

**Provincia di Brescia**  
**COMUNE DI CARPENEDOLO**



**REALIZZAZIONE NUOVO CAPANNONE**  
**PREFABBRICATO IN AMPLIAMENTO ALL'ESISTENTE**

**VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE**  
**BIANCHE METEORICHE A SUPPORTO DEL**  
**PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED**  
**IDROLOGICA**

**AI SENSI**  
**DEL ART. 58 BIS DELLA L.R. 11 MARZO 2005 N. 12**

Il Tecnico

Dott. Geol. Luca Donato Piazza

Ordine dei Geologi della Lombardia n° 1380AP



Pieve d'Olmi (CR), 30/11/2024

**Provincia di Brescia**  
**COMUNE DI CARPENEDOLO**

**VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE A  
SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED  
IDROLOGICA**

**COMMITTENTE:** Mak S.p.A.  
Via C. Colombo, 14  
25013 Carpenedolo (BS)

**INDICE:**

|   |    |
|---|----|
| PREMESSA.....   | 4  |
| 1. PLUVIOMETRIA.....  | 7  |
| 2. ACQUE BIANCHE METEORICHE .....                                       | 9  |
| 3. CARATTERI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI DELL'AREA .....                 | 12 |
| 4. PROVA DI PERMEABILITA' IN POZZETTO .....                             | 15 |
| 5. DISPERSIONE DELLE ACQUE BIANCHE METEORICHE - POZZI DISPERDENTI ..... | 18 |
| 6. CONCLUSIONI .....  | 22 |
| 7. PIANO DI MANUTENZIONE .....  | 23 |

**ALLEGATO:**

- Certificato prova di permeabilità a carico variabile

**RIFERIMENTI NORMATIVI:**

- Legge Regionale Lombardia 11/03/2005 n. 12
- Legge Regionale Lombardia 4/2016

| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.           |
|-----------|---------------|---|----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 2 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                |

- **R.R. Lombardia n. 7 del 23/11/2017**

Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi **dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12**

- **R.R. Lombardia n. 7 del 29/06/2018**

Modifica dell'articolo 17 del regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 - Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il governo del territorio".

- **R.R. Lombardia n. 8 del 19/04/2019**

Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 - Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il governo del territorio".

| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.           |
|-----------|---------------|---|----------------|
| o         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 3 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                |

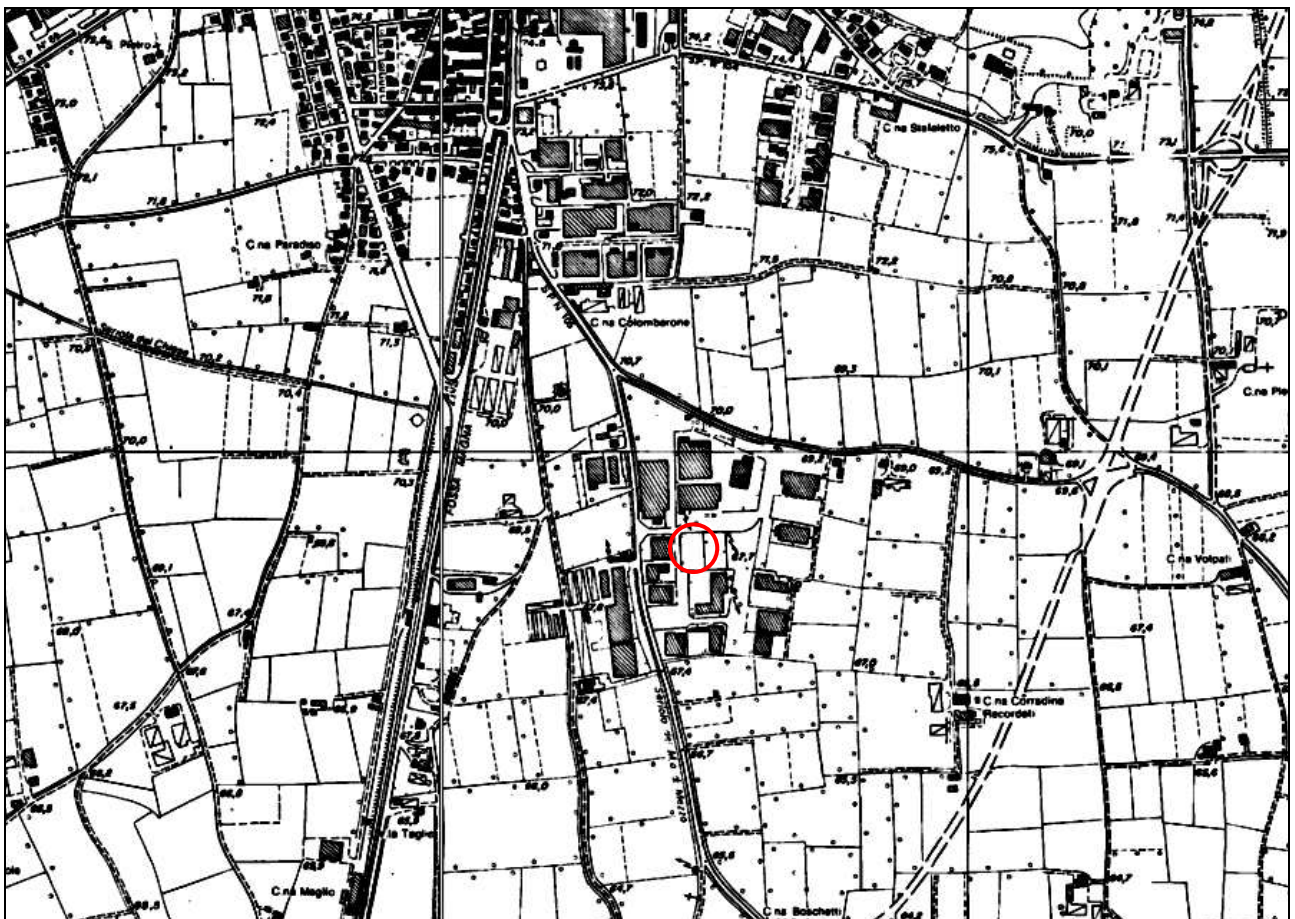
## PREMESSA

Su incarico e per conto della ditta Mak S.p.A. e d'intesa con Il Geom. Mauro Vitali e l'Ing. Fulvio Arrigoni, viene redatto il presente rapporto tecnico a corredo del progetto di realizzazione di un nuovo capannone prefabbricato, in comune di Carpenedolo (BS).

È infatti prevista la realizzazione di una nuova struttura, che sorgerà in ampliamento ai fabbricati produttivi esistenti, con dimensioni in pianta di circa 46x59 m.

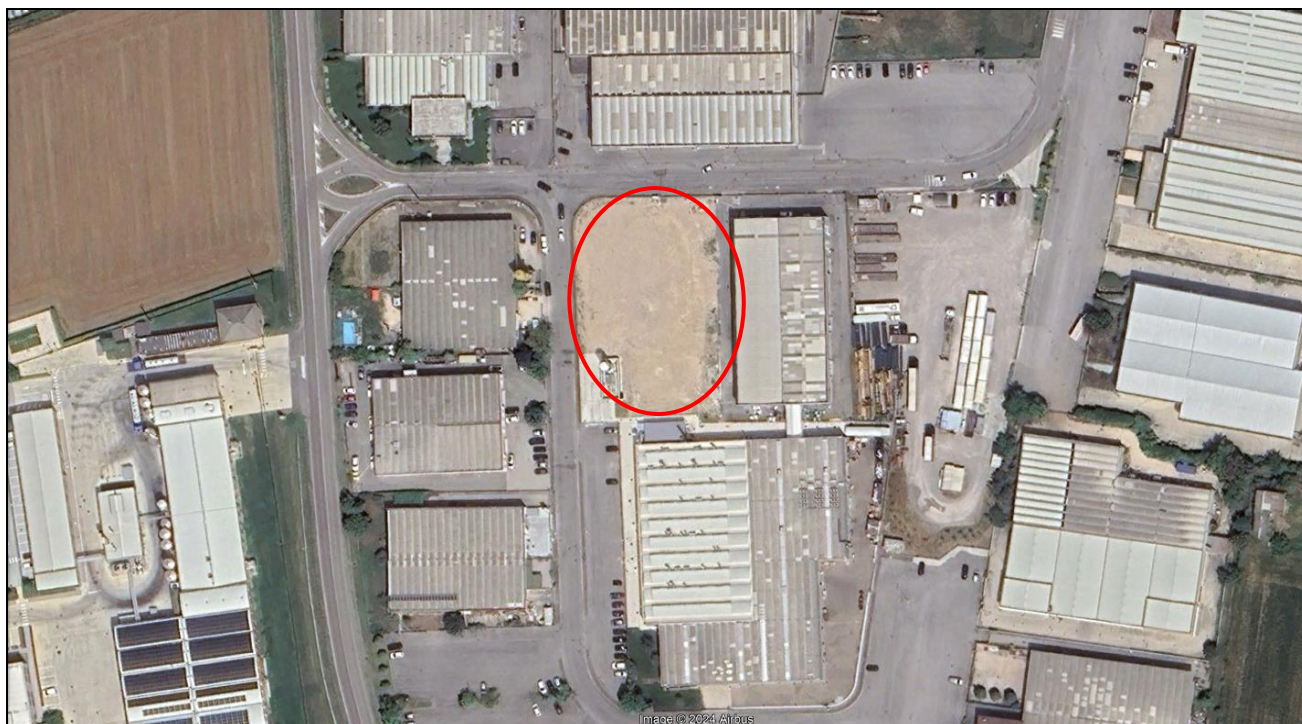
L'area di interesse è situata nella porzione meridionale del territorio comunale di Carpenedolo, nella zona artigianale, tra via 8 marzo e via C. Colombo; ricade nel Foglio D6e5 della Carta Tecnica Regionale ed è centrata sulle coordinate 45°20'58.65" di latitudine N, 10°26'07.56" di longitudine E ad una quota di circa 68,5 m s.l.m.

