caratterizzati da Classe di Permeabilità Buona.

| k (cm/s) | $10^{2}$ | 10 | 1 | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | $10^{-4}$ | $10^{-5}$ | $10^{-6}$ | $10^{-7}$ | $10^{-8}$ | $10^{-9}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| k (m/s) | 1 | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | $10^{-4}$ | $10^{-5}$ | $10^{-6}$ | $10^{-7}$ | $10^{-8}$ | $10^{-9}$ | $10^{-10}$ | $10^{-11}$ |
| Classi di permeabilità | EE | Elevata | Buona | Discreta | | Bassa | | BB | Impermeabile | | | |
| Tipi di terreno | Ghiaie pulite | | Sabbie grossolane pulite e miscele di sabbie e ghiaie | | Sabbie fini | Miscele di sabbie e limi | | Limi argillosi e argille limose; fanghi argillosi | Argille omogenee e compatte | | | |

*Il terreno di sottofondo risulta adeguato a disperdere mediante infiltrazione, le acque meteoriche di dilavamento delle superfici scolanti trasformate per il lotto in esame nel rispetto del RR 3/2025.*

Si procede al calcolo dei pozzi perdenti utilizzando come valore medio di permeabilità del terreno: **K = 2.5 x $10^{-4}$ m/s (0,025 cm/s).**

# POZZI PERDENTI CAMERETTA B05

## CALCOLO POZZI PERDENTI - B05

ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12
Regolamento regionale 23 novembre 2017 - n. 7, 19 aprile 2019 - n. 8 e 28 marzo 2025 - n. 3

### DATI DI PROGETTO

| ***Superfici di progetto:*** | | | | | | ***Coefficiente di deflusso φ*** *(art. 9 comma 3bis)* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| sup. impermeabile (sup. coperta, sup. asfaltate) | 2 266,00 | mq | = | 0,2266 | ha | 1 |
| sup. semi impermeabile (sup. pavimenzazioni in autoboccanti) | 0,00 | mq | = | 0,0000 | ha | 0,7 |
| sup. permeabile (sup. giardino) | 0,00 | mq | = | 0,0000 | ha | 0,3 |
| **$S_{tot}$:** superficie totale di progetto | 2 266,00 | mq | = | **0,2266** | **ha** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **φm:** coefficiente di deflusso medio | 1,000 | > | 0,40 |

***Individuazione criticità idrulica:***
(art. 7 comma 3 e allegato C)

| Comune | Provincia | Criticità idrulica | Coeffciente P |
|---|---|---|---|
| DALMINE | BG | A | **1** |

### APPORTI METEORICI PER UNITA' DI SUPERFICIE

| | | |
|---|---|---|
| **Dati ARPA regione Lombardia:** | | |
| **Tr:** tempo di ritorno | 50 | anni |
| **A1:** coefficiente pluviometrico orario | 30,23 | |
| **wt:** coefficiente tempo di ritorno | 2,01874160 | |
| **a:** parametro curva dipossibiltà pluviometrica in base al tempo di | 61,02656 | |
| **n:** coefficiente di scala | 0,29170000 | |

**Portata scaricabile ammissibile**
*(art. 8 comma 1)*

portata scaricabile (**U.lim**): 10,00 l/s per ettaro di Ssi

*Calcolo onda uscente di laminazione (**Qu.lim**):*

**Qu.lim:** 2,266 l/s
*(S*U.lim)*

*Calcolo durata critica (**Dw**):*

**Dw:** 9,56 ore
*(Qu.lim/(2,78*S*φm*a*n))^(1/(n-1)*

**Calcolo apporti meteorici per unità di superficie**

**h** : altezza di pioggia ($h= a*T^n$)
**T:** tempo in ore

| | | | | | | | | | | | | evento critico | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T (ore) | 0,10 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00 | 9,56 | **48,00** |
| h (mm) | 31,18 | 40,73 | 49,85 | 61,03 | 74,70 | 84,08 | 91,44 | 97,59 | 102,92 | 107,65 | 111,93 | 117,91 | **188,77** |

**Portata delle acque meteoriche dovuta alle superfici impermeabili**

| | |
|---|---|
| **$S_{tot}$:** superficie totale di progetto | 2 266,00 mq |
| **φm:** coefficiente di deflusso medio | 1,000 |

| | | | | | | | | | | | | evento critico | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T (ore) | 0,10 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00 | 9,56 | **48,00** |
| afflusso ($m^3$) = h/1000*s*φm | 70,64 | 92,29 | 112,97 | 138,29 | 169,27 | 190,53 | 207,20 | 221,14 | 233,22 | 243,95 | 253,64 | 267,17 | **427,76** |

