



# GB&PARTNERS

SERVIZI E PROGETTI IMMOBILIARI

Via Varalli 37, 26845 Codogno (LO)

Telefono 0377 436099 - 0377 34691 - Fax 0377 436654

E-mail amministrazione@gbepartners.it - tecnico@gbepartners.it

www.gbepartners.it

REGISTRO IMPRESE DI LODI n°05966150962

PARTITA I.V.A. / C.F. 05966150962

C.S. € 11.111,10 IV



UNI EN ISO 9001:2015



UNI EN ISO 14001:2015



| N° | DATA | DESCRIZIONE MOTIVAZIONE DELL'AGGIORNAMENTO | STUDIO | DIS. |
|----|------|--|--------|------|
|----|------|--|--------|------|

|    |            |                 |  |  |
|----|------------|-----------------|--|--|
| 00 | 25-07-2024 | Prima emissione |  |  |
|----|------------|-----------------|--|--|

Il Progettista  
delle opere idrauliche



Il Direttore Lavori

L'Impresa

Il Committente

Progetto  
 **Variante del Piano Attuativo  
finalizzato all'attuazione  
delle previsioni conferite dal  
Documento di Piano  
all'Ambito di Trasformazione  
AT 1 - Ex Medaspan**

Committente  
**Officine Mak S.r.l.**  
Corso Europa n. 10  
Milano (MI) 20122

Scala

Data

25/07/2024

Tipo tavola  
ARCHITETTONICO

Serie  
PIANO ATTUATIVO

Titolo  
RELAZIONE IDRAULICA

Tavola nr.

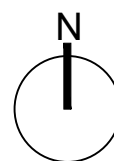
|      |     |
|------|-----|
| Tipo | ARC |
|------|-----|

|       |    |
|-------|----|
| Serie | PA |
|-------|----|

|        |  |
|--------|--|
| Numero |  |
|--------|--|

|     |    |
|-----|----|
| Agg | 00 |
|-----|----|

Orientamento





## Sommario

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1    | PREMESSA .....   | 1  |
| 2    | ANALISI PLUVIOMETRICA .....  | 3  |
| 2.1  | Calcolo delle curve di possibilità pluviometrica .....                             | 3  |
| 2.2  | Eventi pluviometrici di progetto .....   | 4  |
| 3    | INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....   | 6  |
| 3.1  | Inquadramento urbanistico .....  | 6  |
| 3.2  | Inquadramento geologico e idrogeologico .....                                      | 8  |
| 4    | VALUTAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA .....  | 12 |
| 4.1  | Inquadramento normativo.....   | 12 |
| 4.2  | Classificazione intervento per l'invarianza idraulica .....                        | 12 |
| 5    | ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO .....  | 15 |
| 6    | CALCOLO DEL PROCESSO DI LAMINAZIONE .....  | 22 |
| 6.1  | Portata in ingresso $Q_e$ .....  | 22 |
| 7    | DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELLE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA..... | 25 |
| 7.1  | Tempi di svuotamento .....   | 26 |
| 8    | NOTA SUL TRATTAMENTO DELLE ACQUE DA DILAVAMENTO .....                              | 27 |
| 9    | ADDUZIONE IDRICA .....   | 29 |
| 9.1  | Rete esistente adduzione idrica BrianzAcque .....                                  | 29 |
| 9.2  | Dimensionamento rete adduzione idrica.....   | 30 |
| 10   | FOGNATURA NERA .....   | 32 |
| 10.1 | Descrizione della soluzione progettuale.....                                       | 33 |

Variante del Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite  
dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 – Ex Medaspan  
Comune di Meda (MB)  
RELAZIONE IDRAULICA



## 1 PREMESSA

Il presente elaborato si prefigge come obiettivo la corretta progettazione idraulica per il progetto di intervento dell'Ambito di Trasformazione AT-1 – Ex Medaspan.

Nel seguito della relazione saranno esposte tutte le scelte, motivazioni e calcoli che hanno portato al dimensionamento di una rete di drenaggio per le acque bianche, il tutto in ottemperanza alla normativa vigente. Per la Regione Lombardia, tutte le opere comportanti una modifica della superficie in termini di grado di impermeabilità devono osservare i principi e le linee guida del Regolamento Regionale del 23/11/2017 – n. 7 così come modificato dal R.R. del 19/4/2019 – n. 8. Tali dettami hanno come base fondamentale i principi di invarianza idraulica e idrologica ossia il mantenimento dei valori di portata e di volume di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali al di sotto di quei valori esistenti precedentemente al processo di urbanizzazione. Questo deve essere attuato mediante strategie, tecnologie e buone pratiche (Best Management Practice) volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, diminuire gli apporti meteorici ai corpi idrici ricettori e ridurre il degrado qualitativo delle acque.

Nel caso in esame, l'area oggetto di intervento è sita nel Comune di Meda, situato nella Provincia di Monza e della Brianza, ed è indicata nella figura seguente.



*Figura 1-1. Inquadramento territoriale dell'area di intervento, a base ortofoto satellitare.*

Ai fini di individuare le idonee misure di invarianza idraulica ed idrologica previste per l'intervento si evidenzia che tale Comune rientra, secondo il sopracitato regolamento, nell'ambito territoriale A, ossia ad alta criticità idraulica.

All'interno della presente relazione idraulica saranno approfonditi i seguenti temi:

1. Analisi pluviometrica dell'area di riferimento;
2. Valutazione del sistema di invaso delle portate meteoriche di progetto e le relative misure necessarie a garantire l'invarianza idraulica ed idrologica dell'intervento, ai sensi della normativa vigente: Legge regionale 11 marzo 2005, n.12 "*Legge per il Governo del Territorio*", Legge Regionale 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*", Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n.7 "*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)*", pubblicato sul Supplemento al Bollettino Ufficiale di Regione Lombardia del 27 novembre 2017 n. 48, così come modificato e integrato dal r.r. n. 8 del 2019;
3. dimensionamento preliminare rete adduzione idrica;
4. dimensionamento preliminare rete acque reflue.

## 2 ANALISI PLUVIOMETRICA

L'analisi pluviometrica costituisce il punto di partenza per il calcolo delle portate e dei volumi di acqua meteorica in ingresso durante un evento di precipitazione, noti i quali si può procedere al dimensionamento delle strutture di raccolta, trasporto, accumulo e dispersione della stessa. Ai fini progettuali, tale analisi si svolge solitamente mediante le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica.

### 2.1 Calcolo delle curve di possibilità pluviometrica

Le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP), note anche come curve di possibilità pluviometrica o climatica, sono uno strumento applicativo finalizzato alla previsione e alla determinazione di eventi di precipitazione intensa utili all'identificazione delle maggiori sollecitazioni sul sistema idraulico considerato, in funzione del luogo e del tempo di ritorno.

Per il territorio in esame, sito in Regione Lombardia, è possibile utilizzare i dati forniti da ARPA Lombardia. ARPA Lombardia, nell'ambito del progetto STRADA, sulla base delle osservazioni delle piogge massime annue di fissata durata di 1, 2, 3, 6, 12 e 24 ore per 105 stazioni meccaniche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, ha svolto un'attività di caratterizzazione statistica del territorio regionale mediante un modello scala-invariante secondo la distribuzione probabilistica GEV (Generalized Extreme Value), che ha prodotto la parametrizzazione delle LSPP su 69 punti strumentati e da questi su tutto il territorio regionale tramite tecniche di estrapolazione geostatistica; questo servizio, in continuo aggiornamento, è attualmente operativo e accessibile su piattaforma webgis sul sito web istituzionale di ARPA (<http://idro.arpalombardia.it>).

La quantità di precipitazione (espressa in termini di altezza) che va a sollecitare il sistema, molto variabile nel tempo e nello spazio, non può che essere considerata come una variabile casuale che, quindi, deve essere stimata in relazione ad un livello di probabilità "P" che essa ha di non essere superata, o meglio in relazione ad un periodo di tempo (tempo di ritorno) che intercorre mediamente tra due eventi nei quali il valore di tale altezza di pioggia, di assegnata durata, è superato:

$$T = \frac{1}{1 - P}$$

Le LSPP, ognuna delle quali è ottenuta in corrispondenza di un preordinato tempo di ritorno T, descrivono la variabile casuale "massima altezza annuale di precipitazione di assegnata durata" e vengono in genere approximate con espressioni del tipo:

$$\begin{aligned} h &= a_1 \cdot w_T \cdot D^n \\ i &= a_1 \cdot w_T \cdot D^{n-1} \\ w_T &= \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\} \end{aligned}$$

dove h rappresenta l'altezza di una pioggia, i il corrispondente tasso istantaneo, D è la durata,  $a_1$  è il coefficiente pluviometrico orario,  $w_T$  è il fattore di crescita in frequenza, distribuito secondo la funzione GEV e funzione del tempo di ritorno dell'evento, n è

l'esponente della curva (parametro di scala),  $\alpha$ ,  $\varepsilon$  e  $k$  sono i parametri delle leggi probabilistiche GEV adottate.

I parametri sopracitati assumono, per l'area di interesse, i valori indicati nella tabella a seguire.

*Tabella 2-1. Parametri idrologici ricavati dal sito ARPA per la costruzione della legge di possibilità pluviometrica o climatica per periodo 1-24 ore.*

|               |         |
|---------------|---------|
| $a_1$         | 31.73   |
| $n$           | 0.3163  |
| $\alpha$      | 0.2919  |
| $\kappa$      | -0.0093 |
| $\varepsilon$ | 0,8286  |

L'applicazione dei parametri precedenti fornisce i valori di  $a$  ed  $n$  in funzione del tempo di ritorno, specifici per l'area di interesse, della Tabella 2-2.

*Tabella 2-2. Tabella riassuntiva dei parametri  $a$  ed  $n$  in funzione del tempo di ritorno per precipitazioni orarie.*

| Tr  | 2      | 5      | 10     | 20     | 30     | 50     | 100    | 200    |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $a$ | 29.69  | 40.28  | 47.35  | 54.18  | 58.14  | 63.09  | 69.82  | 76.57  |
| $n$ | 0.3118 | 0.3118 | 0.3118 | 0.3118 | 0.3118 | 0.3118 | 0.3118 | 0.3118 |

Essendo  $a = a_1 w_T$ .

In questo modo sono disponibili i parametri  $a$  ed  $n$  della legge di possibilità pluviometrica nella forma:

$$h = a D^n$$

dalla quale è possibile ricavare le portate generate da eventi caratterizzati da un prefissato tempo di ritorno. Poiché tali parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia si riferiscono generalmente a durate di pioggia superiori all'ora, per le durate inferiori all'ora si possono utilizzare, in carenza di dati specifici, tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro  $n$  per il quale si indica il valore  $n = 0.5$  in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.