Di seguito si riporta l'ubicazione su carta CTR dell'area di interesse e la relativa veduta aerea da Google Maps:



| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.           |
|-----------|---------------|---|----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 4 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                |





La proprietà è inquadrata nei Mappali 284-285 Foglio 30, del Comune censuario di Carpenedolo (BS) – Codice Catastale B817.



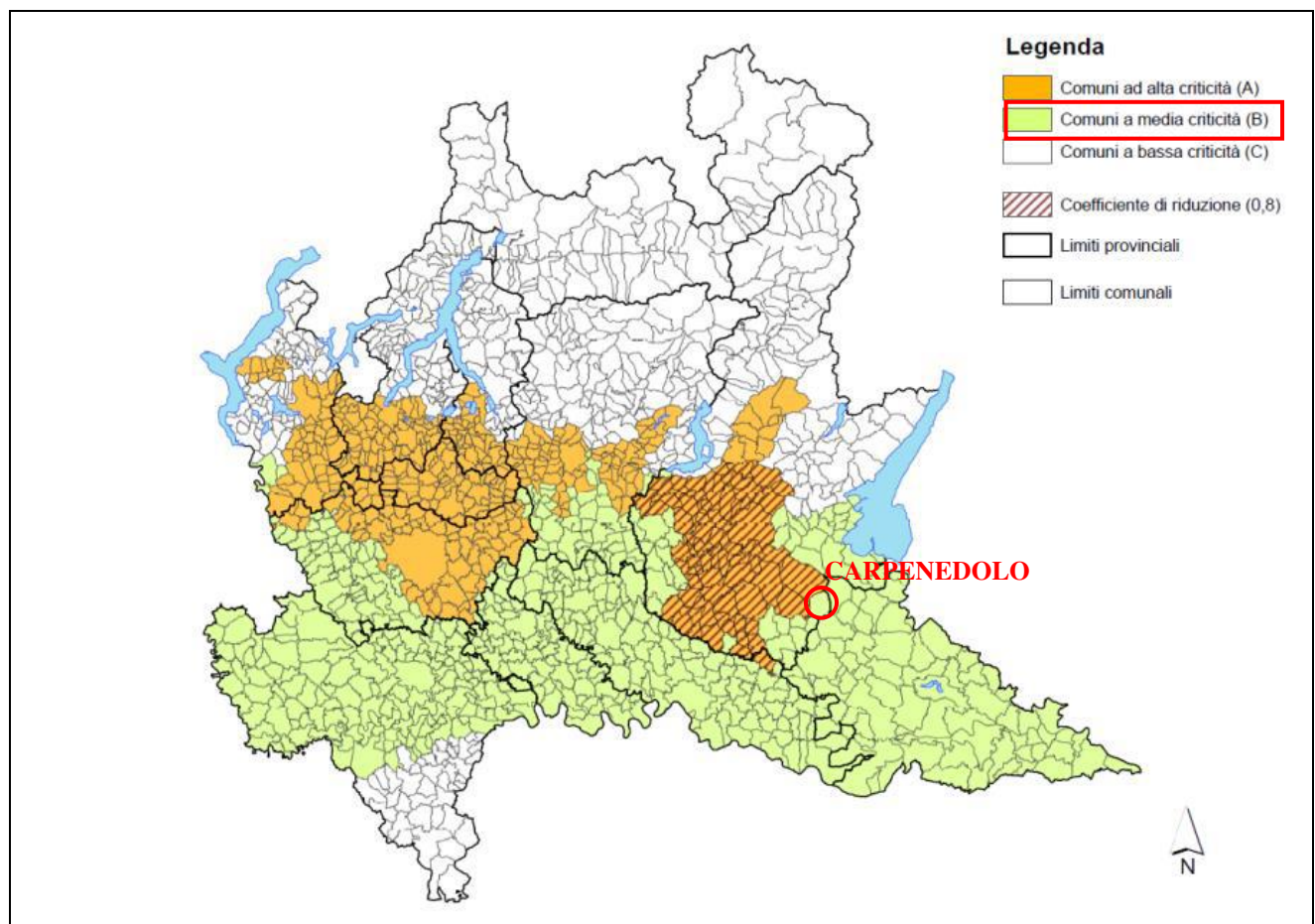
| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.           |
|-----------|---------------|---|----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 5 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                |

In questa sede vengono valutati i quantitativi di acque bianche meteoriche necessari per la progettazione del sistema di dispersione che rispetti il principio dell'invarianza idraulica ed idrologica (ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12), principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione.

I Regolamenti Regionali del 23 novembre 2017 - n. 7, del 29/06/2018 n. 7 e del 19/04/2019 n. 8, si occupano della gestione delle acque meteoriche non contaminate, al fine di far diminuire il deflusso verso le reti di drenaggio urbano e da queste verso i corsi d'acqua già in condizioni critiche, riducendo così l'effetto degli scarichi urbani sulle portate di piena dei corsi d'acqua stessi.

Come indicato nel Regolamento, il comune di Carpenedolo ricade in area a media criticità idraulica ("B") e quindi con una massima portata scaricabile nei ricettori ( $U_{lim}$ ) pari a 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Di seguito si riporta la Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica:



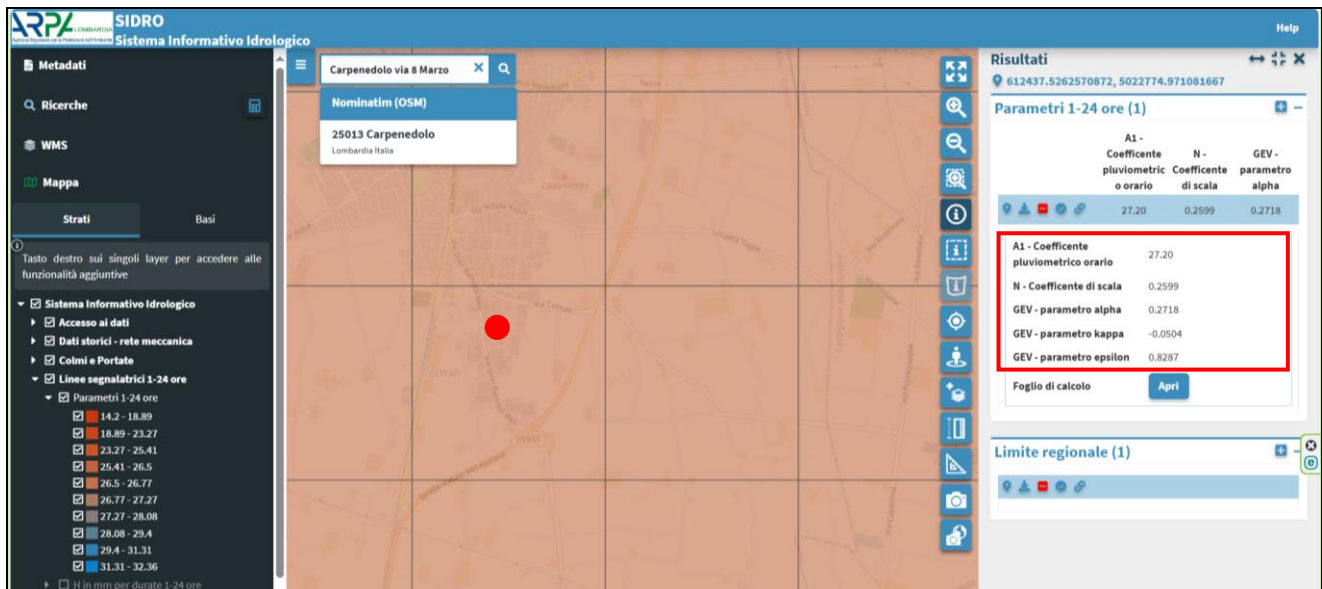
| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.           |
|-----------|---------------|---|----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 6 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                |



|                             |    |   |   |
|-----------------------------|----|---|---|
| CARLAZZO                    | CO | C |   |
| CARNAGO                     | VA | A | 1 |
| CARNATE                     | MB | A | 1 |
| CAROBIO DEGLI ANGELI        | BG | A | 1 |
| CARONA                      | BG | C |   |
| CARONNO PERTUSELLA          | VA | A | 1 |
| CARONNO VARESINO            | VA | A | 1 |
| CARPENEDOLO                 | BS | B |   |
| CARPIANO                    | MI | A | 1 |
| CARUGATE                    | MI | A | 1 |
| CARUGO                      | CO | A | 1 |
| CARVICO                     | BG | A | 1 |
| CASALBUTTANO ED UNITI       | CR | B |   |
| CASALE CREMASCO - VIDOLASCO | CR | B |   |
| CASALE LITTA                | VA | C |   |


## 1. PLUVIOMETRIA

Sulla scorta delle indicazioni esposte dall'Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente della Regione Lombardia (ARPA), sono stati calcolati i valori di pioggia intensa in mm/h utilizzando il coefficiente pluviometrico orario per l'area in esame.



| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.           |
|-----------|---------------|---|----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 7 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                |

In base ai parametri delle linee segnatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 2, 5, 10, 20, 50, 100 e 200 anni, sono state ricostruite le diverse curve di probabilità pluviometrica.