**Capacità di drenaggio dei pozzi**

*Formule:*
**Q** = T*n*(3600* k/100)* c* H (formula di Wilkinson, 1968)
**c** = $p3L / ln(3L/D + (1+(3L/D)^2)^{0,5})$

*Dati di progetto:*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **K:** coefficiente di permeabilità del terreno | **0,02500** | cm/sec | Diametro/lato drenaggio | **L:** D+ | 0,80 | m per lato : | 3,94 m |
| **D:** diametro pozzo | **2,34** | m | Volume inghiaiamento con materiale arido grossolano | | | | |
| **H:** profondità pozzo | **4** | m | **Vg:** ((L*L*H*n.poz.) - Vol.poz.)* 0,7 indice dei vuoti : | | | | 125,72 mc |
| **c:** coefficiente di tasca | **16,12** | | Volume opera di drenaggio **Vd:** (Vol.poz. + Vg): | | | | **194,50** **mc ≥ mc** **189,18** |
| **n.poz.:** numero pozzi | **4** | | *(volume per allegato D)* | | | | |

| | | | | | | | | | | | | evento critico | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T (ore) | 0,10 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00 | 9,56 | **48,00** |
| drenaggio ($m^3$) | 23,21 | 58,04 | 116,07 | 232,15 | 464,29 | 696,44 | 928,59 | 1 160,74 | 1 392,88 | 1 625,03 | 1 857,18 | 2 219,63 | **11 143,06** |

**Verifica del coefficiente di sicurezza**

**Vol.poz.**: volume pozzi **68,77** **$m^3$**
**Deflusso ($m^3$) =** (drenaggio + volume pozzi)

| | | | | | | | | | | | | evento critico | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T (ore) | 0,10 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00 | 9,56 | **48,00** |
| afflusso ($m^3$) | 70,64 | 92,29 | 112,97 | 138,29 | 169,27 | 190,53 | 207,20 | 221,14 | 233,22 | 243,95 | 253,64 | 267,17 | **427,76** |
| deflusso ($m^3$) | 91,99 | 126,81 | 184,85 | 300,92 | 533,07 | 765,21 | 997,36 | 1 229,51 | 1 461,66 | 1 693,80 | 1 925,95 | 2 288,40 | **11 211,84** |
| Coefficiente di sicurezza | 1,30 | 1,37 | 1,64 | 2,18 | 3,15 | 4,02 | 4,81 | 5,56 | 6,27 | 6,94 | 7,59 | 8,57 | **26,21** |

# POZZI PERDENTI – CAMERETTA B15

## CALCOLO POZZI PERDENTI - B15

ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12
Regolamento regionale 23 novembre 2017 - n. 7, 19 aprile 2019 - n. 8 e 28 marzo 2025 - n. 3

### DATI DI PROGETTO

| ***Superfici di progetto:*** | | | | | | ***Coefficiente di deflusso φ*** *(art. 9 comma 3bis)* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| sup. impermeabile (sup. coperta, sup. asfaltate) | 3 261,00 | mq | = | 0,3261 | ha | 1 |
| sup. semi impermeabile (sup. pavimenzazioni in autoboccanti) | 0,00 | mq | = | 0,0000 | ha | 0,7 |
| sup. permeabile (sup. giardino) | 0,00 | mq | = | 0,0000 | ha | 0,3 |
| **$S_{tot}$:** superficie totale di progetto | 3 261,00 | mq | = | **0,3261** | **ha** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **φm:** coefficiente di deflusso medio | 1,000 | > | 0,40 |

***Individuazione criticità idrulica:***
(art. 7 comma 3 e allegato C)

| Comune | Provincia | Criticità idrulica | Coeffciente P |
|---|---|---|---|
| DALMINE | BG | A | **1** |

### APPORTI METEORICI PER UNITA' DI SUPERFICIE

| | | |
|---|---|---|
| **Dati ARPA regione Lombardia:** | | |
| **Tr:** tempo di ritorno | 50 | anni |
| **A1:** coefficiente pluviometrico orario | 30,23 | |
| **wt:** coefficiente tempo di ritorno | 2,01874160 | |
| **a:** parametro curva dipossibiltà pluviometrica in base al tempo di | 61,02656 | |
| **n:** coefficiente di scala | 0,29170000 | |