## 2.2 Eventi pluviometrici di progetto

La scelta del tempo di ritorno di progetto, qualora non diversamente specificato, si basa in genere su considerazioni di carattere tecnico-economico, accettando a priori un rischio non nullo, ovvero accettando che durante gli  $N$  anni di esercizio della fognatura in esame possano anche verificarsi insufficienti condizioni di deflusso.

In riferimento al calcolo dei volumi d'invaso da rendere necessari al fine di garantire il rispetto dell'invarianza idraulica ed idrologica dell'intervento, sulla base di quanto definito dal Regolamento Regionale 23 novembre 2017 e s.m.i., come in seguito verrà analizzato, per la definizione dei volumi d'invaso compensativi degli effetti di impermeabilizzazione indotti con le future opere edili e di viabilità previste, saranno inoltre considerati i seguenti tempi di ritorno:

- **Tempo di ritorno di 50 anni:** tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di laminazione e infiltrazione;
- **Tempo di ritorno di 100 anni:** tempo di ritorno da adottare per la verifica del grado sicurezza delle opere come sopra dimensionate. Tale verifica è mirata a valutare che, in presenza di un evento con T 100, non si determinino esondazioni che arrechino danni a persone o a cose, siano esse le opere stesse o le strutture presenti nell'intorno.

Si riportano in seguito le altezze di precipitazione totale (in mm), per varie durate di pioggia, e l'intensità media di pioggia (in mm/ora) calcolate dalle leggi di possibilità pluviometrica relative a TR20 anni e TR50 anni.

*Tabella 2-3. Altezza di precipitazione totale e intensità di pioggia media espresse rispettivamente in millimetri e millimetri all'ora per varie durate di pioggia per i Tr = 20 e 50 anni, tempi di ritorno adottati nella progettazione delle reti di collettamento acque meteoriche e definizione dei volumi d'invaso necessari all'invarianza idraulica ed idrologica dell'intervento.*

| TEMPO DI PIOGGIA | TEMPO DI PIOGGIA | ALTEZZA DI PRECIPITAZIONE | INTENSITA'            | TEMPO DI PIOGGIA | TEMPO DI PIOGGIA | ALTEZZA DI PRECIPITAZIONE | INTENSITA'            |
|------------------|------------------|---------------------------|-----------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------------|
|                  |                  |                           |                       |                  |                  |                           |                       |
| <i>minuti</i>    | <i>ore</i>       | <i>millimetri</i>         | <i>millimetri/ora</i> | <i>minuti</i>    | <i>ore</i>       | <i>millimetri</i>         | <i>millimetri/ora</i> |
| 5                | 0.083333         | 16                        | 188                   | 5                | 0.083333         | 18                        | 219                   |
| 10               | 0.166667         | 22                        | 133                   | 10               | 0.166667         | 26                        | 155                   |
| 15               | 0.25             | 27.09                     | 108.370               | 15               | 0.25             | 31.55                     | 126                   |
| 25               | 0.416667         | 35                        | 84                    | 25               | 0.416667         | 41                        | 98                    |
| 45               | 0.75             | 47                        | 63                    | 45               | 0.75             | 55                        | 73                    |
| 60               | 1                | 54                        | 54                    | 60               | 1                | 63                        | 63                    |
| 90               | 1.5              | 62                        | 41.07                 | 90               | 1.5              | 72                        | 48                    |
| 120              | 2                | 67                        | 34                    | 120              | 2                | 79                        | 39                    |
| 180              | 3                | 77                        | 26                    | 180              | 3                | 89                        | 30                    |
| 210              | 3.5              | 81                        | 23                    | 210              | 3.5              | 94                        | 27                    |
| 360              | 6                | 96                        | 15.917                | 360              | 6                | 111                       | 19                    |
| 540              | 9                | 109                       | 12.063                | 540              | 9                | 126                       | 14                    |
| 720              | 12               | 119                       | 10                    | 720              | 12               | 138                       | 12                    |
| 1200             | 20               | 140                       | 7                     | 1200             | 20               | 163                       | 8                     |



### 3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

#### 3.1 Inquadramento urbanistico

Nei pressi dell'area in esame è presente un pozzo ad uso non idropotabile che, come da estratto della cartografia riportata, non costituisce una zona di tutela assoluta. Il codice di riferimento del pozzo è ME8.

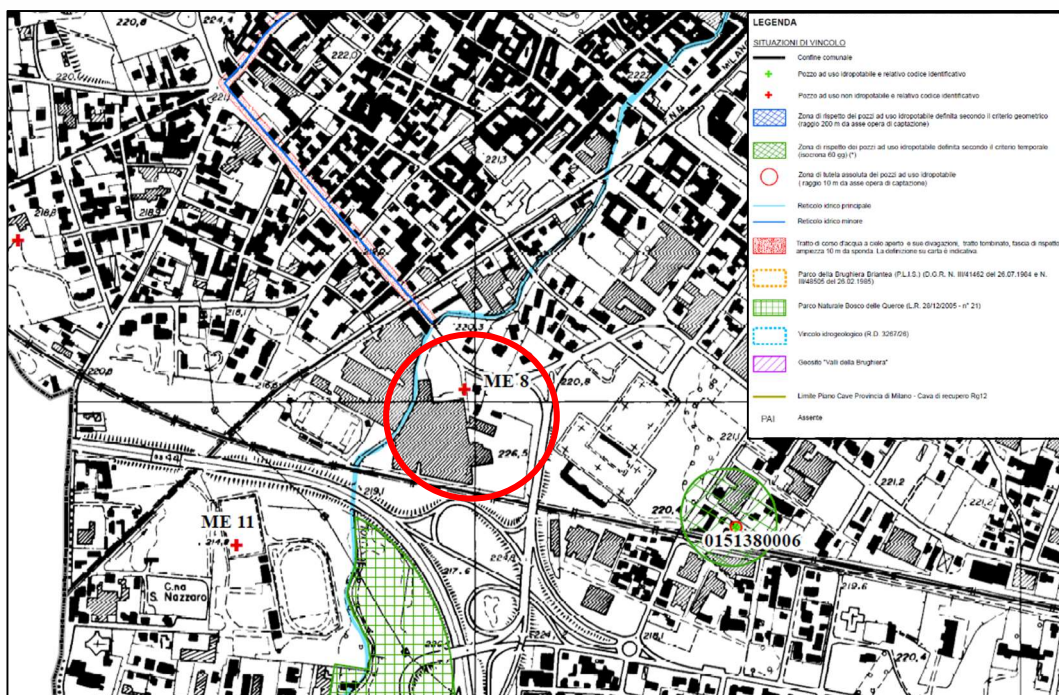


Figura 3-1. Estratto carta dei vincoli delle cautele del PGT con indicato in rosso l'area oggetto di intervento.

Consultando l'Allegato 3 – Individuazione del reticolo idrico principale confronto stato di fatto – base catastale del Comune di Meda (MB), si osserva che l'area di intervento è tagliata nord-sud dalla Roggia Traversi che viene definita come *tratto demaniale identificato su base catastale non computato quale reticolo idrico minore in quanto privo di riscontro sul terreno o di funzionalità idraulica per il quale viene proposta la sdemanializzazione*. Inoltre, ad ovest dell'area è presente il Torrente Terrò che non interferisce con le opere di progetto.

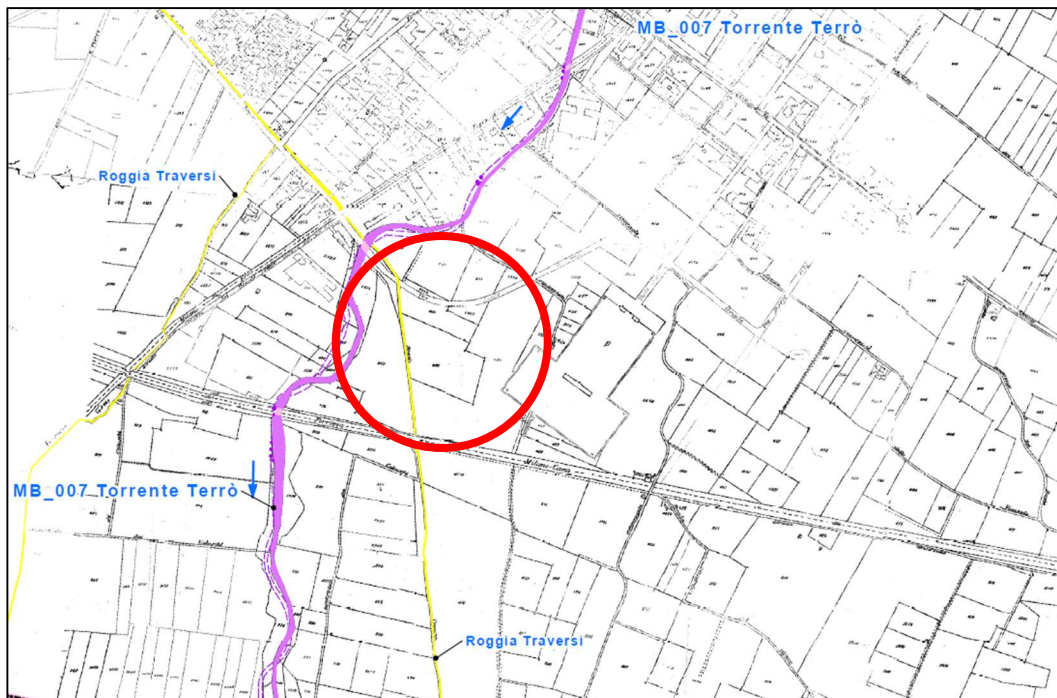


Figura 3-2. Estratto Allegato 3 – Individuazione del reticolo idrico principale minore confronto stato di fatto – base catastale del Comune di Meda (MB) con individuazione in rosso dell'area di intervento.

Dall'estratto della carta dei vincoli ambientali e infrastrutturali del PGT, si osserva che il Torrente Terrò crea una fascia di rispetto di 10 metri dal ciglio spondale. Inoltre, a sud dell'area insiste una fascia di rispetto ferroviario di 30 metri. Si fa presente che, all'interno di questa fascia di rispetto ferroviario, è stata prevista una dorsale di raccolta delle acque di piattaforma ed i contributi meteorici saranno scaricati per infiltrazione al di fuori della fascia di rispetto.