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

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 27,2

N - Coefficiente di scala 0,2599

GEV - parametro alpha 0,2718

GEV - parametro kappa -0,0504

GEV - parametro epsilon 0,8287

## Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *Carpenedolo (BS)*

Coordinate: *Via 8 Marzo*

**Linea segnatrice**

**Tempo di ritorno (anni)** 50

**Evento pluviometrico**

**Durata dell'evento [ore]** 2,49

**Precipitazione cumulata [mm]** 69,00

*Formulazione analitica*

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

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

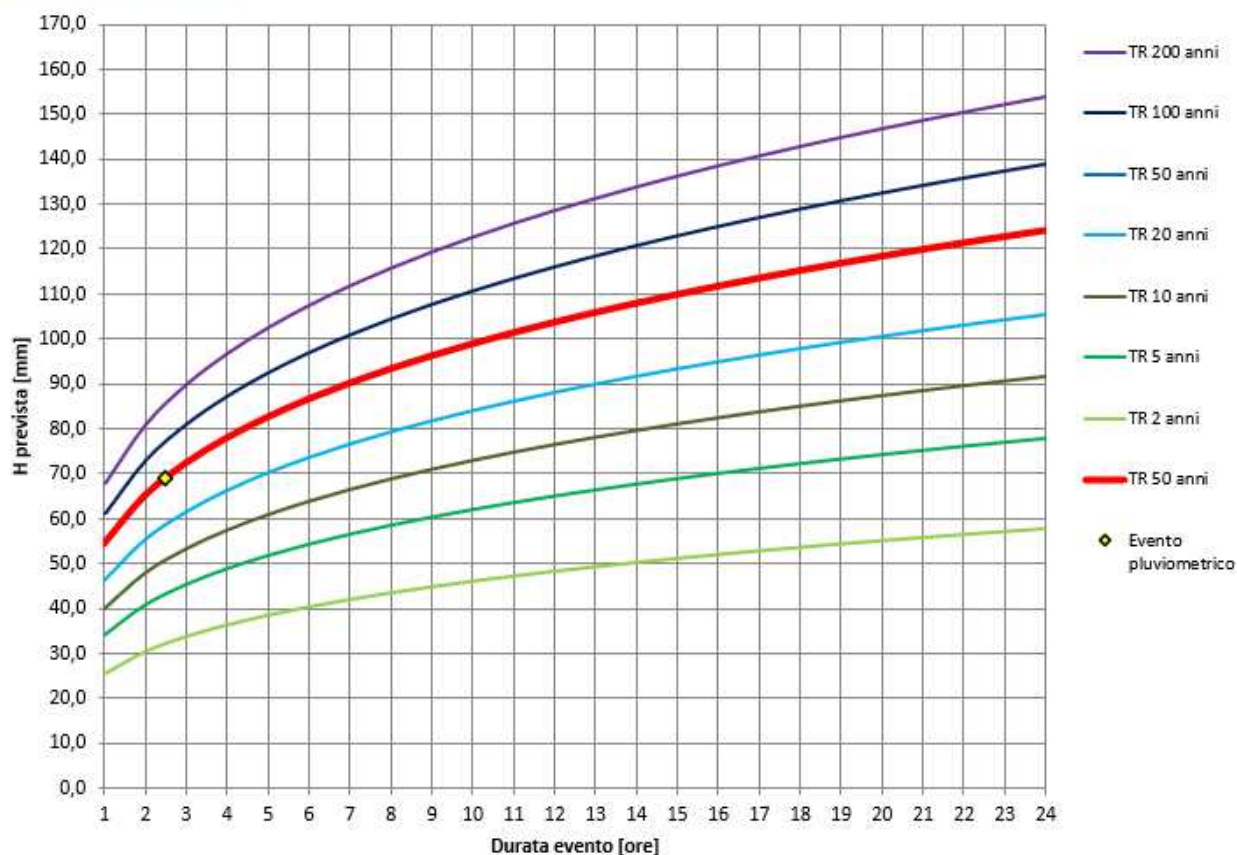
Bibliografia ARPA Lombardia:  
<http://idro.arpalombardia.it/manual/lisp.pdf>  
[http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA\\_report.pdf](http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf)

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

| Tr           | 2         | 5         | 10         | 20         | 50         | 100         | 200         | 50         |
|--------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|
| wT           | 0,92924   | 1,25219   | 1,47639    | 1,69956    | 2,00072    | 2,23584     | 2,47849     | 2,001      |
| 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            | 25,3      | 34,1      | 40,2       | 46,2       | 54,4       | 60,8        | 67,4        | 54,419     |
| 2            | 30,3      | 40,8      | 48,1       | 55,4       | 65,2       | 72,8        | 80,7        | 65,162     |
| 3            | 33,6      | 45,3      | 53,4       | 61,5       | 72,4       | 80,9        | 89,7        | 72,403     |
| 4            | 36,2      | 48,8      | 57,6       | 66,3       | 78,0       | 87,2        | 96,7        | 78,024     |
| 5            | 38,4      | 51,7      | 61,0       | 70,2       | 82,7       | 92,4        | 102,4       | 82,683     |
| 6            | 40,3      | 54,3      | 64,0       | 73,6       | 86,7       | 96,9        | 107,4       | 86,695     |
| 7            | 41,9      | 56,5      | 66,6       | 76,7       | 90,2       | 100,8       | 111,8       | 90,239     |
| 8            | 43,4      | 58,5      | 68,9       | 79,4       | 93,4       | 104,4       | 115,7       | 93,426     |
| 9            | 44,7      | 60,3      | 71,1       | 81,8       | 96,3       | 107,7       | 119,3       | 96,330     |
| 10           | 46,0      | 62,0      | 73,1       | 84,1       | 99,0       | 110,6       | 122,6       | 99,004     |
| 11           | 47,1      | 63,5      | 74,9       | 86,2       | 101,5      | 113,4       | 125,7       | 101,487    |
| 12           | 48,2      | 65,0      | 76,6       | 88,2       | 103,8      | 116,0       | 128,6       | 103,809    |
| 13           | 49,2      | 66,3      | 78,2       | 90,0       | 106,0      | 118,4       | 131,3       | 105,991    |
| 14           | 50,2      | 67,6      | 79,7       | 91,8       | 108,1      | 120,8       | 133,9       | 108,052    |
| 15           | 51,1      | 68,9      | 81,2       | 93,4       | 110,0      | 122,9       | 136,3       | 110,007    |
| 16           | 52,0      | 70,0      | 82,6       | 95,0       | 111,9      | 125,0       | 138,6       | 111,868    |
| 17           | 52,8      | 71,1      | 83,9       | 96,5       | 113,6      | 127,0       | 140,8       | 113,644    |
| 18           | 53,6      | 72,2      | 85,1       | 98,0       | 115,3      | 128,9       | 142,9       | 115,345    |
| 19           | 54,3      | 73,2      | 86,3       | 99,4       | 117,0      | 130,7       | 144,9       | 116,977    |
| 20           | 55,1      | 74,2      | 87,5       | 100,7      | 118,5      | 132,5       | 146,9       | 118,547    |
| 21           | 55,8      | 75,1      | 88,6       | 102,0      | 120,1      | 134,2       | 148,7       | 120,060    |
| 22           | 56,4      | 76,1      | 89,7       | 103,2      | 121,5      | 135,8       | 150,5       | 121,521    |
| 23           | 57,1      | 76,9      | 90,7       | 104,4      | 122,9      | 137,4       | 152,3       | 122,933    |
| 24           | 57,7      | 77,8      | 91,7       | 105,6      | 124,3      | 138,9       | 154,0       | 124,300    |

| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.           |
|-----------|---------------|---|----------------|
| o         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 8 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                |



**Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica**


La curva di possibilità pluviometrica valida localmente per il **tempo di ritorno 50 anni** è caratterizzata dai parametri:

$$a = a_1 * wt \quad a_1 = 27,20 \text{ mm} \quad wt = 2,00072 \quad a = 54,419 \text{ mm/ora}^n$$

$n = 0,5$  per durate  $D < 1$  ora e  $0,2599$  per durate  $D \geq 1$  ora.

## 2. ACQUE BIANCHE METEORICHE

Per quanto indicato in normativa si potrà valutare:

### Art. 12

#### (Requisiti minimi delle misure di invarianza idraulica e idrologica)

1. Per gli interventi aventi superficie interessata dall'intervento minore o uguale a 300 mq, ovunque ubicati nel territorio regionale, il requisito minimo richiesto consiste in alternativa:

a) nell'adozione di un sistema di scarico sul suolo 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. In questo caso non è richiesto il rispetto della portata massima di cui all'articolo 8 e non è necessario redigere il progetto di invarianza idraulica di cui agli artt. 6 e 10

| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.           |
|-----------|---------------|---|----------------|
| o         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 9 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                |

ferme restando la compilazione e trasmissione del modulo di cui all'allegato D, come definito all'articolo 6, comma 1, lettera e), e la dichiarazione, con specifico atto, del progettista, attestante l'applicazione della casistica di cui alla presente lettera; la dichiarazione non è dovuta per gli interventi di cui all'articolo 3, comma 2, lettera d), che ricadono nell'ambito di applicazione di cui alla presente lettera

b) nell'adozione del requisito minimo indicato al comma 2, per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7.

2. Nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale bassa, indipendentemente dalla criticità dell'ambito territoriale in cui ricadono, e nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti nell'ambito territoriale di bassa criticità, ferma restando la facoltà del professionista di adottare la procedura di calcolo delle sole piogge o la procedura di calcolo dettagliata descritte nell'allegato G, 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.

Poiché l'intervento in progetto, secondo quanto indicato nella Tabella 1 del Regolamento, ricade nella classe di intervento "Impermeabilizzazione potenziale media" e ricade in ambito territoriale B a media criticità, in base all'articolo 9 del Regolamento l'invarianza idraulica dovrà essere realizzata applicando almeno i requisiti di cui all'articolo 11, comma 2, lettera d del Regolamento, facendo riferimento ad un volume di acque da smaltire ricavato con il metodo delle "sole piogge".