**Portata scaricabile ammissibile**
*(art. 8 comma 1)*

portata scaricabile (**U.lim**): 10,00 l/s per ettaro di Ssi

*Calcolo onda uscente di laminazione (**Qu.lim**):*

**Qu.lim:** 3,261 l/s
*(S*U.lim)*

*Calcolo durata critica (**Dw**):*

**Dw:** 9,56 ore
*(Qu.lim/(2,78*S*φm*a*n))^(1/(n-1)*

**Calcolo apporti meteorici per unità di superficie**

**h** : altezza di pioggia ($h= a*T^n$)
**T:** tempo in ore

| | | | | | | | | | | | | evento critico | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T (ore) | 0,10 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00 | 9,56 | **48,00** |
| h (mm) | 31,18 | 40,73 | 49,85 | 61,03 | 74,70 | 84,08 | 91,44 | 97,59 | 102,92 | 107,65 | 111,93 | 117,91 | **188,77** |

**Portata delle acque meteoriche dovuta alle superfici impermeabili**

| | | |
|---|---|---|
| **$S_{tot}$:** superficie totale di progetto | 3 261,00 | mq |
| **φm:** coefficiente di deflusso medio | 1,000 | |

| | | | | | | | | | | | | evento critico | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T (ore) | 0,10 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00 | 9,56 | **48,00** |
| afflusso ($m^3$) = h/1000*s*φm | 101,66 | 132,82 | 162,58 | 199,01 | 243,60 | 274,19 | 298,19 | 318,24 | 335,63 | 351,06 | 365,01 | 384,49 | **615,58** |

**Capacità di drenaggio dei pozzi**

*Formule:*
**Q** = T*n*(3600* k/100)* c* H (formula di Wilkinson, 1968)
**c** = $p3L / ln(3L/D + (1+(3L/D)^2)^{0,5})$

*Dati di progetto:*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **K:** coefficiente di permeabilità del terreno | **0,02500** | cm/sec | Diametro/lato drenaggio **L:** D+ | 0,95 | m per lato : | 4,24 m |
| **D:** diametro pozzo | **2,34** | m | Volume inghiaiamento con materiale arido grossolano | | | |
| **H:** profondità pozzo | **4** | m | **Vg:** ((L*L*H*n.poz.) - Vol.poz.)* 0,7 indice dei vuoti : | | | 191,51 mc |
| **c:** coefficiente di tasca | **16,12** | | Volume opera di drenaggio **Vd:** (Vol.poz. + Vg): | | | **277,48 mc ≥ mc 272,25** |
| **n.poz.:** numero pozzi | **5** | | *(volume per allegato D)* | | | |

| | | | | | | | | | | | | evento critico | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T (ore) | 0,10 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00 | 9,56 | **48,00** |
| drenaggio ($m^3$) | 29,02 | 72,55 | 145,09 | 290,18 | 580,37 | 870,55 | 1 160,74 | 1 450,92 | 1 741,10 | 2 031,29 | 2 321,47 | 2 774,53 | **13 928,83** |

**Verifica del coefficiente di sicurezza**

**Vol.poz.**: volume pozzi **85,97** **$m^3$**
**Deflusso ($m^3$) =** (drenaggio + volume pozzi)

| | | | | | | | | | | | | evento critico | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T (ore) | 0,10 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00 | 9,56 | **48,00** |
| afflusso ($m^3$) | 101,66 | 132,82 | 162,58 | 199,01 | 243,60 | 274,19 | 298,19 | 318,24 | 335,63 | 351,06 | 365,01 | 384,49 | **615,58** |
| deflusso ($m^3$) | 114,99 | 158,51 | 231,06 | 376,15 | 666,33 | 956,52 | 1 246,70 | 1 536,89 | 1 827,07 | 2 117,25 | 2 407,44 | 2 860,50 | **14 014,79** |
| Coefficiente di sicurezza | 1,13 | 1,19 | 1,42 | 1,89 | 2,74 | 3,49 | 4,18 | 4,83 | 5,44 | 6,03 | 6,60 | 7,44 | **22,77** |

Riassumendo:

- pozzi perdenti cameretta B05 : numero 4 pozzi perdenti di diametro 2,34 m e profondità 4,00 m;
- pozzi perdenti cameretta B15 : numero 5 pozzi perdenti di diametro 2,34 m e profondità 4,00 m.

## *Capitolo 5 - TEMPO DI SVUOTAMENTO DEI POZZI PERDENTI*

L'art. 11 comma f) paragrafo 2 del regolamento regionale n. 7 del 26 novembre 2017 stabilisce che il pozzo perdente deve svuotarsi completamente in meno di 48 ore.