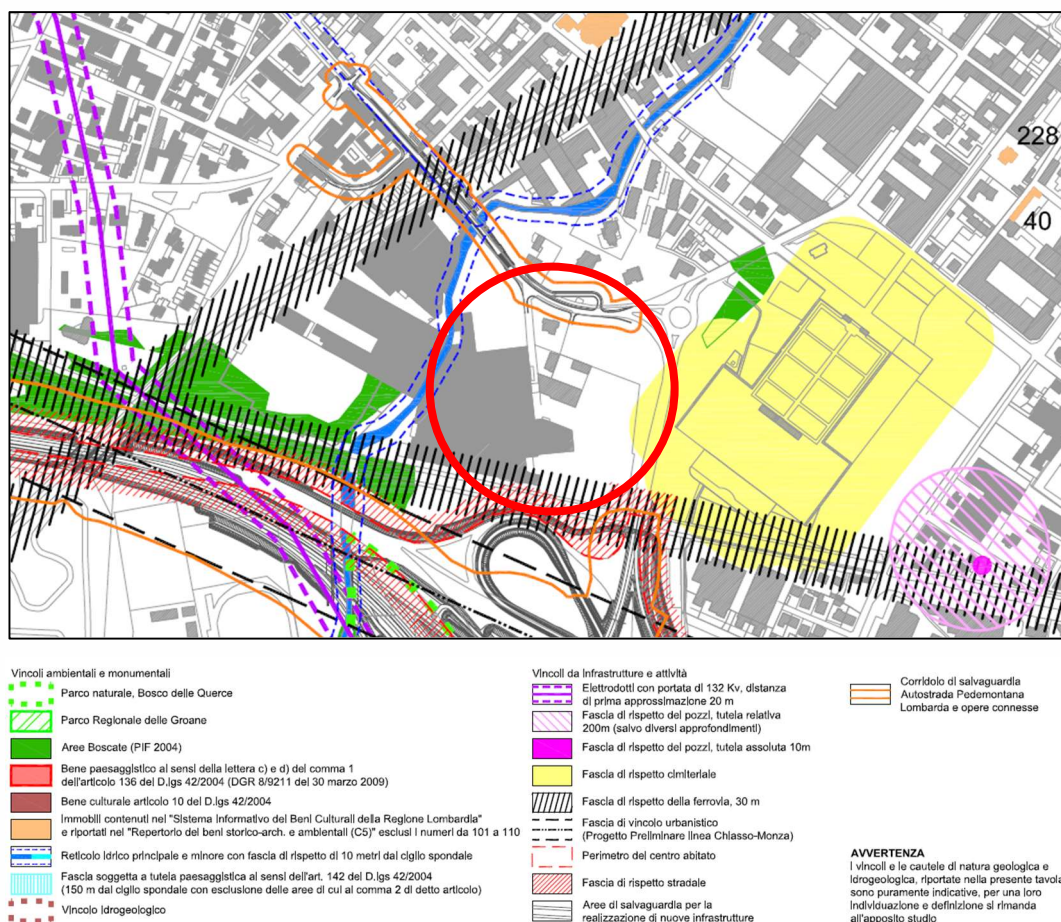


Figura 3-3. Estratto Vincoli ambientali e infrastrutturali del PGT del comune di Meda (MB) con individuazione in rosso dell'area di intervento.

### 3.2 Inquadramento geologico e idrogeologico

Il Comune di Meda è situato in Provincia di Monza e della Brianza, circa 23 km a nord di Milano.

Si estende grosso modo con direzione allungata NW-SE, su di un'area complessiva di circa 8.3 Km<sup>2</sup>; i comuni confinanti, partendo da nord in senso orario sono: Cabiato (Provincia di Como), Seregno, Seveso, Barlassina e Lentate sul Seveso (Provincia di Monza e della Brianza).

Le quote altimetriche sono comprese fra circa 214 m s.l.m. del settore sud-occidentale in località Cascina San Nazario e 270 m s.l.m. del quadrante nord-occidentale in località Quattro Strade.

Il territorio si articola in due settori morfologici distinti: la porzione settentrionale è caratterizzata dalla presenza dei terrazzi mindeliani (quota media 250 m s.l.m.) sospesi di



una trentina di metri rispetto al livello della pianura di cui fa parte il settore centro-meridionale.

Analizzando la *Carta di inquadramento geologico* del PGT del comune di Meda (MB), si osserva che l'area di intervento è caratterizzata da *depositi francamente ghiaioso-sabbiosi, localmente argilloso-limosi per lo più in corpi lentiformi di limitata estensione e spessore, con superficie di alterazione assente o poco evoluta. L'unità di pedo-paesaggio corrisponde a quella delle valli alluvionali oloceniche, più precisamente delle piane alluvionali inondabili recenti dei corsi d'acqua principali, a pendenza media dell'1% (a substrato da limoso a ghiaioso non calcareo e suoli molto profondi con scheletro scarso in superficie, più abbondante in profondità, tessitura media in superficie e moderatamente grossolana in profondità, drenaggio buono e permeabilità moderata) ed in parte a quella subpianeggiante della piana fluvio-glaciale e fluviale dell'alta pianura ghiaiosa con pendenza media del 0,6% (a substrato ciottoloso ghiaioso e matrice sabbiosa, calcarea, con suoli da moderatamente profondi a profondi, limitati da orizzonti fortemente calcarei e a tessitura contrastante, tessitura media o moderatamente grossolana, scheletro abbondante, con drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderata).*

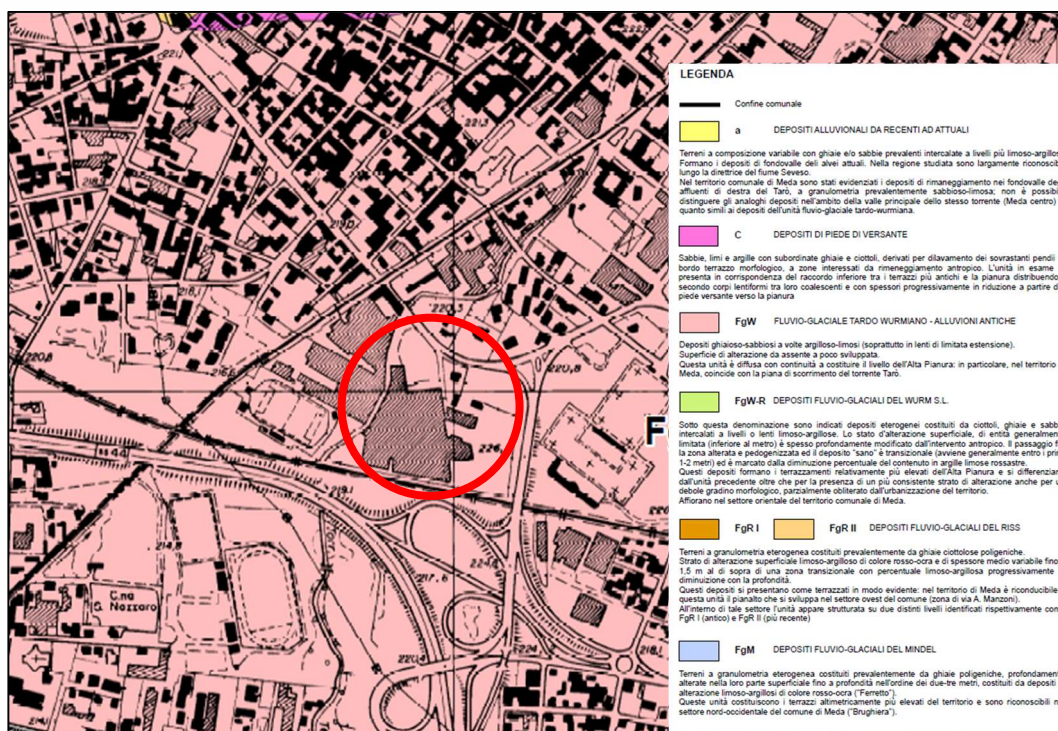


Figura 3-4. Estratto dalla carta di inquadramento geologico; in rosso l'area oggetto di intervento.

Da un punto di vista idrogeologico, la cartografia di PGT indica una piezometria media compresa tra 185 e 190 s.l.m. con soggiacenza variabile tra circa 50-55 m nella porzione settentrionale del pianalto a "Ferretto" a circa 30 m in corrispondenza della zona pianeggiante meridionale, e direzione NE-SW.

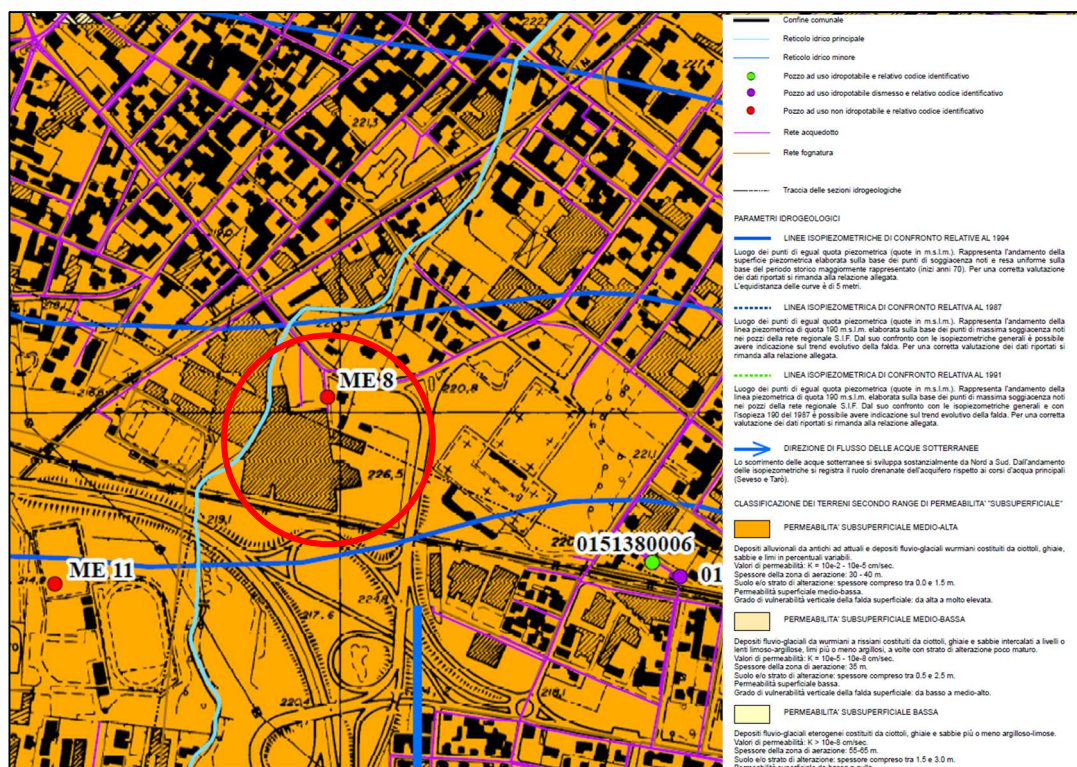


Figura 3-5. Estratto Carta di inquadramento idrogeologico PGT; evidenziata in rosso l'area oggetto di intervento.

L'inquadramento geologico, idrogeologico e geomorfologico dell'area in esame, utile alla definizione degli aspetti di interesse per il progetto idraulico, è desunto dallo studio redatto nel aprile 2021, a firma del dott. geol. Alessandro Ratazzi.

Per avere conferma delle caratteristiche idrogeologiche e di permeabilità del sito sono state effettuate alcune prove di smaltimento/dispersione in scavi esplorativi fino alla profondità di 3.5 metri circa.