Tabella 1

| CLASSE DI INTERVENTO |   | SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO                           | COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE | MODALITÀ DI CALCOLO                                      |                                      |
|----------------------|---|--|---------------------------------------|--|--------------------------------------|
|                      |   |  |                                       | AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)                         |                                      |
|                      |   |  |                                       | Aree A, B  | Aree C                               |
| 0                    | Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi | $\leq 0,03$ ha<br>( $\leq 300$ mq)                               | qualsiasi                             | Requisiti minimi articolo 12 comma 1                     |                                      |
| 1                    | Impermeabilizzazione potenziale bassa     | da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ ha<br>(da $> 300$ mq a $\leq 1.000$ mq) | $\leq 0,4$                            | Requisiti minimi articolo 12 comma 2                     |                                      |
| 2                    | Impermeabilizzazione potenziale media     | da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ ha<br>(da $> 300$ a $\leq 1.000$ mq)    | $> 0,4$                               | Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G) | Requisiti minimi articolo 12 comma 2 |
|                      |   | da $> 0,1$ a $\leq 1$ ha<br>(da $> 1.000$ a $\leq 10.000$ mq)    | qualsiasi                             |  |                                      |
|                      |   | da $> 1$ a $\leq 10$ ha<br>(da $> 10.000$ a $\leq 100.000$ mq)   | $\leq 0,4$                            |  |                                      |
| 3                    | Impermeabilizzazione potenziale alta      | da $> 1$ a $\leq 10$ ha<br>(da $> 10.000$ a $\leq 100.000$ mq)   | $> 0,4$                               | Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)    |                                      |
|                      |   | $> 10$ ha<br>( $> 100.000$ mq)                                   | qualsiasi                             |  |                                      |

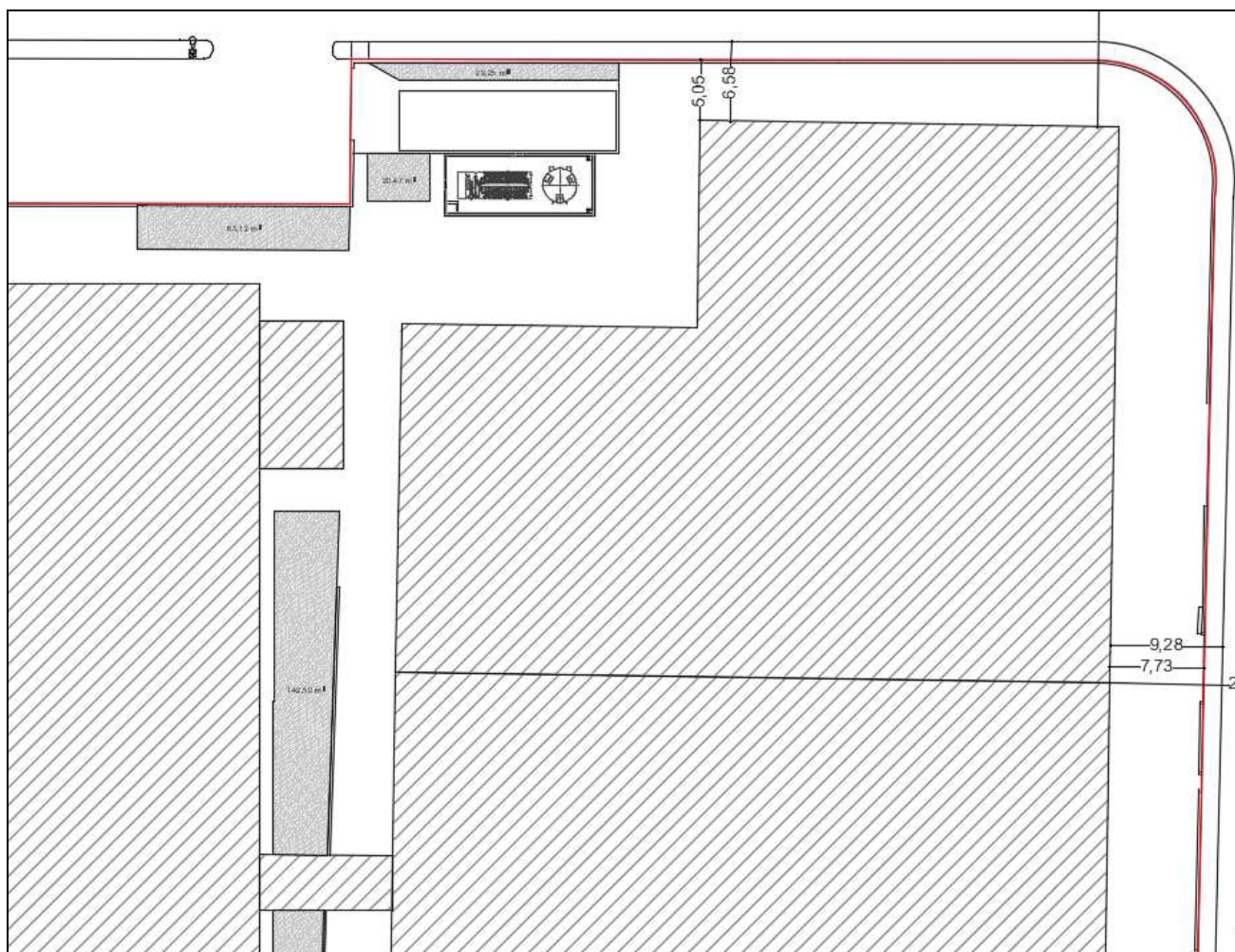
| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 10 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                 |

Sulla scorta dei dati pluviometrici sono stati stimati i possibili quantitativi di acqua di pertinenza delle nuove superfici impermeabili e drenanti, nello specifico:

- copertura capannone: m<sup>2</sup> 2.309,00 (ha 0,2309)
- superfici impermeabili esterne: m<sup>2</sup> 1.181,28 (ha 0,118128)
- superfici drenanti esterne: m<sup>2</sup> 49,72 (ha 0,004972)

**(PER UN TOTALE SUPERFICI IMPERMEABILI SOGGETTE AL REGOLAMENTO DI: m<sup>2</sup> 3.540,00 (ha 0,354)).**

Le nuove superfici non sono soggette ad acque di prima pioggia.



Considerando dei coefficienti di deflusso pari a:

1,0 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, e pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi;

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 discontinue drenanti o semipermeabili di strade, vialetti, parcheggi;

0,3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 11 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                 |



| SUPERFICI IMPERMEABILI<br>( $\Phi = 1,0$ ) | SUB AREE DRENANTI<br>( $\Phi = 0,3$ ) |
|--|---------------------------------------|
| M <sup>2</sup> 3.490,28                    | M <sup>2</sup> 49,72                  |

si ottiene un coefficiente di deflusso medio ponderale  $\Phi = 0,99$

Secondo la formula “delle sole piogge” è stata valutata la quantità di piogge e la loro durata critica:

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w \quad D_w = \left( \frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Si ottiene, per una durata critica **D<sub>w</sub> di ore 2,49**, un volume di invaso **W<sub>0</sub>** di acque da trattare/disperdere pari a **178,95 m<sup>3</sup>**.

Tale volume di laminazione risulta superiore al volume che si sarebbe ottenuto applicando i requisiti minimi di cui all'articolo 12, comma 2 del Regolamento, che per il caso in oggetto prevedono un volume di laminazione di 500 m<sup>3</sup> per ettaro impermeabile (500 m<sup>3</sup>/ha \* 0,99 ( $\phi$ ) \* 0,354 ha = 175,23 m<sup>3</sup>).

Di conseguenza si dovrà necessariamente fare riferimento al volume di laminazione ricavato con il metodo delle “sole piogge” di **178,95 m<sup>3</sup>**.

Di seguito quanto riportato nell'Art. 11, Comma 2, lettera e) del R.R. Lombardia n. 8 del 19/04/2019:

Qualora si attui il presente regolamento mediante la realizzazione di sole strutture di infiltrazione, e quindi non siano previsti scarichi verso ricettori, il requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2, è ridotto del 30 per cento, purché i calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione siano basati su prove di permeabilità, allegate al progetto, rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F. Tale riduzione non si applica nel caso in cui si adotti il requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2, senza pertanto applicare la procedura di calcolo delle sole piogge o dettagliata.

### 3. CARATTERI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI DELL'AREA

Geologicamente la zona è caratterizzata da formazioni continentali quaternarie costituite da depositi di origine fluvioglaciale e fluviale che formano l'esteso “livello fondamentale della Pianura Padana”.

Al di sotto di un livello di copertura dello spessore di circa 1,20/1,30 m costituito da terreni di riporto e di alterazione superficiale, sono presenti depositi di origine fluvio-glaciale di natura granulare costituiti da ghiaia e ciottoli con sabbie da medie a grossolane in scarsa matrice limosa; oltre i -3,00/-3,30 m circa tali

| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 12 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                 |

terreni sfumano in sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose con lenti ed intercalazioni limo sabbiose di spessore metrico.

