

**G.B. & PARTNERS S.r.l.**

**PROGETTI E SERVIZI IMMOBILIARI**

Società unipersonale

via Varalli, 37 - 26845 Codogno (LO)

Tel: 0377. 436099 - 34691

Fax: 0377. 436654

e.mail: [amministrazione@gbepartners.it](mailto:amministrazione@gbepartners.it)

[tecnico@gbepartners.it](mailto:tecnico@gbepartners.it)

[immobiliare@gbepartners.it](mailto:immobiliare@gbepartners.it)

web site: [www.gbepartners.it](http://www.gbepartners.it)

REGISTRO IMPRESE DI LODI n° 05966150962

PARTITA I.V.A. 05966150962 - C.F. 05966150962 - C.S. € 10.000,00 i.s.



UNI EN ISO 9001:2015



UNI EN ISO 14001:2015



# Comune di Brescia

Provincia di Brescia



## **BRESCIA VIA SAN POLO "EX BARIBBI" SCHEDE DEI PROGETTI SPECIALI DEL PIANO DELLE REGOLE "Pre2"**

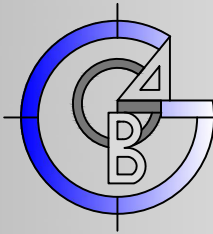
### **RICHIESTA DI PIANO ATTUATIVO**

### **J. Relazione invarianza idraulica**

I Proponenti: *Alba Leasing S.p.a*

I Progettisti: *Geom. Bianchi Gianpiero*

*Arch. Schiavi Cristiano*



**G.B. & PARTNERS S.r.l.**

PROGETTI E SERVIZI IMMOBILIARI

Società unipersonale

via Varalli, 37 - 26845 Codogno (LO)

Tel : 0377. 436099 - 34691

Fax : 0377. 436654

e.mail: amministrazione@gbepartners.it

tecnico@gbepartners.it

immobiliare@gbepartners.it

web site: www.gbepartners.it

REGISTRO IMPRESE DI LODI n° 05966150962

PARTITA I.V.A. 05966150962 - C.F. 05966150962 - C.S. € 10.000,00 i.s.

**BRESCIA VIA SAN POLO "EX BARIBBI"  
SCHEDE DEI PROGETTI SPECIALI DEL  
PIANO DELLE REGOLE "PRe2"**

PIANO ATTUATIVO

N°	DATA	DESCRIZIONE MOTIVAZIONE DELL'AGGIORNAMENTO	STUDIO	DIS.
00	04/10/2022	Prima emissione	AequaEng	M.S.

Progetto <b>PIANO ATTUATIVO</b> <i>Scheda dei progetti speciali del Piano delle Regole "PRe2"</i>	Committente <b>PRIAURA S.R.L.</b> <i>Via Sant'Orsola n.4 Milano (MI)</i>	Scala <b>VARIE</b> <hr/> Data <b>04/10/2022</b>
---	--	--

Tipo tavola  
**SOTTOSERVIZI**

Serie  
**PIANO ATTUATIVO**

Titolo  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA  
RELAZIONE IDRAULICA**

Tipo Tavola	<b>IDR</b>
Sigla/ Serie	<b>PA</b>
Numero/ variante	<b>01</b>
Agg	<b>00</b>

Il Progettisti



Il Committente

Orientamento



*Sommario*

1	PREMESSA .....	1
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	2
3	ANALISI PLUVIOMETRICA .....	7
3.1	Calcolo delle curve di possibilità pluviometrica .....	7
3.2	Eventi pluviometrici di progetto .....	8
4	INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	10
4.1	Inquadramento geologico e idrogeologico.....	10
4.2	Inquadramento idrologico e idrogeologico.....	13
4.3	Inquadramento in riferimento al PGRA.....	15
4.3.1	Descrizione generale .....	15
4.4	Inquadramento sottoservizi fognari esistenti .....	17
5	VALUTAZIONE MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA.....	18
5.1	Inquadramento normativo .....	18
5.2	Classificazione intervento per l'invarianza idraulica .....	18
5.3	Individuazione delle aree di intervento .....	23
5.4	Calcolo delle misure di invarianza idraulica ed idrologica .....	28
5.4.1	Volumi minimi (art.12 R.R. n.7/2007).....	28
5.4.2	Metodo delle sole piogge (Art. 11 e allegato G R.R. n.7/2007).....	31
5.5	Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica .....	35
5.5.1	Lotto Edificio alimentare 2 .....	36
5.5.2	Lotto Edificio Alimentare 1 .....	37
5.5.3	Lotto ristorazione .....	38
5.5.4	Lotto DT450.....	40
5.5.5	Lotto RSA: .....	41
5.5.6	Lotto Edificio residenziale .....	42
5.6	Opere di smaltimento: pozzi perdenti .....	44
5.7	Dimensionamento impianti di prima pioggia.....	50
6	RETE DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE NERE .....	52
6.1	Stima della portata .....	52
7	SINTESI DELLA VALUTAZIONE .....	57