Dopo una prima fase di saturazione dei terreni oggetto di prova, sono stati immessi circa 6-7 mc di acqua mediante cisterna e sono stati misurati a intervalli regolari gli abbassamenti in ciascun scavo: in questo modo è stato possibile determinare in modo sperimentale il coefficiente di permeabilità del terreno naturale in posto.



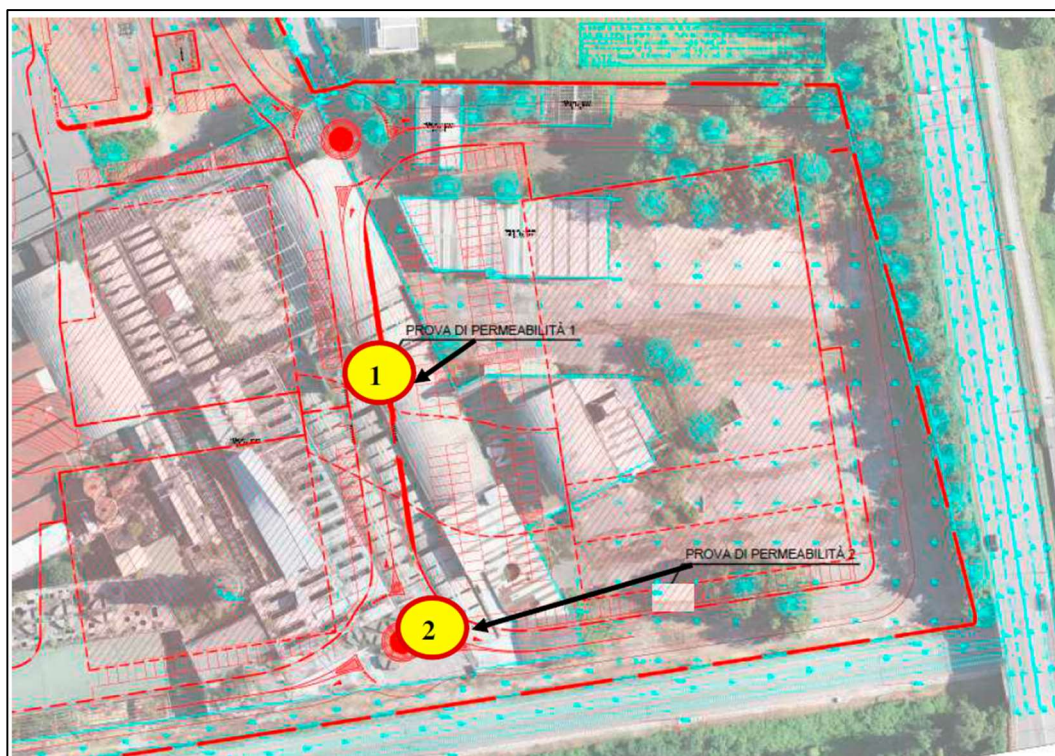


Figura 3-6. Posizione delle prove effettuate.

Dalle prove sono stati rilevati i seguenti valori di permeabilità:

Scavo **1**

|                      |          |        |
|----------------------|----------|--------|
| Lato                 | 3.5      | m      |
| Lato                 | 4.6      | m      |
| Profondità           | 3.5      | m      |
| H1                   | 0.3      | m      |
| H0                   | 0        | m      |
| Hm medio             | 0.15     | m      |
| altezza dispersa     | 0.3      | m      |
| volume disperso      | 4.83     | mc     |
| tempo                | 12       | minuti |
| portata              | 6.71E-03 | mc/s   |
| permeabilità         | 4.17E-04 | m/s    |
| permeabilità (2)     | 1.12E-04 | m/s    |
| permeabilità (media) | 2.64E-04 | m/s    |

Scavo **2**

|                      |          |        |
|----------------------|----------|--------|
| Lato                 | 2.8      | m      |
| Lato                 | 4.8      | m      |
| Profondità           | 3.5      | m      |
| H1                   | 0.3      | m      |
| H0                   | 0        | m      |
| Hm medio             | 0.15     | m      |
| altezza dispersa     | 0.3      | m      |
| volume disperso      | 4.032    | mc     |
| tempo                | 36       | minuti |
| portata              | 1.87E-03 | mc/s   |
| permeabilità         | 1.39E-04 | m/s    |
| permeabilità (2)     | 3.69E-05 | m/s    |
| permeabilità (media) | 8.79E-05 | m/s    |

Nella relazione che segue saranno adottati dei sistemi di infiltrazione considerando un coefficiente di permeabilità cautelativo pari a  $3.69 \times 10^{-5}$  m/s che sarà ridotto di un fattore di sicurezza pari a 2.

Si sottolinea che, come indicato anche nel capitolo *Metodologie di calcolo dei processi di infiltrazione* riportato nella RR 7/2017, nella fase di progettazione successiva sarà necessario eseguire delle prove con il metodo Lefranc (a livello variabile) ad una profondità pari al fondo al fine di determinare con più precisione il coefficiente di permeabilità (K) ed il livello della falda.

## 4 VALUTAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA

### 4.1 Inquadramento normativo

Si elencano di seguito le principali normative che regolano lo smaltimento delle acque meteoriche in Regione Lombardia, sottolineando il particolare il regolamento regionale 7/2017 (denominato R.R.7 per brevità in seguito):

Decreto del Presidente della Repubblica n° 380, 6 giugno 2001, Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;

Legge Regionale 11 marzo 2005, N. 12 e s.m.i. - Legge per il Governo del Territorio;

Legge Regionale 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.

Regolamento Regionale n° 4, 24 marzo 2006, recante “Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26”.

Regolamento Regionale n° 7, 24 aprile 2006, recante “Norme tecniche per la costruzione delle strade”.

Regolamento Regionale n° 7, 23 novembre 2017, 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)” e s.m.i.

Regolamento Regionale n° 8, 19 aprile 2019, recante “Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. 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')”

### 4.2 Classificazione intervento per l'invarianza idraulica

Il concetto di invarianza idraulica presuppone la realizzazione, nelle aree che subiranno una perdita di permeabilità a seguito delle trasformazioni in progetto, di interventi il cui scopo è quello di mantenere invariata la portata superficiale defluente verso l'esterno. Questo risultato si può ottenere agevolando l'infiltrazione nel terreno dei volumi idrici in eccesso, rispetto alle condizioni pre-trasformazione, o laminando le portate. Quest'ultimo caso si opera realizzando vasche di accumulo temporaneo, la cui funzione è quella di trattenere l'acqua che defluisce in superficie durante gli eventi meteorici, per poi rilasciarla in rete gradualmente con una portata prestabilita.

Le tipologie d'intervento per ottenere l'invarianza idraulica sono principalmente quattro:

1. vasche di laminazione permeabili o impermeabili;
2. aree verdi ribassate;
3. trincee drenanti;
4. pozzi filtranti.

Secondo il comma 3, art.7 del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 – n. 7 della Regione Lombardia, l'intero territorio regionale è stato suddiviso in diverse aree in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori. Tali aree sono le seguenti:

- aree A, ovvero ad alta criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, ricadenti, anche parzialmente, nei bacini idrografici elencati nell'allegato B;
- aree B, ovvero a media criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, non rientranti nelle aree A e ricadenti, anche parzialmente, all'interno dei comprensori di bonifica e irrigazione;
- aree C, ovvero a bassa criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, non rientranti nelle aree A e B.

La figura seguente riporta un estratto dell'Allegato C, che mostra l'“*Elenco dei Comuni ricadenti nelle aree ad alta, media e bassa criticità idraulica, ai sensi dell'art. 7 del regolamento*”.

Figura 4-1. Allegato C - Elenco dei Comuni ricadenti nelle aree ad alta (A), media (B) e bassa (C) criticità idraulica, ai sensi dell'art. 7 del Regol. reg. 23/11/2017 (Lombardia).

|      |    |   |   |
|------|----|---|---|
| MEDA | MB | A | 1 |
|------|----|---|---|

Quindi, secondo l'Allegato C, il Comune di Meda ricade in criticità idraulica alta A. A seconda della classe in cui il Comune ricade, l'art. 8 del R.R. 23/11/2017 (Lombardia), di seguito riportato, indica la portata scaricabile nei ricettori deve essere limitata ad un valore massimo ammissibile.

Infatti, l'art.8 richiama quanto segue:

*“1. Gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e comunque entro i seguenti valori massimi ammissibili ( $U_{lm}$ ):*

*a) per le aree A di cui al comma 3 dell'articolo 7: 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;*

*b) per le aree B di cui al comma 3 dell'articolo 7: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;*

*c) per le aree C di cui al comma 3 dell'articolo 7: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.*

*2. Il gestore del ricettore può imporre limiti più restrittivi di quelli di cui al comma 1, qualora sia limitata la capacità idraulica del ricettore stesso ovvero ai fini della funzionalità del sistema di raccolta e depurazione delle acque reflue. [...]”.*

[...]

5. Al fine di contribuire alla riduzione quantitativa dei deflussi di cui all'articolo 1, comma 1, le portate degli scarichi nel ricettore, provenienti da sfioratori di piena delle reti fognarie unitarie o da reti pubbliche di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento, relativamente alle superfici scolanti, ricadenti nelle aree A e B di cui all'articolo 7, già edificate o urbanizzate e già dotate di reti fognarie, sono limitate mediante l'adozione di interventi atti a contenerne l'entità entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore e comunque entro il valore massimo ammissibile di 40 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile, fuorché per gli scarichi direttamente recapitanti nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio, che non sono soggetti a limitazioni della portata.

Inoltre, ai sensi dell'art. 9 del R.R. n. 7/2017 “ai fini dell'individuazione delle diverse modalità di calcolo dei volumi da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica, gli interventi (omissis) richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica sono suddivisi nelle classi di cui alla tabella 1, a seconda della superficie interessata dall'intervento, (omissis). Ai fini della definizione della superficie interessata dall'intervento, lo stesso deve essere considerato nella sua unitarietà e non può essere frazionato”.

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

Figura 4-2. Classificazione delle misure di intervento di invarianza idraulica a seconda della superficie oggetto di intervento, coefficiente di deflusso e quindi grado di impermeabilizzazione e classe di criticità idraulica dell'area.



## 5 ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO

Al fine di valutare l'estensione della superficie interessata dall'intervento che è stata soggetta all'individuazione di misure di invarianza idraulica ed idrologica di seguito si riportano con colori diversi gli interventi previsti da progetto.

L'intervento riguarda il programma di riqualificazione per il recupero dell'area Ex Medaspan, in un lotto appartenente all'ambito di trasformazione AT1 a Meda.

L'intervento prevede la realizzazione di nuovi edifici con destinazione d'uso terziario per un totale di 6 edifici, la realizzazione di una pista ciclopedonale ad ovest dell'area di intervento e una rete stradale di collegamento a nord con via L. Cadorna e a sud-ovest con via Luigi Busnelli.