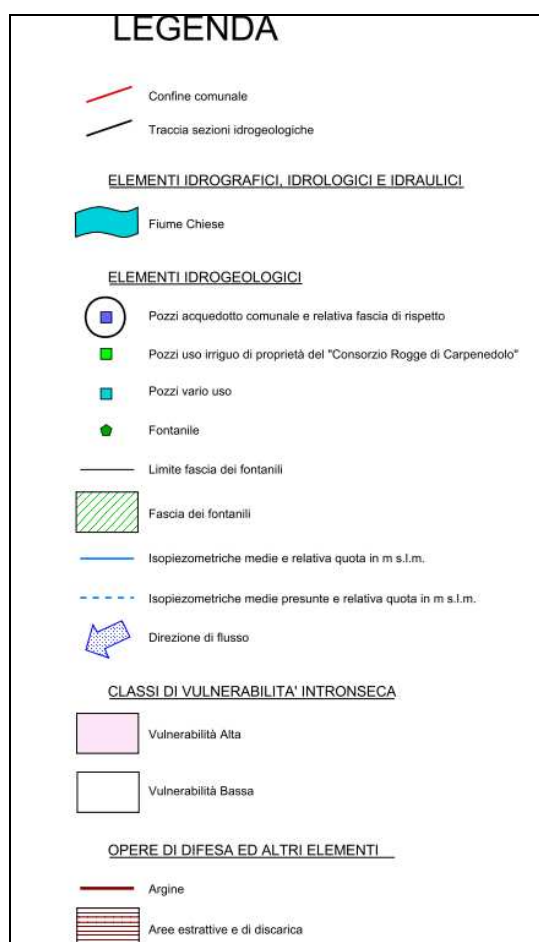
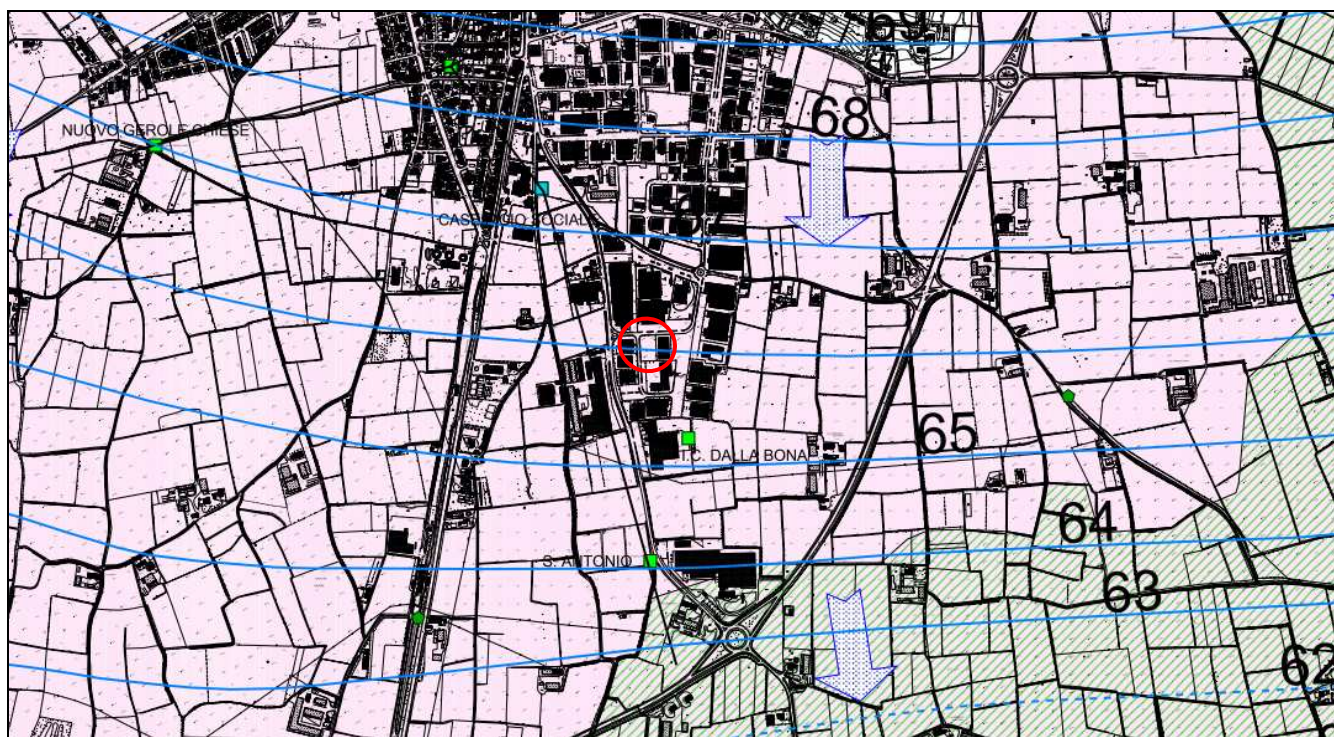
Di seguito di riporta foto dello scavo esplorativo eseguito all'interno dell'area:



La circolazione idrica sotterranea è in relazione alla permeabilità primaria dei depositi presenti: da un esame della “Carta idrogeologica” della “Componente geologica, idrogeologica, e sismica del Piano di Governo del Territorio” del Comune di Carpenedolo e da dati piezometrici della zona si può localizzare la falda freatica ad una profondità di circa 3-3,5 m da p.c. Il livello freatico, nel corso dell'anno, è comunque soggetto ad oscillazioni anche sensibili in positivo ed in negativo rispetto alla misura rilevata. Le motivazioni sono molteplici e legate a fattori sia di carattere antropico (attività di emungimento dei pozzi, pratiche di irrigazione delle colture nei periodi tardo primaverili ed estivi, etc.), sia di indole naturale (ricarica delle falde in seguito alle precipitazioni in seguito a periodi più o meno piovosi, fenomeni di evapotraspirazione più o meno intensi, etc.).

| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 13 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                 |





| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 14 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                 |



Durante l'esecuzione dello scavo è, infatti, stata rilevata la presenza di acqua ad una quota di circa -3,40 m rispetto al piano campagna dell'area di interesse.

Alla luce di quanto sopra si è optato per un sistema di raccolta/immagazzinamento e smaltimento che potrà essere sviluppato nei primi 2,50/3,00 m senza particolari interferenze con la situazione idrogeologica.

#### 4. PROVA DI PERMEABILITA' IN POZZETTO

Per valutare la possibilità di disperdere i volumi di acque meteoriche provenienti dalle nuove superfici impermeabili nel sottosuolo è stata eseguita una prova di permeabilità in situ.

La prova di permeabilità in pozzetto è utilizzata per ricavare un valore approssimato del coefficiente di permeabilità dei terreni al di sopra della falda idrica. Si eseguono dei pozzetti cilindrici o a base quadrata/rettangolare con pareti verticali o inclinate e si riempiono d'acqua misurando la portata necessaria per mantenere costante il livello (prove a carico costante) o misurando la velocità di abbassamento del livello in funzione del tempo (prove a carico variabile).

Nel pozzetto realizzato è stata eseguita una prova di permeabilità a carico variabile.

La procedura di esecuzione prevede la saturazione preventiva del terreno in modo che si instauri un regime di flusso permanente e la successiva immissione di acqua sino ad un livello noto misurando la velocità di abbassamento di tale livello.

Nei materiali sciolti, permeabili per porosità, nei quali è verificata la legge di Darcy, la permeabilità si esprime attraverso il coefficiente di permeabilità  $k$  che ha le dimensioni di cm/s o m/s.

Il coefficiente di permeabilità di un terreno viene sempre determinato con difficoltà e presenta spesso un notevole grado di incertezza; i valori sperimentali, salvo nei casi in cui il terreno è omogeneo ed isotropo, sono infatti affetti da errori che possono anche essere di un intero di grandezza.

La scelta del metodo di prova va effettuata in funzione del tipo di terreno e della precisione desiderata.

Secondo le Raccomandazioni A.G.I. (1977), nel caso di prove a carico variabile in pozzetto circolare il coefficiente di permeabilità è dato dalla seguente formula:

$$k = \frac{d(h_2 - h_1)}{32(t_2 - t_1)h_m}$$

con

$h_m$  = altezza media dell'acqua nel pozzetto ( $h_m > d/4$ );

| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 15 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                 |

$d$  = diametro del pozzetto;

$t_2 - t_1$  = intervallo di tempo;

$h_2 - h_1$  = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo  $t_2 - t_1$

Il certificato della prova di permeabilità eseguita viene allegato al presente rapporto tecnico e ne costituisce parte integrante.

Di seguito si riportano i dati sintetici ricavati dalla prova di permeabilità eseguita:

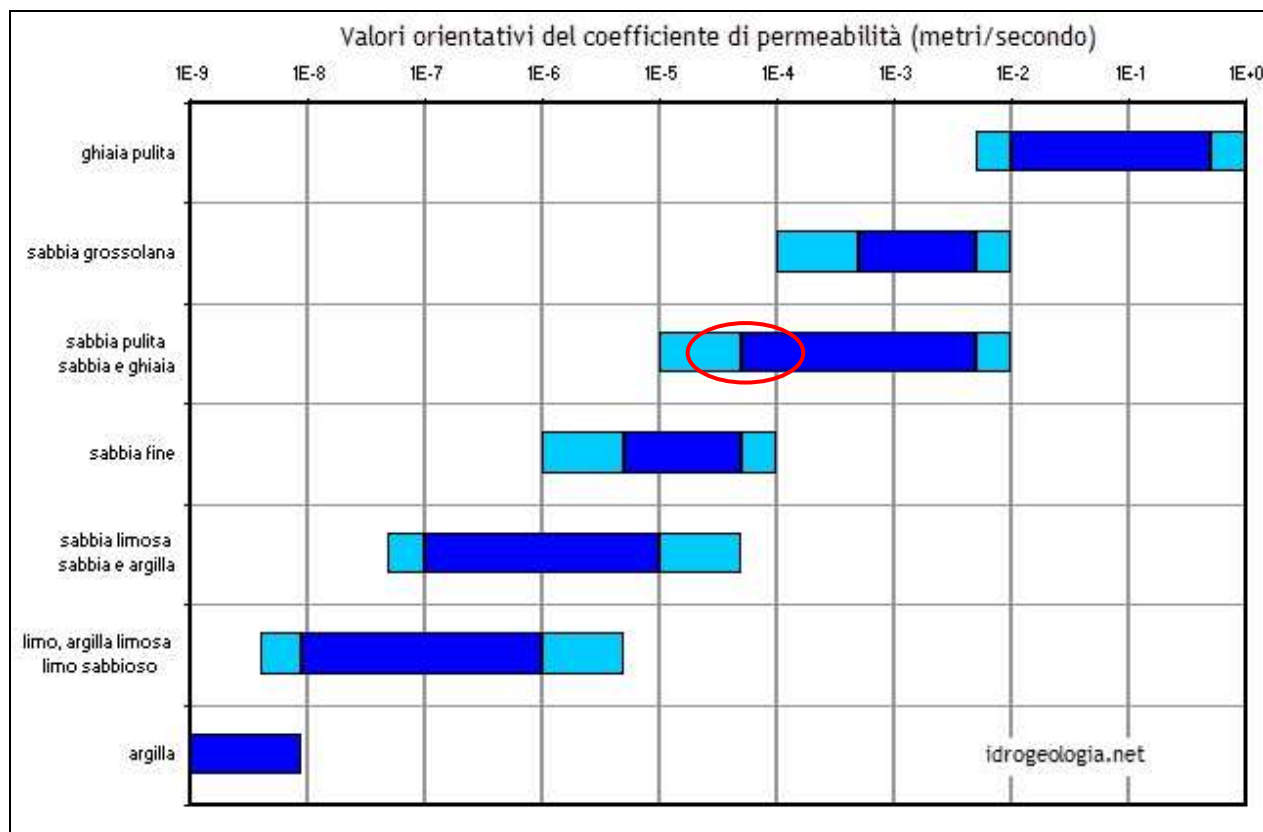
|                    | <b>Prova n° 1</b> |
|--------------------|-------------------|
| $h_1$ (cm)         | 50,0              |
| $h_2$ (cm)         | 2,5               |
| $t_2 - t_1$ (min.) | 3,0               |
| $h_m$ (cm)         | 16,25             |
| $d$ (cm)           | 19,5              |
| <b>K (cm/sec)</b>  | <b>0,00613</b>    |
| <b>K (m/sec)</b>   | <b>0,0000613</b>  |

I terreni in esame ad una profondità di circa 3,00 m da p.c. presentano una permeabilità pari a  **$6,13e^{-3}$  cm/sec ( $6,13e^{-5}$  m/sec)**.