Determinato il volume e l'altezza di acqua residua nei pozzi perdenti con le seguenti formule:

*Volume restante (vol.rest.) = afflusso – drenaggio – scarico in fognatura*

*Altezza acqua (h) = volume restante / area pozzi perdenti*

Si calcola il tempo di svuotamento dei pozzi perdenti:

$$t = \frac{vol.rest}{\frac{3600 \cdot k}{100} \cdot n.pozz. \cdot c \cdot h} < 48 ore$$

dove:

| | | |
|---|---|---|
| n.pozz. | | è il numero di pozzi in progetto; |
| k | in cm/sec | è il coefficiente di permeabilità del terreno; |
| c | | è il coefficiente di tasca dei pozzi perdenti; |
| L | in m | è la profondità dei pozzi perdenti. |

## *Capitolo 5.1 – CALCOLO TEMPO DI SVUOTAMENTO DEI POZZI PERDENTI*

Dal calcolo del pozzo perdente esposto nel capitolo precedente si osserva che a termine dell'evento critico i pozzi perdenti sono già vuoti in quanto la capacità drenate del pozzo è maggiore dell'afflusso di acqua:

- pozzi perdenti - cameretta B05 :

capacità drenante pozzi 2.219,63 mc > 267,17 mc afflusso di acqua;

- pozzi perdenti - cameretta B15 :

capacità drenante pozzi 2.774,53 mc > 384,49 mc afflusso di acqua.

Trescore B.rio, 02 Marzo 2026 Dott. Arch. Ing. Giovanni Valle

# PIANO ATTUATIVO R37 - DALMINE (BG)

# PIANO DI MANUTENZIONE INVARIANZA IDRAULICA

## ai sensi del regolamento regionale 23 novembre 2017 n. 7

## e regolamento regionale 19 aprile 2019 n. 8

Il Piano di manutenzione costituisce lo strumento operativo fondamentale per consentire al titolare di programmare l'esercizio e gestione delle strutture di drenaggio e la loro durabilità ed efficacia nel tempo.

Il sistema di drenaggio delle acque pluviali in progetto è stato dimensionato nella relazione di calcolo allega ed è composto dai seguenti elementi:

- tubazioni convogliamento delle acque i pozzi perdenti in PVC SN8 SDR 34 codice UD rigido di diametro variabile da ø 160 a ø 400 mm con pendenza da 0,50 % a 2,00 %;
- pozzi perdenti ø 2,34 metri, profondità 4,00 metri;
- camerette d'ispezione in calcestruzzo prefabbricato sezione interna 100x100 cm profondità fino a 150 cm e sezione interna 120x120 cm profondità oltre 150 cm;
- caditoie stradali 50 x 50 cm.

La manutenzione ordinaria è da svolgersi periodicamente due volte all'anno prima dei periodi di pioggia primaverili e autunnali.

Gli interventi di manutenzione ordinaria a seguito anche di un semplice controllo visivo dello stato di efficienza degli elementi drenanti possono essere:

- pulizia rifiuti eseguito da operai generici;
- rimozione detriti eseguito da operai generici;
- taglio selettivo di eventuali specie infestanti eseguito da ditta specializzata;
- eliminazione di problemi di scorrimento e/o intasamento eseguito da operai generici;
- disinfestazione e/o ratizzazione eseguito da ditta specializzata.

La manutenzione straordinaria è da svolgersi successivamente al riscontro di malfunzionamenti e/o al verificarsi di eventi straordinari che abbiano danneggiato gli impianti.

Gli interventi da eseguire sono i seguenti:

- pulizia e smaltimento rifiuti eseguito da operai generici;

- rimozione e smaltimento detriti;
- risoluzione dei problemi di intasamento eseguito da operai generici;
- rimozione e sostituzione di parti danneggiate eseguito da ditta specializzata.

Trescore B.rio, 02 Marzo 2026 Dott. Arch. Ing. Giovanni Valle

ALLEGATO E

**ASSEVERAZIONE DEL PROFESSIONISTA IN MERITO ALLA CONFORMITÀ DEL PROGETTO AI CONTENUTI DEL REGOLAMENTO**(1)

(1) L'allegato è stato sostituito dall'art. 1, comma 1, lett. z), del r.r. 19 aprile 2019, n. 8.

**DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'**
**(Articolo 47 d.p.r. 28 dicembre 2000, n. 445)**

Il sottoscritto **DOTT. ARCH. ING. GIOVANNI VALLE**
nato a **BERGAMO** il **25/08/1951**
studio a **TRESCORE B.RIO (BG)**
in via **LOCATELLI** n. **19/G**
iscritto all' Ordine degli **INGEGNERI** della Provincia di **BERGAMO**
Regione **LOMBARDIA** n. **1137**
incaricato dal signor **LOTTIZZANTI DEL PIANO ATTUATIVO R37** in qualità di proprietario,
di redigere il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* per l'intervento di **PIANO ATTUATIVO R37**
sito in Provincia di **BERGAMO** Comune di **DALMINE**
in via **BRIGATA ALPINA OROBICA** n. /
Foglio n. **2** Mappale n. **134, 135, 154, 153, 1127, 2240, 672 e 1126 (parte)**

**In qualità di tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici**

**Consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'articolo 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (articolo 75 D.P.R. 445/2000);**

**DICHIARA**

**X** che il comune di **DALMINE**, in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area:
- **X** A: ad alta criticità idraulica
- ❑ B: a media criticità idraulica
- ❑ C: a bassa criticità idraulica

oppure

- ❑ che l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e/o come piano attuativo previsto nel piano delle regole e pertanto di applicano i limiti delle aree A ad alta criticità
- ❑ che la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 $m^2$ e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo, purché non pavimentato, o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio (art. 12, comma 1, lettera a)

**X** che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerato la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo)….**ATTUATIVO**….., pari a:
- **X** 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
- ❑ 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
- ❑ …… l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, derivante da limite imposto dall'Ente gestore del ricettore ……

**X** che l'intervento prevede l'infiltrazione come mezzo per gestire le acque pluviali (in alternativa o in aggiunta all'allontanamento delle acque verso un ricettore), e che la portata massima infiltrata dai sistemi di infiltrazione realizzati è pari a l/s 7,76 e 11,17, che equivale ad una portata infiltrata pari a 1,76 e 3,64 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

➢ che, in relazione all'effetto potenziale dell'intervento e alla criticità dell'ambito territoriale (rif. articolo 9 del regolamento), l'intervento ricade nella classe di intervento:
- ❑ Classe «0»
- ❑ Classe «1» Impermeabilizzazione potenziale bassa
- **X** Classe «2» Impermeabilizzazione potenziale media
- ❑ Classe «3» Impermeabilizzazione potenziale alta

➢ che l'intervento ricade nelle tipologie di applicazione dei requisiti minimi di cui:
- ❑ all'articolo 12, comma 1 del regolamento
- **X** all'articolo 12, comma 2 del regolamento

**X** di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* con i contenuti di cui:
- **X** all'articolo 10, comma 1 del regolamento (casi in cui non si applicano i requisiti minimi)
- ❑ all'articolo 10, comma 2 e comma 3, lettera a) del regolamento (casi in cui si applicano i requisiti minimi)

**X** di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* conformemente ai contenuti del regolamento, con particolare riferimento alle metodologie di calcolo di cui all'articolo 11 del regolamento;

**ASSEVERA**

**X** che il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* previsto dal regolamento (articoli 6 e 10 del regolamento) è stato redatto nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica, secondo quanto disposto dal piano di governo del territorio, dal regolamento edilizio e dal regolamento;

- ❑ che le opere di invarianza idraulica e idrologica progettate garantiscono il rispetto della portata massima ammissibile nel ricetto- re prevista per l'area in cui ricade il Comune ove è ubicato l'intervento;

**X** che la portata massima scaricata su suolo dalle opere realizzate è compatibile con le condizioni idrogeologiche locali;

- ❑ che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione dell'art, 12, comma 1, lettera a) del regolamento;
- ❑ che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione della monetizzazione (art. 16 del regolamento), e che pertanto è stata redatta la dichiarazione motivata di impossibilità di cui all'art. 6, comma 1, lettera d) del regolamento, ed è stato versato al comune l'importo di € .....

**Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 13 del Dlgs 196 del 30 giugno 2003, che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.**

TRESCORE B.RIO, 02 Marzo 2026
(luogo e data)

**Il Dichiarante**

.....

**Ai sensi dell'articolo 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, così come modificato dall'articolo 47 del d. lgs. 235 del 2010, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e presentata unitamente a co- pia fotostatica non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore. La copia fotostatica del documento è inserita nel fascicolo. La copia dell'istanza sottoscritta dall'interessato e la copia del documento di identità possono essere inviate per via telematica.**

**La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (articolo 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'articolo 37 D.P.R. 445/2000.**