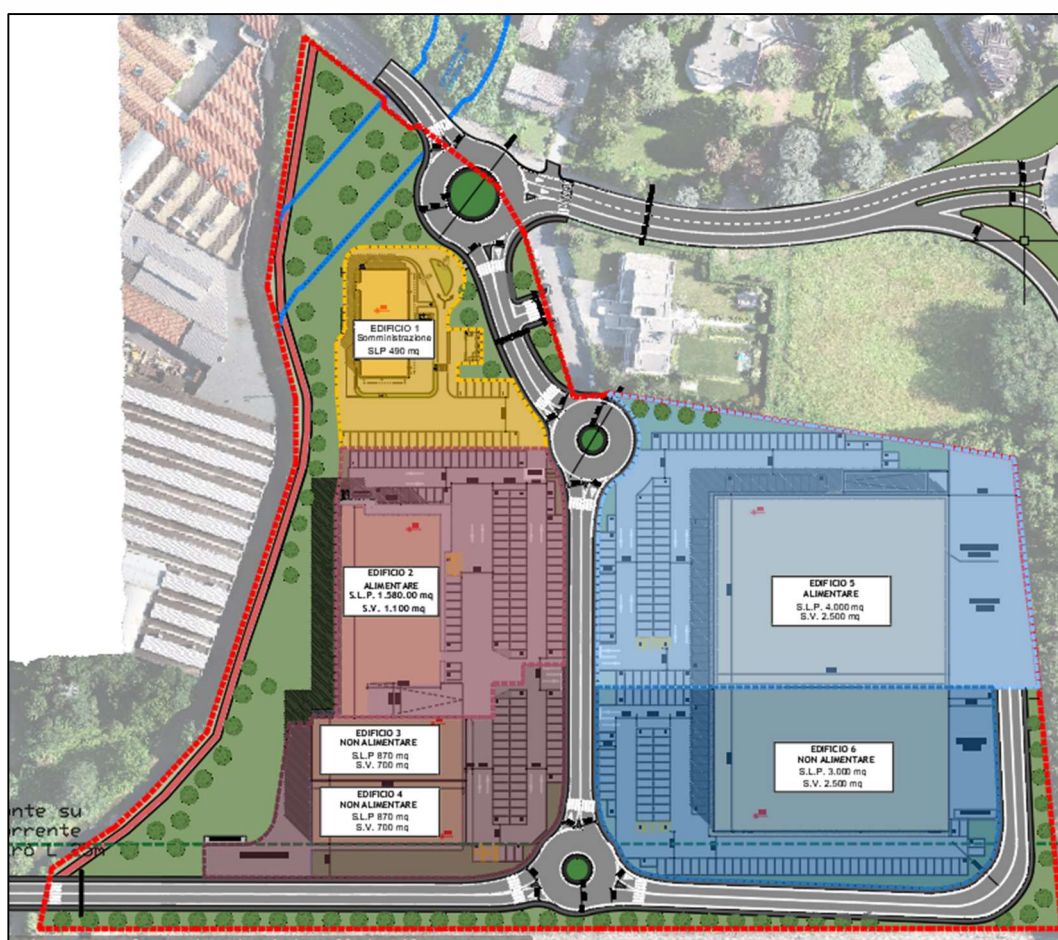


Figura 5-1. Aree di intervento di progetto indicate ai fini idraulici.

Di fondamentale importanza, pertanto, risulta definire correttamente la superficie interessata dall'intervento, tenendo conto nelle indicazioni normative richieste dal legislatore di dover valutare l'intervento nella sua unitarietà e non nelle sue parti.

A tal fine si richiamano i seguenti commi relativi all'articolo 3, recante "*Interventi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica*":

1. *Gli interventi tenuti al rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica di cui all'articolo 58 bis, comma 2, della l.r. 12/2005, sono specificati nei seguenti commi. Alcuni degli interventi di cui al precedente periodo sono rappresentati negli schemi esemplificativi di cui all'Allegato A<sup>(1)</sup>.*

2. *Nell'ambito degli interventi edilizi di cui al Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia), sono soggetti all'applicazione del presente regolamento gli interventi:*

*a) di ristrutturazione edilizia, come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001, solo se consistono nella demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento della superficie coperta dell'edificio demolito; ai fini del presente regolamento, non si considerano come aumento di superficie coperta gli aumenti di superficie derivanti da interventi di efficientamento energetico che rientrano nei requisiti dimensionali previsti al primo periodo dell'articolo 14, comma 6, del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102 (Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE);*

*b) di nuova costruzione, così come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001, compresi gli ampliamenti; sono escluse le sopraelevazioni che non aumentano la superficie coperta dell'edificio;*

*c) di ristrutturazione urbanistica, così come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera f), del d.p.r. 380/2001;*

*d) relativi a opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni, anche per le aree di sosta, di cui all'articolo 6, comma 1, lettera e-ter), del d.p.r. 380/2001, con una delle caratteristiche che seguono:*

*1. di estensione maggiore di 150 mq;*

*2. di estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del presente comma o di cui al comma 3;*

*e) pertinenziali che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20 per cento del volume dell'edificio principale, con una delle caratteristiche che seguono:*

*1. di estensione maggiore di 150 mq;*

*2. di estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del presente comma.*

2 bis. *Sono inoltre soggetti all'applicazione del presente regolamento gli interventi relativi alla realizzazione di:*

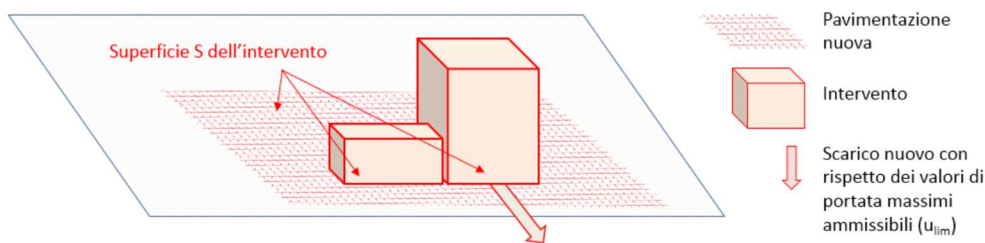
*a) parcheggi, aree di sosta e piazze, con una delle caratteristiche che seguono:*



1. estensione maggiore di 150 mq;
2. estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del comma 2;
- b) aree verdi sovrapposte a nuove solette comunque costituite, qualora facenti parte di un intervento di cui al comma 2 o alla lettera a) del presente comma.

Pertanto si evidenzia la necessità di prevedere l'applicazione di misure di invarianza idraulica ed idrologica degli ambito terziario comprensivi di parcheggi, aree di sosta e piazze previste nel presente intervento, in particolare per gli edifici 1, 2, 3, 4, 5 e 6 previsti da progetto.

## 2. Interventi di **nuova costruzione** [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001]



1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

Figura 5-2. Figura 2 relativa all'Allegato A del R.R. n. 7/2017.

Si evidenzia, inoltre, quanto segue:

3. *Nell'ambito degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, assoggettati ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, sono esclusi dall'applicazione del presente regolamento:*

a) *gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete ciclopeditone, stradale e autostradale;*

b) *gli interventi di ammodernamento, definito ai sensi dell'articolo 2 del regolamento regionale 24 aprile 2006, n. 7 (Norme tecniche per la costruzione delle strade), ad eccezione della realizzazione di nuove rotonde di diametro esterno superiore ai 50 metri su strade diverse da quelle di tipo "E – strada urbana di quartiere", "F – strada locale" e "F-bis – itinerario ciclopeditone", così classificate ai sensi dell'articolo 2 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo codice della strada);*

c) *gli interventi di potenziamento stradale, così come definito ai sensi dell'articolo 2 del r.r. 7/2006, per strade di tipo "E – strada urbana di quartiere", "F – strada*

*locale” e “F-bis – itinerario ciclopedonale”, così classificate ai sensi dell'articolo 2 del d.lgs. 285/1992;*

*d) la realizzazione di nuove strade di tipo “F-bis – itinerario ciclopedonale”, così classificate ai sensi dell'articolo 2 del d.lgs. 285/1992(4).*

La pista ciclopedonale di progetto posizionata ad ovest dell'area di intervento è esclusa dall'applicazione del R.R. n. 7/2017.

Inoltre:

*7 bis. Non sono soggetti all'applicazione del presente regolamento, in particolare:*

*a) gli interventi di cui all'articolo 3, comma 1, lettere a), b) e c), del d.p.r. 380/2001;*

*b) gli interventi di demolizione e ricostruzione e gli interventi di ripristino di edifici crollati o demoliti di immobili sottoposti a vincoli ai sensi del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137), solo se tali interventi di ricostruzione e ripristino non aumentano la superficie coperta dell'edificio crollato o demolito;*

*c) gli interventi relativi alla realizzazione di aree verdi di qualsiasi estensione, se non sovrapposte a nuove solette comunque costituite e se prive di sistemi di raccolta e convogliamento delle acque, anche se facenti parte di un intervento di cui ai commi 2, 2 bis lettera a), e 3;*

*d) le strutture di contenimento di acqua o altri liquidi realizzati a cielo libero, quali piscine, bacini, vasche di raccolta reflui, specchi d'acqua, fontane, ad esclusione delle opere realizzate ai fini del presente regolamento(8).*

Le aree attorno ai vari edifici di progetto allo stato di progetto saranno caratterizzate da aree verdi; pertanto, ai sensi dei precedenti articoli, si evidenzia che le aree verdi sono escluse dall'applicazione del R.R. n. 7/2017.

Sono stati analizzati i vari comparti in modo indipendente così da mantenere i sistemi di infiltrazione separati tra loro per ogni edificio. Si riporta nel seguito l'analisi relativa allo stato di progetto.