Di seguito si riporta il campo di variabilità della conducibilità idraulica dei terreni (Geotecnica e Tecnica delle Fondazioni – Cestelli Guidi – Ed. Hoepli).

| $k$ (cm/sec)                    | $10^2$  | 10   | 1  | $10^{-1}$   | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | $10^{-4}$  | $10^{-5}$   | $10^{-6}$          | $10^{-7}$  | $10^{-8}$ | $10^{-9}$ | $10^{-10}$ |
|---------------------------------|---|--|--|---|-----------|-----------|--|---|--------------------|--|-----------|-----------|------------|
| Drenaggio                       | Buono   |  |  |   | Ridotto   |           |  |   | Praticamente nullo |  |           |           |            |
| Tipo di terreno                 | Ghiaia pulita   | Sabbia pulite, misto di ghiaie e sabbie pulite |  | Sabbie molto fini, limo organico ed inorganico, misti di sabbie, limi e argille                     |           |           |  | Terreno "impermeabile", argille omogenee al di sotto della coltre d'alterazione atmosferica |                    |  |           |           |            |
|                                 |   |  |  | Terreno "Impermeabile" con modificazioni strutturali generate da vegetazione ed alterazione in sito |           |           |  |   |                    |  |           |           |            |
| determinazione diretta di $k$   | Prova diretta nella posizione originale - prova di pompaggio, prova di delicata esecuzione ma significativa |  |  |   |           |           |  |   |                    |  |           |           |            |
|                                 | Prova di permeabilità a carico costante, di facile esecuzione   |  |  |   |           |           |  |   |                    |  |           |           |            |
| determinazione indiretta di $k$ |   |  | Prova a carico variabile di facile esecuzione: significativa                             |   |           |           | Prova a carico variabile di delicata esecuzione: scarsamente significativa |   |                    | Prova a carico variabile: molto poco significativa e di delicata esecuzione                              |           |           |            |
|                                 |   |  | Determinazione dalla curva granulometrica, applicabile soltanto a sabbie e ghiaie pulite |   |           |           |  |   |                    | Determinazione basata sui risultati della prova di consolidazione; di delicata esecuzione: significativa |           |           |            |

| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 16 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                 |



| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| o         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 17 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                 |



In base ai risultati ottenuti dalla prova di permeabilità si può affermare che i terreni in oggetto alla profondità indagata sono caratterizzati da una discreta capacità di drenaggio.

Cautelativamente, considerando anche, come previsto dal R.R. una progressiva tendenza all'intasamento con perdita della capacità di infiltrazione nel tempo, si assume un coefficiente di permeabilità medio di  $4 \times 10^{-5}$  m/sec.

## 5. DISPERSIONE DELLE ACQUE BIANCHE METEORICHE - POZZI DISPERDENTI

Non prevedendo la dispersione in fognatura, sarà necessario che il quantitativo di acqua prescritto sia smaltito e/o immagazzinato da pozzi perdenti con ampia superficie e volume in modo che abbiano anche una funzione di serbatoio. I pozzi d'infiltrazione sono strutture sotterranee localizzate, utilizzate principalmente per raccogliere ed infiltrare le acque di pioggia provenienti dai tetti di edifici residenziali e commerciali e/o dai piazzali. La struttura esterna è generalmente prevista in materiale rigido (per esempio in cemento), mentre l'interno dello scavo viene riempito con materiale inerte (ghiaia) con una porosità di almeno il 30%. I pozzi perdenti devono essere dotati di accesso ispezionabile al fine di garantirne la manutenzione e le prestazioni nel tempo.

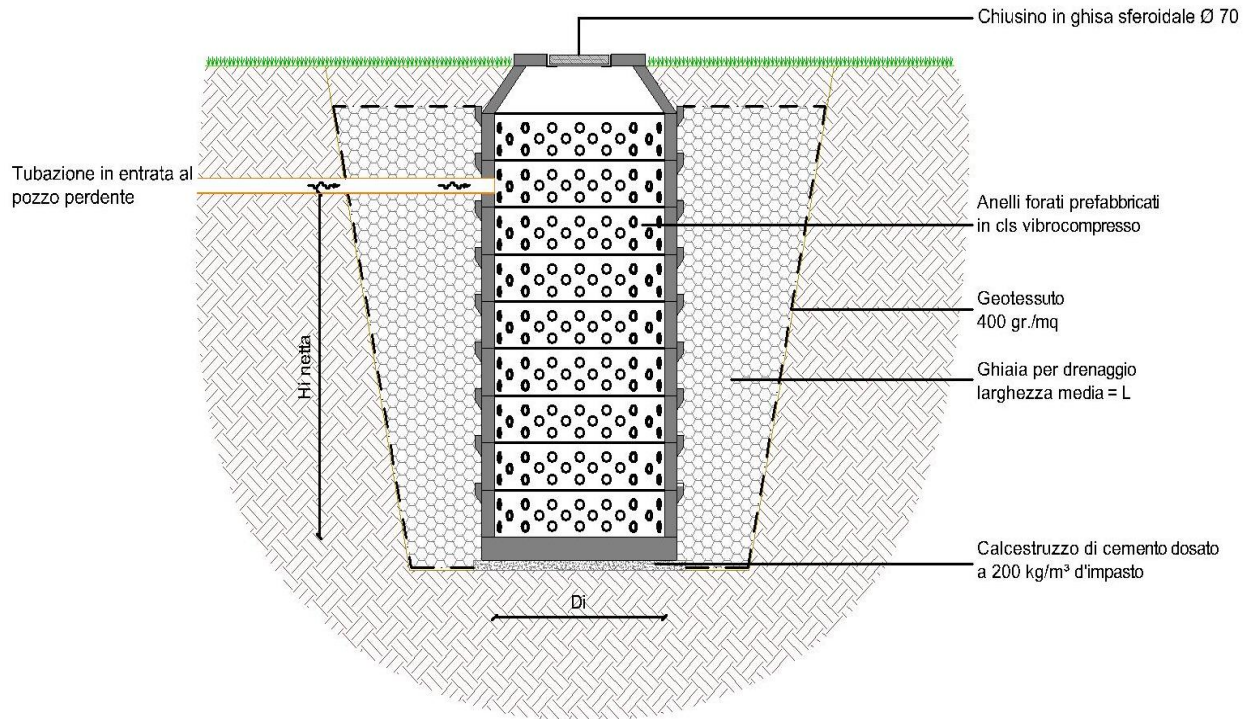
Date le caratteristiche stratigrafiche, sono state valutate le potenzialità di un sistema di smaltimento articolato con n. 12 pozzi con altezza utile di 2,50 m e diametro interno pari a 2,00 m (\*), ottenendo:

### POTENZIALITA' DI DISPERSIONE DI UN POZZO PERDENTE CILINDRICO

|   |     |               |           |
|---|-----|---------------|-----------|
| Diametro interno pozzo                              | Di  | 2,0           | m         |
| Altezza utile pozzo                                 | Hi  | 2,5           | m         |
| Coeff. Permeabilità                                 | K   | 4,0E-05       | m/s       |
| Larghezza corona esterna drenante                   | L   | 1,0           | m         |
| Presenza di vasca di prima pioggia                  |     | FALSO         |           |
| Superficie impermeabile soggetta a prima pioggia    | Spp | 0             | mq        |
| Superficie drenanti                                 | Sv  | 49,72         | mq        |
| Superficie delle coperture e superfici impermeabili | Sc  | 3490,28       | mq        |
| Coefficiente permeabilità                           |     | 0,99          |           |
| <b>Volume pioggia critica</b>                       |     | <b>178,95</b> | <b>mc</b> |
| Volume assorbito da un pozzo                        |     | 2,26          | mc        |
| <b>Volume accumulato da un pozzo</b>                |     | <b>14,92</b>  | <b>mc</b> |
| Volume totale per pozzo                             |     | 17,18         | mc        |

| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 18 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                 |

|   |        |    |
|---|--------|----|
| Vasca prima pioggia                           | 0,00   | mc |
| Volume netto da smaltire dal sistema drenante | 178,95 | mc |
| Volume totale accumulato dai pozzi            | 179,04 | mc |



\* Si è considerato che per la posa degli anelli di calcestruzzo sia necessario, per ciascun pozzo, realizzare uno scavo quadrato di lato minimo pari a 4,00 m e pertanto il volume tra il pozzo cilindrico e le pareti dello scavo verrà riempito con materiale ghiaioso-ciottoloso drenante mantenendo una larghezza esterna della corona drenante di almeno 1,00 m. Potrà essere eseguita anche la posa di più pozzi all'interno dello stesso scavo purchè, per ciascun pozzo, venga mantenuta una corona drenante delle stesse dimensioni.