Tabella 5-1. Configurazione sottobacini di progetto, indicata ai fini idraulici.

| STATO DI PROGETTO - EDIFICIO 1     |               |           |
|------------------------------------|---------------|-----------|
| Tipologia del suolo                | superficie mq | $\varphi$ |
| Impermeabili                       | 2514.4        | 1.00      |
| Semipermeabili                     | 0             | 0.70      |
| Permeabili                         | 71.58         | 0.30      |
| Totale area                        | 2585.98       | 0.98      |
| STATO DI PROGETTO - EDIFICIO 2     |               |           |
| Tipologia del suolo                | superficie mq | $\varphi$ |
| Impermeabili                       | 5045.93       | 1.00      |
| Semipermeabili                     | 0             | 0.70      |
| Permeabili                         | 40.33         | 0.30      |
| Totale area                        | 5086.26       | 0.99      |
| STATO DI PROGETTO - EDIFICIO 3 e 4 |               |           |
| Tipologia del suolo                | superficie mq | $\varphi$ |
| Impermeabili                       | 3834.01       | 1.00      |
| Semipermeabili                     | 0             | 0.70      |
| Permeabili                         | 522.28        | 0.30      |
| Totale area                        | 4356.29       | 0.92      |

**STATO DI PROGETTO - EDIFICIO 5**

| <i>Tipologia del suolo</i> | <i>superficie mq</i> | <i><math>\varphi</math></i> |
|----------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Impermeabili               | 9052.37              | 1.00                        |
| Semipermeabili             | 0                    | 0.70                        |
| Permeabili                 | 597.09               | 0.30                        |

|                    |             |             |
|--------------------|-------------|-------------|
| <b>Totale area</b> | <b>9649</b> | <b>0.96</b> |
|--------------------|-------------|-------------|

**STATO DI PROGETTO - EDIFICIO 6**

| <i>Tipologia del suolo</i> | <i>superficie mq</i> | <i><math>\varphi</math></i> |
|----------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Impermeabili               | 6342.45              | 1.00                        |
| Semipermeabili             | 0                    | 0.70                        |
| Permeabili                 | 393.14               | 0.30                        |

|                    |                |             |
|--------------------|----------------|-------------|
| <b>Totale area</b> | <b>6735.59</b> | <b>0.96</b> |
|--------------------|----------------|-------------|

**STATO DI PROGETTO - OPERE DI URBANIZZAZIONE**

| <i>Tipologia del suolo</i> | <i>superficie mq</i> | <i><math>\varphi</math></i> |
|----------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Impermeabili               | 6832.44              | 1.00                        |
| Semipermeabili             | 0                    | 0.70                        |
| Permeabili                 | 189.28               | 0.30                        |

|                    |                |             |
|--------------------|----------------|-------------|
| <b>Totale area</b> | <b>7021.72</b> | <b>0.98</b> |
|--------------------|----------------|-------------|

Quindi, a fronte dell'analisi appena fatta, per il caso in esame, si ricade in classe di intervento 3 (impermeabilizzazione potenziale alta), in quanto la superficie totale dell'intervento comprensiva dell'ambito terziario, delle opere di urbanizzazione e della pista ciclopeditonale con le aree verdi, risulta essere circa 44.4 ha.

Ne deriva che, come evidenziato in Figura 5-3, il dimensionamento del sistema di invaso deve essere eseguito secondo la procedura dettagliata e rispettando il vincolo di volume minimo di invaso indicato rispettivamente all' art. 12 del R.R. e pari a  $800 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{IMP}}$ .

Essendo noto il valore di permeabilità del sottosuolo, ai sensi dell'art. 11 comma 2 lett. e) del Regolamento, è possibile ridurre del 30% il volume minimo di invaso da garantire. Ne deriva che il volume specifico minimo da garantire per l'invaso delle acque meteoriche è pari a  $560 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{IMP}}$ .

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

Figura 5-3. Classificazione delle misure di intervento di invarianza idraulica a seconda della superficie oggetto di intervento, coefficiente di deflusso e quindi grado di impermeabilizzazione e classe di criticità idraulica dell'area.

Tabella 5-2. Calcolo dei volumi di invaso minimi richiesti dal R.R.7.

| Ambito                  | Estensione totale [mq] | Coefficiente di deflusso medio di progetto | Volume minimo di invaso richiesto (ai sensi art. 9 del R.R. 7) scomputato del 30% | Volume minimo di invaso richiesto [mc] |
|-------------------------|------------------------|--|---|--|
| Edificio 1              | 2585.98                | 0.98                                       | 560 mc/ha   | 142                                    |
| Edificio 2              | 5086.26                | 0.98                                       |   | 283                                    |
| Edificio 3 e 4          | 4356.29                | 0.92                                       |   | 223                                    |
| Edificio 5              | 9649.46                | 0.96                                       |   | 517                                    |
| Edificio 6              | 6735.59                | 0.96                                       |   | 362                                    |
| Opere di urbanizzazione | 7021.72                | 0.98                                       |   | 386                                    |

## 6 CALCOLO DEL PROCESSO DI LAMINAZIONE

I parametri idrologici utilizzati ai fini del dimensionamento del bacino di invaso sono quelli validi per un tempo di ritorno  $T_r=50$  anni e di 100 anni per la verifica del grado di sicurezza delle opere (cifr. punto 4.2 art. 11 del Regolamento Regionale).

Il dimensionamento segue – con le opportune declinazioni in ciascun caso – la procedura di calcolo contenuta nell'allegato G del RR, ai sensi di quanto indicato all'art. 11, lett. e) del medesimo documento. La metodologia utilizzata prende il nome di *laminazione statica*.

Il processo di laminazione è descritto dalle seguenti equazioni:

- Equazione differenziale di continuità (o bilancio di massa)

$$Q_e(t) - Q_u = \frac{dW(t)}{dt}$$

- Legge di efflusso che governa le opere preposte allo scarico dall'invaso o in generale allo svuotamento del bacino

$$Q_u = k \cdot A$$

- Legge di invaso del bacino

$$W = W[h(t)]$$

in cui:

- $Q_e(t)$  [ $m^3/s$ ] rappresenta la portata in ingresso alla vasca mediante le diverse reti di drenaggio;
- $Q_u$  [ $m^3/s$ ] rappresenta la portata uscente dalla vasca, costante e coincidente con la portata di filtrazione determinata secondo la legge di Darcy, funzione della superficie drenante e del coefficiente di permeabilità del suolo;
- $W[h(t)]$  [ $m^3$ ] rappresenta il volume invasato all'interno della vasca e la legge di invaso è ricavabile dalle caratteristiche geometriche della vasca;
- $h(t)$  [m] rappresenta il relativo tirante idrico all'interno dello stesso.

La risoluzione del sistema di equazioni appena descritto si basa sulla definizione delle portate in ingresso al bacino e dei parametri geometrici, idrologici e idraulici. Il sistema viene integrato numericamente alle differenze finite, fissando un incremento temporale di 1 minuto ( $\Delta t=1$  min). Si risolvono le equazioni istante per istante, individuando i parametri che portano alla definizione dell'evento critico, ovvero l'evento meteorico che massimizza il volume invasato dal bacino.

### 6.1 Portata in ingresso $Q_e$

L'applicazione della procedura dettagliata per il dimensionamento della vasca di laminazione suggerisce l'utilizzo di un modello afflussi-deflussi che converta l'intensità dell'evento meteorico (ietogramma), espresso in mm/h, in un idrogramma di piena in corrispondenza della sezione prefissata.

Per il calcolo dell'idrogramma di piena in ingresso alla vasca si è scelto di considerare uno ietogramma costante, in quanto l'utilizzo dello ietogramma Chicago, suggerito in

ALLEGATO G del suddetto R.R. 23/11/2017, non fornisce risultati maggiormente severi nella massimizzazione del volume di invaso.

Utilizzando la LSPP relativa a un tempo di ritorno di 50 anni e di 100 anni per la verifica del grado di sicurezza delle opere, individuando per tentativi la durata critica, ovvero la durata di pioggia  $\theta$  che massimizza i volumi di invaso, è possibile calcolare lo ietogramma (lordo) e, a partire da esso, applicando il relativo coefficiente di afflusso  $\phi$ , lo ietogramma netto.

Il modello afflussi-deflussi scelto è il metodo della corrivazione con curva area-tempi lineare di cui se ne riporta la risoluzione analitica – possibile per lo ietogramma costante – nelle equazioni a seguire:

$$Q_e(t, \theta \geq t_c) \left[ \frac{m^3}{s} \right] = \int_0^t u(t-\tau) p(\tau) d\tau = Sp(t) * \begin{cases} \frac{t}{t_c} & t \leq t_c \\ 1 & t_c < t \leq \theta \\ \frac{t_c - (t - \theta)}{t_c} & \theta < t \leq \theta + t_c \\ 0 & t > \theta + t_c \end{cases}$$

dove  $\theta$  [s] è la durata della precipitazione,  $t_c$  [s] è il tempo di corrivazione,  $S$  [m<sup>2</sup>] è la superficie di drenaggio e  $p(t)$  [m/s] è il tasso di precipitazione netta.

Il tempo di corrivazione  $t_c$  è stato calcolato come somma del tempo di ingresso alla rete, funzione delle caratteristiche della superficie scolante, e il tempo di rete, ovvero il tempo di percorrenza nelle canalizzazioni lungo il percorso idraulicamente più lungo. Ipotizzando una condizione di moto uniforme lungo la rete, il tempo di percorrenza viene calcolato come segue.

$$t_R = \frac{1}{1.5} \sum \frac{L_i}{V_i}$$

Per tenere conto della variabilità nel tempo della precipitazione, che il metodo di corrivazione trascura portando a una sottostima della portata al colmo, si riduce il tempo di corrivazione di un fattore pari a 1/1.5.

Quindi, sono stati calcolati i volumi di invaso per i n. 6 ambiti attraverso la procedura dettagliata e confrontati con il volume minimo previsto da normativa. Di seguito si riportano i risultati ottenuti.

Tabella 6-1. Confronto volumi minimi e volumi calcolati con la procedura dettagliata.

| Volumi di invaso        |                    |                  |                   |
|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| Ambito                  | Volume minimo [mc] | Volume Tr50 [mc] | Volume Tr100 [mc] |
| Edificio 1              | 142                | 171              | 200               |
| Edificio 2              | 283                | 349              | 406               |
| Edificio 3 e 4          | 223                | 297              | 345               |
| Edificio 5              | 517                | 645              | 751               |
| Edificio 6              | 362                | 449              | 523               |
| Opere di urbanizzazione | 386                | 455              | 530               |

Si osserva che i volumi che si ottengono analiticamente risultano maggiori rispetto al volume minimo da normativa; quindi, per tutti i sottobacini dovrà essere garantito il volume di invaso calcolato con la procedura dettagliata.



## 7 DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELLE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

In questa fase preliminare, si propone un sistema di infiltrazione attraverso delle trincee di infiltrazione indipendenti per ogni ambito. Inoltre, per le opere di urbanizzazione si prevedono anche n. 2 pozzi al centro di due rotatorie. Di seguito si riportano le caratteristiche principali per ogni trincea.