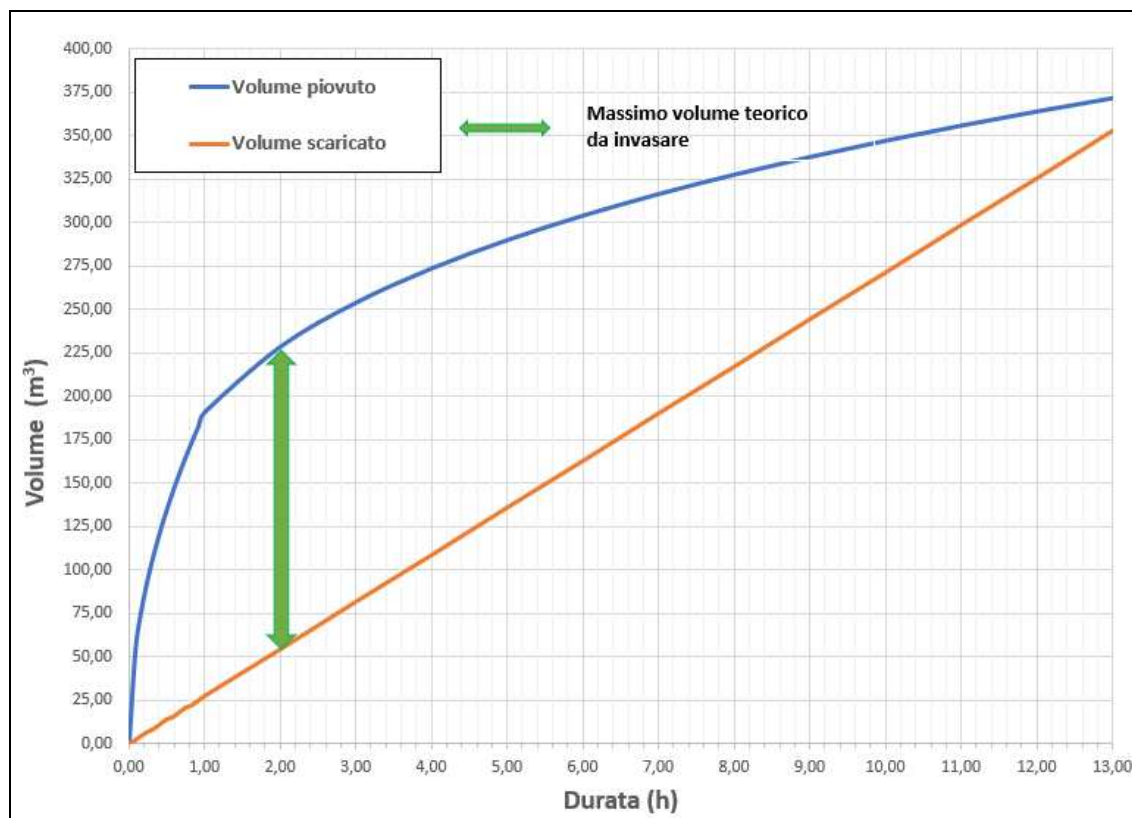
| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 19 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                 |

| PORTATA SMALTITA NEL TERRENO |            |          |          | 7,54     | l/s              |                    |            |
|------------------------------|------------|----------|----------|----------|------------------|--------------------|------------|
| VOLUME SCARICATO NEL TERRENO |            |          |          | 0,007540 | mc/s             |                    |            |
| VOLUME SCARICATO NEL TERRENO |            |          |          | 27,144   | mc/h             |                    |            |
|                              |            |          |          |          |                  |                    |            |
|                              |            |          |          |          | ENTRANTE         | USCENTE            | DIFFERENZA |
| Durata [min]                 | Durata [h] | i [mm/h] | Q [mc/s] | Q [l/s]  | Vol piovuto [mc] | Vol scaricato [mc] | Delta [mc] |
| 0                            | 0,00       | 0,00     | 0,0000   | 0,00     | 0,00             | 0,00               | 0,00       |
| 5                            | 0,08       | 184,71   | 0,1798   | 179,84   | 53,95            | 2,26               | 51,69      |
| 10                           | 0,17       | 133,30   | 0,1298   | 129,79   | 77,87            | 4,52               | 73,35      |
| 15                           | 0,25       | 108,84   | 0,1060   | 105,97   | 95,38            | 6,79               | 88,59      |
| 20                           | 0,33       | 94,26    | 0,0918   | 91,78    | 110,13           | 9,05               | 101,08     |
| 25                           | 0,42       | 84,31    | 0,0821   | 82,09    | 123,13           | 11,31              | 111,82     |
| 30                           | 0,50       | 76,96    | 0,0749   | 74,93    | 134,88           | 13,57              | 121,31     |
| 35                           | 0,58       | 71,25    | 0,0694   | 69,38    | 145,69           | 15,83              | 129,85     |
| 40                           | 0,67       | 66,65    | 0,0649   | 64,89    | 155,75           | 18,10              | 137,65     |
| 45                           | 0,75       | 62,84    | 0,0612   | 61,18    | 165,20           | 20,36              | 144,84     |
| 50                           | 0,83       | 59,61    | 0,0580   | 58,04    | 174,13           | 22,62              | 151,51     |
| 55                           | 0,92       | 56,84    | 0,0553   | 55,34    | 182,63           | 24,88              | 157,75     |
| 60                           | 1,00       | 54,42    | 0,0530   | 52,99    | 190,75           | 27,14              | 163,61     |
| 120                          | 2,00       | 32,58    | 0,0317   | 31,72    | 228,40           | 54,29              | 174,12     |
| 180                          | 3,00       | 24,13    | 0,0235   | 23,50    | 253,79           | 81,43              | 172,36     |
| 240                          | 4,00       | 19,51    | 0,0190   | 18,99    | 273,49           | 108,58             | 164,91     |
| 300                          | 5,00       | 16,54    | 0,0161   | 16,10    | 289,82           | 135,72             | 154,10     |
| 360                          | 6,00       | 14,45    | 0,0141   | 14,07    | 303,88           | 162,86             | 141,02     |
| 420                          | 7,00       | 12,89    | 0,0126   | 12,55    | 316,31           | 190,01             | 126,30     |
| 480                          | 8,00       | 11,68    | 0,0114   | 11,37    | 327,48           | 217,15             | 110,32     |
| 540                          | 9,00       | 10,70    | 0,0104   | 10,42    | 337,66           | 244,30             | 93,36      |
| 600                          | 10,00      | 9,90     | 0,0096   | 9,64     | 347,03           | 271,44             | 75,59      |
| 660                          | 11,00      | 9,23     | 0,0090   | 8,98     | 355,73           | 298,58             | 57,15      |
| 720                          | 12,00      | 8,65     | 0,0084   | 8,42     | 363,87           | 325,73             | 38,14      |
| 780                          | 13,00      | 8,15     | 0,0079   | 7,94     | 371,52           | 352,87             | 18,65      |

| REV. | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|------|---------------|---|-----------------|
| 0    | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 20 di 26 |

N. COPIE:





$$t_{svuot} = \frac{W_{lam}}{Q_u + Q_{inf}}$$

$W_{lam\ max} = (14,92\ m^3 \times 12\ pozzi) = 179,04\ m^3$

$W_{lam} = 178,95\ m^3$

$Q_{inf} = 27,14\ m^3/h - 7,54\ l/sec$

Da cui si ottiene un  $t_{svuot} = 6,59\ h$

Il sistema di immagazzinamento e dispersione ipotizzato consente di prevedere un volume di acque meteoriche da smaltire complessivo pari a 178,95 m³, un volume massimo di laminazione (compresa la corona drenante) di 179,04 m³, con una dispersione massima di circa 27 m³/h. Il volume massimo teorico da invasare di 174,12 m³ risulta inferiore al volume massimo di laminazione di 179,04 m³.

Il tempo di svuotamento di 6,59 h risulta minore del limite di 48 ore fissato nell'articolo 11, comma 2, lettera f) del Regolamento.

| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 21 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                 |

## 6. CONCLUSIONI

Applicando il metodo delle “sole piogge” si ottiene, per una durata critica  $D_w$  di ore 2,49, un volume di invaso  $W_o$  di acque da trattare/disperdere di 178,95 m<sup>3</sup>, superiore ai 175,23 m<sup>3</sup> ottenuti applicando i requisiti minimi di cui all’articolo 12, comma 2 del Regolamento.

La dispersione delle acque meteoriche nel sottosuolo potrà quindi essere effettuata mediante la messa in opera di n. 12 pozzi con altezza utile di 2,50 m e diametro interno pari a 2,00 m, con una larghezza esterna della corona drenante di almeno 1,00 m, che complessivamente garantiscono un volume massimo di laminazione di 179,04 m<sup>3</sup> ed una dispersione nel terreno di circa 27 m<sup>3</sup>/h.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei dati di input e dei parametri considerati:

| Comune   | CARPENEDOLO (BS) |                     |
|--|------------------|---------------------|
| Criticità idraulica                                | B                |                     |
| Nuove superfici soggette al Regolamento            | 3.540,00         | m <sup>2</sup>      |
| Tetti, coperture, solette, pavimentazioni continue | 3.490,28         | m <sup>2</sup>      |
| Aree esterne permeabili                            | 49,72            | m <sup>2</sup>      |
| Aree verdi collettate                              | 0,00             | m <sup>2</sup>      |
| Coefficiente medio ponderale di deflusso $\phi$    | 1,00             |                     |
| Durata critica dell'evento ( $D_w$ )               | 2,49             | ore                 |
| Precipitazione cumulata nel tempo $D_w$            | 69,00            | mm                  |
| Acque da smaltire $W_o$                            | 178,95           | m <sup>3</sup>      |
| Requisiti minimi di cui all’Art 12, comma 2        | 175,23           | m <sup>3</sup>      |
| Acque di prima pioggia                             | 0,00             | m <sup>3</sup>      |
| Volume di accumulo totale pozzi                    | 179,04           | m <sup>3</sup>      |
| Volume minimo di laminazione                       | 178,95           | m <sup>3</sup>      |
| Dispersione in recettore/fognatura                 | 0,00             | l/s                 |
| Dispersione in recettore/fognatura                 | 0,00             | m <sup>3</sup> /ora |
| Dispersione nel terreno da pozzi                   | 27,14            | m <sup>3</sup> /ora |
| Dispersione nel terreno da pozzi                   | 7,54             | l/s                 |
| Superficie drenante pozzi                          | 188,40           | m <sup>2</sup>      |
| Tempo di svuotamento                               | 6,59             | ore                 |

| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 22 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                 |

Particolare attenzione dovrà essere riposta durante la realizzazione dello scavo per la messa in opera dei pozzi, che non dovrà in alcun modo interferire con fondazioni o manufatti posti nell'intorno a quote superiori: i pozzi dovranno essere posizionati ad una distanza di almeno 3 m dalle fondamenta degli edifici. Le fasi di sbancamento e la successiva messa in opera delle strutture dovranno procedere senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile per evitare dilavamenti delle superfici di scavo. I depositi interessati dall'intervento, in mancanza di circolazione d'acqua, consentono comunque angoli di scarpa nell'ordine di 55°/60°.

### 7. PIANO DI MANUTENZIONE

Si evidenzia che ogni prescrizione prevista in questa fase progettuale e qui indicata ha un valore di tipo indicativo; successivamente all'appalto dell'opera le stesse prescrizioni dovranno essere confrontate e sottostare alle indicazioni specifiche previste dai fornitori dei prodotti effettivamente utilizzati.

I programmi dei controlli e interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sono stimati su un periodo di vita utile dell'opera di 50 anni, trascorsi i quali, analizzando le condizioni di conservazione della stessa, si determinerà se riconfermare le prescrizioni previste nel presente piano o riformularne altre più restrittive.

Si precisa che le operazioni previste nel PDM devono intendersi come minime. Tutte le attività e/o operazioni oggetto del PDM dovranno far riferimento alle prescrizioni di leggi e/o normative vigenti e successive modificazioni o varianti delle stesse.

Il Piano di Manutenzione (PDM) potrà essere aggiornato ed ampliato durante la realizzazione dell'opera, a seguito di eventuali modifiche intervenute rispetto al progetto, in modo che i responsabili dell'esercizio abbiano poi a disposizione un manuale d'uso perfettamente corrispondente a quanto realizzato e con elencate le modalità di conduzione, delle verifiche periodiche e di manutenzione.

Si pone quindi l'attenzione sull'importanza della manutenzione e della pulizia del sistema disperdente nel corso del tempo, che potrebbe, se non effettuata in modo corretto, diminuire anche sensibilmente la capacità di dispersione. Anche per i pozzi perdenti può essere necessario prevedere l'inserimento di pre-trattamenti per l'intercettazione di sedimenti ed oli che possono ostruire la struttura. È opportuno inserire nelle grondaie dei filtri al fine di intrappolare particelle, foglie ed altri detriti.

In molti casi il rendimento dei pozzi diminuisce già dopo alcuni anni. Questo processo, denominato "invecchiamento del pozzo" è causato dall'interazione di una serie di cause chimiche, biologiche, meccaniche e geologiche.

| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 23 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                 |



## CANALI DI GRONDA, POZZETTI DI DERIVAZIONE E TUBAZIONI DI COLLEGAMENTO

### ANOMALIE RISCONTRABILI

1. Corrosione: si può manifestare sui canali di gronda e sulle tubazioni di collegamento in metallo.
2. Intasamento: si può manifestare su tutti gli elementi del sistema a seguito dell'ingresso di materiale grossolano, essenzialmente costituito da residui vegetali o terra.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE

Controllo generale delle parti a vista, da eseguire con cadenza stagionale.

### MANUENZIONE ORDINARIA ESEGUIBILE DALL'UTENTE

Gli interventi di manutenzione ordinaria sono costituiti dalla pulizia periodica e dalla rimozione del materiale depositato.

### MANUTENZIONE STRAORDINARIA A CURA DI PERSONALE SPECIALIZZATO

La manutenzione straordinaria è necessaria a seguito del danneggiamento per corrosione e deve prevedere la sostituzione dell'elemento danneggiato; in caso di ostruzione delle tubazioni di collegamento bisognerà prevederne il lavaggio a pressione.

## POZZI DI DISPERSIONE

### ANOMALIE RISCONTRABILI

1. Insabbiamento, che avviene a seguito dell'ingresso di materiale organico e della sedimentazione delle particelle di terreno contenute nelle acque ruscellanti dalla copertura o dallo scivolo dell'interrato.
2. Sviluppo di specie infestanti, che può avvenire quando il malfunzionamento del sistema provoca il ristagno di acqua nel pozzo.
3. Incrostazione e corrosione: fenomeni essenzialmente collegati all'invecchiamento della struttura, possono comportare la perdita di funzionalità per la diminuzione della capacità drenante.
4. Cedimento strutturale: può manifestarsi a seguito del naturale invecchiamento del manufatto o in conseguenza del cedimento del terreno di fondazione, sia a causa delle azioni esterne (carichi dell'edificio) che per eventi eccezionali (scosse sismiche di particolare intensità) o a seguito del naturale dilavamento del terreno da parte dell'acqua immessa nel pozzo.

| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 24 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                 |

### CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE

Il controllo effettuato con periodicità stagionale e dopo ogni evento meteorico di particolare intensità, consente di verificare la presenza di accumuli di materiale organico o un eventuale principio d'insabbiamento. Al termine di eventi meteorici intensi si deve inoltre verificare il livello massimo raggiunto dall'acqua destinata alla dispersione ed il tempo necessario allo svuotamento del pozzo, che non deve eccedere le 48 ore.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE TECNICO SPECIALIZZATO

Un accurato controllo visivo della struttura, eseguibile attraverso il pozzetto d'ispezione con cadenza annuale, consente il rilevamento di eventuali crepe o lesioni nel calcestruzzo delle pareti e del fondo del pozzo. A seguito di eventi sismici o in caso di lesioni per cedimento delle opere di fondazione dell'edificio sarà necessario prevedere il controllo dell'integrità strutturale dell'elemento, che dovrà essere preceduto dallo svuotamento e dalla pulizia del fondo.

### MANUTENZIONE ORDINARIA A CURA DI PERSONALE SPECIALIZZATO

Gli interventi di manutenzione ordinaria sono costituiti dalla pulizia periodica e dalla rimozione del materiale depositato; la pulizia del fondo ed il lavaggio delle pareti del pozzo dovranno essere effettuati con autospurgo.

### MANUTENZIONE STRAORDINARIA A CURA DI PERSONALE SPECIALIZZATO

La manutenzione straordinaria è necessaria a seguito dell'eventuale cedimento strutturale e dovrà prevedere il rinforzo della struttura ed il ripristino della sua funzionalità statica.

Inoltre, in caso si riscontrasse un evidente rallentamento della capacità drenante, si dovrà prevedere il lavaggio e la pulizia con aria e acqua in pressione, eventualmente da associare al lavaggio chimico, in modo da facilitare l'asportazione delle particelle fini che intasano il terreno drenante.

Pieve d'Olmi (CR), 30/11/2024

Il Tecnico

Dott. Geol. Luca Donato Piazza

Ordine dei Geologi della Lombardia n° 1380AP



| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| 0         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 25 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                 |

ALLEGATO

| REV.      | DATA          | TITOLO  | PAG.            |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| o         | Novembre 2024 | Provincia di BRESCIA - Comune di CARPENEDOLO<br>VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUE BIANCHE METEORICHE<br>A SUPPORTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED<br>IDROLOGICA | Pagina 26 di 26 |
| N. COPIE: |               |   |                 |



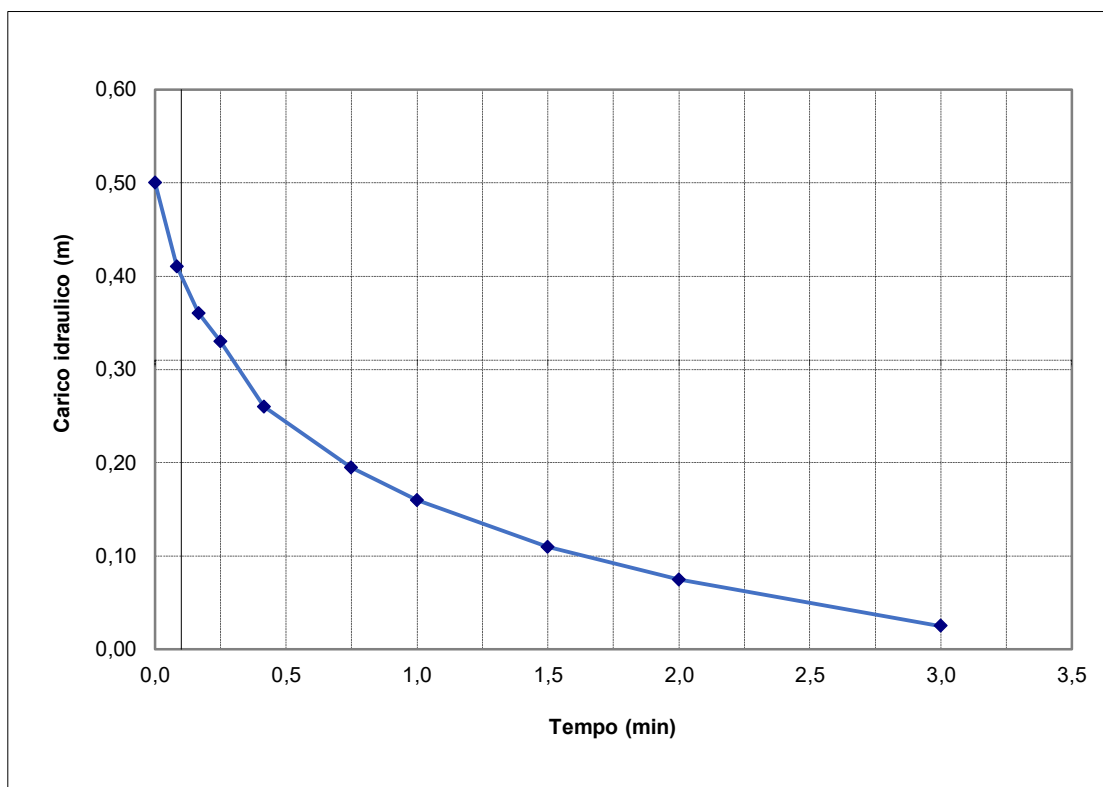


## Prova di permeabilità in pozzetto a carico variabile

### DATI IDENTIFICATIVI DELLA PROVA

|                  |                                |
|------------------|--------------------------------|
| Committente      | Mak S.p.A.                     |
| Località         | Carpenedolo (BS) - Via 8 Marzo |
| Data             | 08/06/2021                     |
| Profondità prova | 3 m                            |
| Operatore        | Dr. F. Panzerini               |

| Tempo (min) | Livello dell'acqua (m) |
|-------------|------------------------|
| 0,0         | 0,500                  |
| 0,1         | 0,410                  |
| 0,2         | 0,360                  |
| 0,3         | 0,330                  |
| 0,4         | 0,260                  |
| 0,8         | 0,195                  |
| 1,0         | 0,160                  |
| 1,5         | 0,110                  |
| 2,0         | 0,075                  |
| 3,0         | 0,025                  |



|                           |  |                     |
|---------------------------|--|---------------------|
| Diametro del pozzetto (m) |  | Permeabilità (m/s)  |
| 0,195                     |  | 6,13E-05            |
|                           |  | Permeabilità (cm/s) |
|                           |  | 6,13E-03            |