Tabella 7-1. Caratteristiche trincee di infiltrazione di progetto.

| Caratteristiche trincea di infiltrazione |               |                         |          |                        |                          |                       |
|--|---------------|-------------------------|----------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Ambito                                   | Lunghezza [m] | Larghezza superiore [m] | Base [m] | Diametro condotta [mm] | Portata infiltrata [l/s] | Volume garantito [mc] |
| Edificio 1                               | 170           | 3.24                    | 1.60     | 1000 cls               | 5.02                     | 228                   |
| Edificio 2                               | 320           | 3.24                    | 1.60     | 1000 cls               | 9.45                     | 429                   |
| Edificio 3 e 4                           | 228           | 3.24                    | 1.60     | 1000 cls               | 6.73                     | 306                   |
| Edificio 5                               | 570           | 3.24                    | 1.60     | 1000 cls               | 16.83                    | 764                   |
| Edificio 6                               | 400           | 3.24                    | 1.60     | 1000 cls               | 11.81                    | 536                   |

Tabella 7-2. Caratteristiche pozzi di infiltrazione

| Caratteristiche pozzi di infiltrazione |                            |                           |                              |                                 |                              |
|--|----------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Ambito                                 | Diametro singolo pozzo [m] | Altezza singolo pozzo [m] | Spessore strato drenante [m] | Portata infiltrata totale [l/s] | Volume totale garantito [mc] |
| Opere di urbanizzazione                | 2.00                       | 3.00                      | 1.00                         | 1.50                            | 37                           |

## 7.1 Tempi di svuotamento

Il tempo di svuotamento dei sistemi di invaso deve essere minore di 48 ore, così come richiesto dal Regolamento all'Art.11 punto f):

*“2. per tenere conto di possibili eventi meteorici ravvicinati (14), il tempo di svuotamento dei volumi calcolati secondo quanto indicato alla lettera e) non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile. Qualora non si riesca a rispettare il termine di 48 ore, ovvero qualora il volume calcolato sia realizzato all'interno di aree che prevedono anche volumi aventi altre finalità, il volume complessivo deve essere calcolato tenendo conto che dopo 48 ore deve comunque essere disponibile il volume calcolato secondo quanto indicato alla lettera e). Il volume di laminazione calcolato secondo quanto indicato alla lettera e) deve quindi essere incrementato della quota parte che è ancora presente all'interno dell'opera una volta trascorse 48 ore”.*

Nel caso in esame, il tempo di svuotamento dei diversi sistemi in riferimento alla volumetria minima da garantire (superiore all'evento centennale), è di circa 13 ore, quindi sempre compatibile con il tempo massimo richiesto.

## 8 NOTA SUL TRATTAMENTO DELLE ACQUE DA DILAVAMENTO

Ai sensi della normativa in vigore, sia nazionale che regionale in materia di trattamento delle acque di prima pioggia, non preesiste l'obbligo normativo di trattare le acque in uscita dai piazzali in progetto. Infatti, secondo l'art. 3 del Regolamento regionale 24.03.2006 n.4:

*“La formazione, il convogliamento, la separazione, la raccolta, il trattamento e lo scarico delle acque di prima pioggia sono soggetti alle disposizioni del presente regolamento qualora tali acque provengano:*

- a. da superfici scolanti di estensione superiore a 2.000 mq, calcolata escludendo le coperture e le aree a verde, costituenti pertinenze di edifici ed installazioni in cui si svolgono le seguenti attività:*
  - 1. industria petrolifera;*
  - 2. industrie chimiche;*
  - 3. trattamento e rivestimento dei metalli;*
  - 4. concia e tintura delle pelli e del cuoio;*
  - 5. produzione della pasta carta, della carta e del cartone;*
  - 6. produzione di pneumatici;*
  - 7. aziende tessili che eseguono stampa, tintura e finissaggio di fibre tessili;*
  - 8. produzione di calcestruzzo;*
  - 9. aree intermodali;*
  - 10. autofficine;*
  - 11. carrozzerie;*
- b. dalle superfici scolanti costituenti pertinenza di edifici ed installazioni in cui sono svolte le attività di deposito di rifiuti, centro di raccolta e/o trasformazione degli stessi, deposito di rottami e deposito di veicoli destinati alla demolizione;*
- c. dalle superfici scolanti destinate al carico e alla distribuzione dei carburanti ed operazioni connesse e complementari nei punti di vendita delle stazioni di servizio per autoveicoli;*
- d. dalle superfici scolanti specificamente o anche saltuariamente destinate al deposito, al carico, allo scarico, al travaso e alla movimentazione in genere delle sostanze di cui alle tabelle 3/A e 5 dell'allegato 5 al d.lgs. 152/1999.”*

Ai sensi della normativa in vigore, sia nazionale che regionale in materia di trattamento delle acque di prima pioggia, quindi non preesiste l'obbligo normativo di trattare le acque di piattaforma e dei parcheggi auto.

Ad ogni modo, nelle Specifiche Tecniche delle opere di urbanizzazione ed estensioni di rete di Novembre 2020 dell'Ente Gestore BrianzAcque, ai punti 29, 30 e 31 viene indicato:

[...]

29. I POZZETTI RIPARTITORI – realizzati in piena analogia alle CAMERETTE DI ISPEZIONE di cui ai paragrafi precedenti – hanno lo scopo di ripartire la portata meteorica in maniera corretta tra disoleatore e bypass. Tali manufatti devono essere idraulicamente dimensionati per inviare al disoleatore la portata di progetto, da dimensionare comunque in misura non inferiore a 100 l/s/ha, attraverso la condotta uscente posizionata sul fondo del pozzetto; l'eccedenza di portata sarà inviata al bypass mediante altro condotto posizionato a quota superiore (la differenza di quota tra il fondo tubo delle due condotte deve essere calcolata idraulicamente).

30. I DISOLEATORI – ai sensi del Regolamento ATO Monza e Brianza – devono sempre essere impiegati nei progetti che prevedono infiltrazione di acque meteoriche nel suolo/sottosuolo e devono essere progettati per trattare in continuo una portata di dilavamento in misura non inferiore a 100 l/s/ha. Al fine di regolare in maniera adeguata la ripartizione tra primo e secondo flusso, i manufatti disoleatori devono essere sempre preceduti da un pozzetto ripartitore, correttamente dimensionato e devono rispondere alle seguenti specifiche tecniche:

- Certificato da terza parte in Classe I secondo UNI EN 858 Parte 1 e Parte 2, inclusa certificazione della grandezza nominale, con certificazione rilasciata da società accreditata;
- Marcato CE ai sensi della UNI EN 858 e dotato di dichiarazione di prestazione come da regolamento EU 305/2011, oltre a placchetta identificativa dell'impianto;
- Dotato di filtro coalescente a pacchi lamellari autopulente estraibile e di dispositivo di chiusura di sicurezza sull'ingresso;
- Realizzato come vasca monoblocco del tipo "S-II-I-P" in calcestruzzo autocompattante senza giunti, dotata di adeguato grado di protezione interna (rivestimento delle pareti con resine di adeguato spessore oppure realizzato in CLS completamente inerte), che garantisca resistenza a idrocarburi, solfati, acque aggressive, acque saline, oli minerali, e altri composti chimici aggressivi;
- Componenti interne realizzate esclusivamente in acciaio INOX e/o polietilene; le eventuali guarnizioni presenti devono essere conformi a UNI EN 681;
- Le ispezioni in soletta devono avere luce netta minima DN 600mm per consentire un agevole ispezione e manutenzione del manufatto, incluso il filtro coalescente;

31. I POZZETTI DI CAMPIONAMENTO – realizzati in piena analogia alle CAMERETTE DI ISPEZIONE di cui ai paragrafi precedenti – devono essere previsti sempre immediatamente a monte di ogni manufatto di infiltrazione (pozzi perdenti o trincee drenanti); dovranno avere dimensioni interne minime di cm. 60x60, ed un battente idrico non inferiore a 50 cm, per consentire il campionamento delle acque.

[...]

Quindi, come indicato in precedenza, sono previsti n. 2 trattamenti delle acque di prima pioggia provenienti dalle opere di urbanizzazione prima della loro immissione nel sistema di invaso e dispersione.

Gli impianti sono dimensionati considerando una portata da trattare pari a 100 l/s/ha. Di seguito si riportano le portate totali da trattare.

Tabella 8-1. Calcolo dei volumi di prima pioggia.

| ID        | superficie [mq] | coefficiente di deflusso | superficie efficace [mq] | Q max [l/s] |
|-----------|-----------------|--------------------------|--------------------------|-------------|
| OOUU NORD | 2985            | 1                        | 2985                     | 30          |
| OOUU SUD  | 3853            | 1                        | 3853                     | 39          |

## 9 ADDUZIONE IDRICA

Si effettua il dimensionamento della rete di adduzione idrica in entrata a ciascuno degli edifici previsti dal progetto. Verrà di seguito brevemente descritta la soluzione progettuale ipotizzata per la rete

### 9.1 Rete esistente adduzione idrica BrianzAcque

In posizioni simili ai punti di allaccio della rete fognaria, sono presenti dei punti di allaccio di condotta adduttrice. Per il comparto in esame il punto di allaccio è previsto lungo via L. Cadorna alla rete adduttrice in acciaio DN 150.

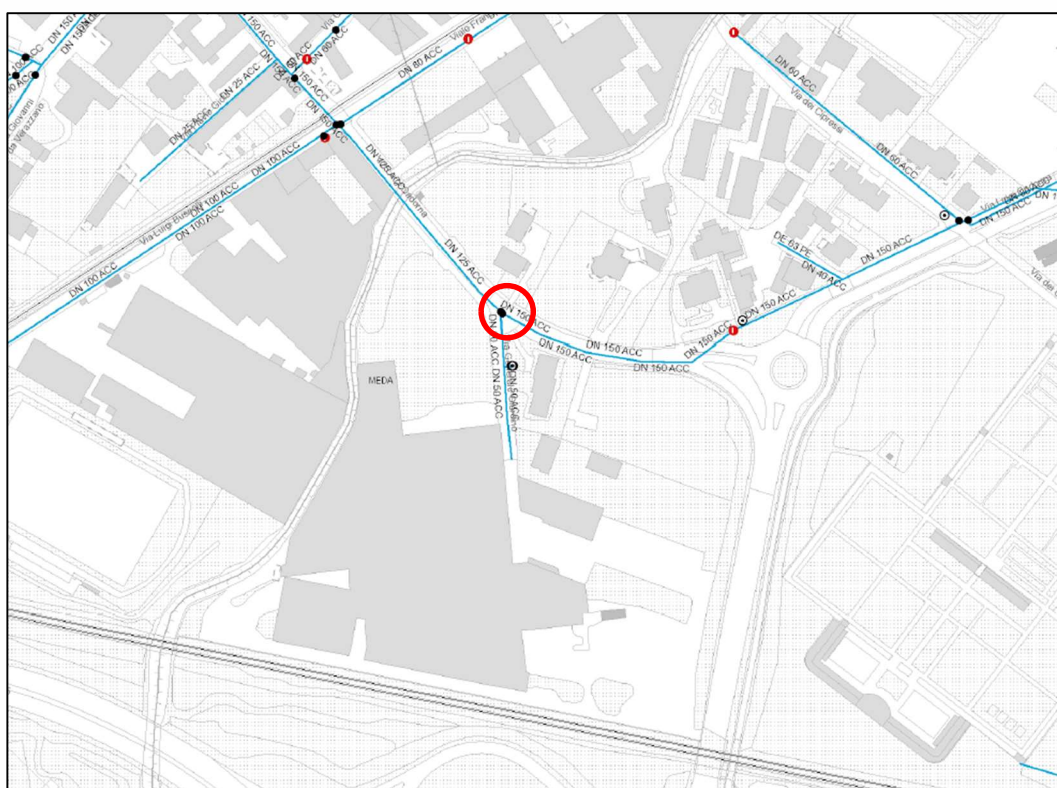


Figura 4 Estratto planimetria rete adduzione idrica esistente nei pressi dell'area di intervento con indicazione in rosso del punto di allaccio.

## 9.2 Dimensionamento rete adduzione idrica

Si riportano di seguito per i vari comparti il numero di utilizzatori dei servizi igienici. Si fa presente che, per ogni comparto, è necessario conteggiare un contributo aggiuntivo che rappresenta la clientela che può utilizzare il bagno pubblico. In questa fase progettuale non si conoscono ancora il numero di clienti dei vari comparti commerciali; pertanto, da dati presenti in letteratura, si considera 1 AE ogni 25 mq di superficie di vendita. Sarà necessario, nella fase successiva, conoscere con maggior dettaglio il numero di utilizzatori dei vari servizi igienici.

### Edificio 1

- n. 10 dipendenti per turno (due turni 06.00-14.00 / 14.00-22.00)
- Superficie calpestabile 260 mq

### Edificio 2

- n. 10 dipendenti per turno (due turni 06.00-14.00 / 14.00-22.00)
- Superficie calpestabile 1100 mq

### Edificio 3

- n. 10 dipendenti per turno (due turni 06.00-14.00 / 14.00-22.00)
- Superficie calpestabile 700 mq

### Edificio 4

- n. 10 dipendenti per turno (due turni 06.00-14.00 / 14.00-22.00)
- Superficie calpestabile 700 mq

### Edificio 5

- n. 16 dipendenti per turno (due turni 06.00-14.00 / 14.00-22.00)
- Superficie calpestabile 2500 mq

### Edificio 6

- n. 10 dipendenti per turno (due turni 06.00-14.00 / 14.00-22.00)
- Superficie calpestabile 2500 mq

| comparto      | AE         |
|---------------|------------|
| edificio 1    | 18         |
| edificio 2    | 51         |
| edificio 3    | 35         |
| edificio 4    | 35         |
| edificio 5    | 111        |
| edificio 6    | 107        |
| <b>TOTALE</b> | <b>357</b> |

Per la stima del fabbisogno idrico è necessario conoscere il numero di abitanti che scaricano a monte della sezione considerata e, naturalmente, la *dotazione (dot)* d'acqua prevista per abitante.

La dotazione idrica per usi civili è valutata in un consumo medio giornaliero pari a 400 l/ab gg.

È noto che la portata per abitante erogata da un acquedotto nel giorno di massimo consumo è pari alla dotazione giornaliera moltiplicata per un coefficiente di punta  $\rho_g$ , al quale, in mancanza di misure dirette o di ragionevoli confronti, può essere assegnato un valore dell'ordine di 1.2÷1.5. Parimente, nell'ora di punta del giorno di massimo consumo, la portata (per abitante) erogata s'assume pari a quella giornaliera del giorno stesso moltiplicata a sua volta per un coefficiente di punta orario  $\rho_o$ , che, in assenza di osservazioni dirette o di deduzioni per confronto, può ancora assumersi pari a 1.2÷1.5.

Si può inoltre stimare che la frazione d'acqua che giunge alla rete di fognatura sia circa l'80÷90% di quella erogata, con un coefficiente di deflusso  $\varphi$  quindi pari a 0.8÷0.9.

Dunque, detta *dot* la dotazione in l/add\*gg e *N* il numero di abitanti equivalenti, la portata di punta *Q* [l/s] è allora:

$$Q = \frac{N \text{ dot } \rho_g \rho_o \varphi}{86.400} \text{ (l/s)}$$

La portata media è, ovviamente, pari a quella che corrisponde, a meno del coefficiente di deflusso, alla dotazione e quindi, con le stesse unità di misura:

$$\bar{Q} = \frac{N \text{ dot } \varphi}{86.400} \text{ (l/s)}$$

Tali portate, calcolate mediante il metodo degli Abitanti Equivalenti, costituiscono valori di portata indicativi per il pre-dimensionamento della rete di progetto.

Le modalità di derivazione delle portate andranno concordate con l'Ente gestore.

|                                     |      |          |
|-------------------------------------|------|----------|
| <i>Numero totale A.E.</i>           | 357  | A.E.     |
| <i>Dotazione</i>                    | 400  | l/add*gg |
| <i>coefficiente di punta</i>        | 1.5  |          |
| <i>coefficiente di punta orario</i> | 1.5  |          |
| <i>Coefficiente de deflusso</i>     | 0.8  |          |
| <b>Portata massima giornaliera</b>  | 2.98 | l/s      |
| <b>Portata media giornaliera</b>    | 1.32 | l/s      |

Come anticipato in precedenza, nella fase successiva, sarà necessario conoscere con maggior dettaglio il numero di utilizzatori dei vari bagni.



## 10 FOGNATURA NERA

La rete di progetto prevede il collettamento delle acque reflue nella cameretta ispezionabile n. 633 lungo via L. Cadorna, la rete esistente di acque miste di competenza di BrianzAcque, è uno scatolare di dimensioni 3800x1500 mm.

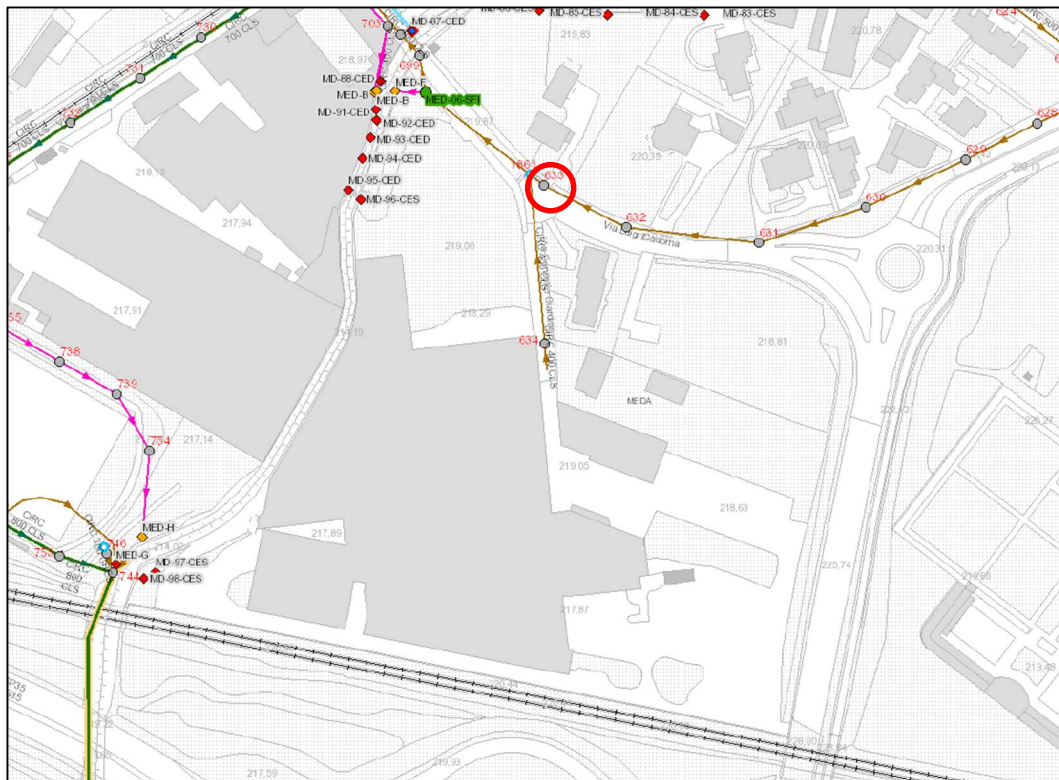


Figura 10-1. Sottoservizi esistenti di competenza BrianzAcque con individuazione in rosso del punto di scarico nella rete esistente.



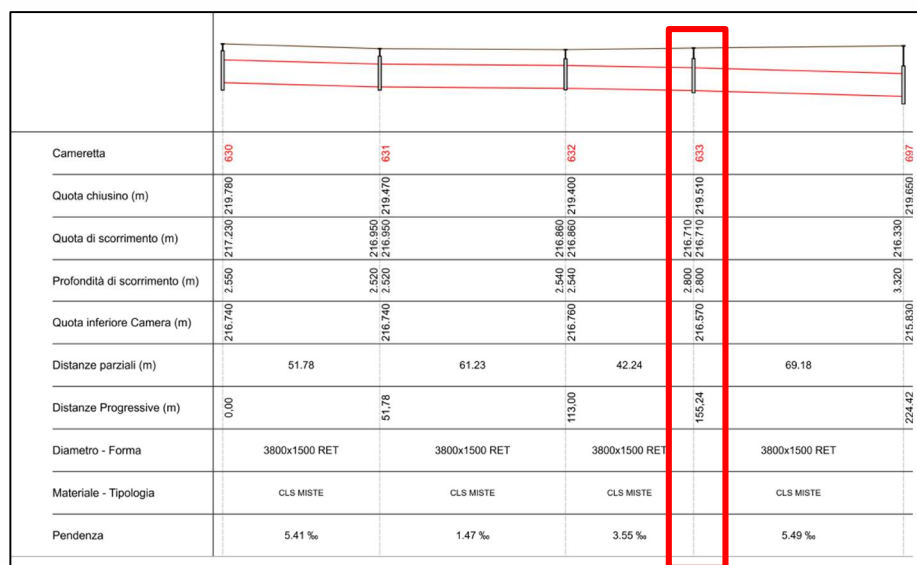


Figura 10-2. Profilo longitudinale rete acque miste lungo via L. Cadorna.

Nella fase progettuale successiva, dovrà essere valutata la necessità o meno di una stazione di sollevamento.

All'uscita da ogni edificio è stata prevista la separazione delle acque saponate da quelle di scarico dei wc. La linea di scarico dei wc è dotata di sifone tipo Firenze a due tappi di ispezione, quella delle acque saponate di dispositivo di separazione delle schiume.

Questa configurazione permette di evitare la diretta commistione di solidi organici e reflui saponati o grassi evitando in questo modo dannose incrostazioni lungo la linea di scarico. Inoltre, sarà previsto un manufatto ispezione-sifone-braga in proprietà privata a ridosso del confine con la proprietà pubblica.

## 10.1 Descrizione della soluzione progettuale

La condotta di collettamento delle acque reflue che sarà ceduta e diventerà pubblica a tutti gli effetti più che dipendere dal dimensionamento analitico deriva dal rispetto di un diametro minimo che impedisca intasamenti e garantisca lunga vita utile.

Il diametro minimo viene fissato in 250 mm in GERS ceramico come indicato nelle specifiche tecniche dell'Ente Gestore BrianzAcque.

|          |       |                       |
|----------|-------|-----------------------|
| D out    | 0.250 | m                     |
| y/D      | 0.5   | (-)                   |
| Q/Q0 out | 0.500 |                       |
| ks       | 95    | m <sup>^(1,3)/s</sup> |
| i        | 0.005 | (-)                   |
| Q out    | 25    | l/s                   |