Comune di Brescia  
PIANO ATTUATIVO PER IL NUOVO INSEDIAMENTO  
COMMERCIALE NELL'AREA BARIBBI (EX IVECO)  
VIA SAN POLO 31/33  
RELAZIONE IDRAULICA

## 1 PREMESSA

La presente relazione idraulica costituisce parte integrante degli elaborati costituenti la richiesta di parere preliminare relativa all' *"PIANO ATTUATIVO PER IL NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE NELL'AREA BARIBBI (EX IVECO)"* sito in via San Polo 31/33 in comune di Brescia, e finalizzata alla riqualificazione urbana dell'area mediante la realizzazione di una nuova media struttura di vendita commerciale.

Il presente elaborato si prefigge come obiettivo la corretta progettazione e il relativo dimensionamento di un sistema idraulico atto allo smaltimento delle acque di dilavamento insistenti su di un'area oggetto di nuova costruzione.

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.

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

- **Analisi pluviometrica dell'area di riferimento;**
- **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 dai r.r. n. 7 del 2018 e n. 8 del 2019;**
- **Dimensionamento del sistema di collettamento delle acque meteoriche dei piazzali e della copertura posti nell'area di intervento di proprietà privata in totale sei lotti per diversi usi;**
- **Dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque reflue a servizio dell'edificio posto all'interno dell'area di intervento.**

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Brescia è un comune della Lombardia (di circa 90,34 km<sup>2</sup> con 196.340 ab. nel 2020), capoluogo di provincia. È situata a 45°32' lat. N. e 10°13' long. La città si stende ai piedi del colle Cidneo (m. 210 sul mare), che si eleva a nord ed è continuato verso est da una ridente collina, ultima propaggine delle Prealpi Bresciane. Il territorio comunale si trova al limite È situata a 149 m s.l.m. nella pianura pedemontana alla sinistra del fiume Mella che scorre a 2 km. ad Ovest.; la città è invece attraversata dal fiumicello Garza e da un suo piccolo affluente., allo sbocco della Val Trompia dove questa s'incontra con l'importante strada pedemontana che segue le ultime pendici delle Prealpi e unisce Verona con Bergamo. Posta com'è al limite dell'alta Pianura Padana. Il vecchio centro si è esteso in un primo tempo soprattutto fuori delle mura occidentali, fino alla sede ferroviaria. Negli ultimi decenni l'intensa operosità industriale e commerciale ha favorito l'allargarsi dell'abitato anche verso N e verso E.

In Figura 1 si riporta l'individuazione geografica del comune di Brescia rispetto alla Provincia di Brescia e Bergamo



Figura 1: Individuazione del comune di Busto Arsizio.

Il progetto propone la costruzione di un nuovo insediamento commerciale nell'area (Ex Iveco) struttura di vendita commerciale alimentari, la creazione di parcheggi, necessari a reperire sia la dotazione potenziale che quella destinata a standard, con creazione di un edificio residenziale di 5 piani fuoriterra. Inoltre, è prevista la realizzazione di un'area a verde filtrante con parco a verde.

Il lotto, la cui superficie da rilievo, è pari a circa **40 829.25 mq**, è ubicato a **Sud-Est** del comune di Brescia a 2.5 km del centro abitato, in prossimità della stazione ferroviaria (Figura 2).





*Figura 2. Individuazione geografica del lotto nel comune di Brescia.*

Il lotto è compreso tra l'incrocio di Via San Polo e via Francesco Lonati e l'incrocio di via G.B Tiepolo via San Polo a Nord- Est, ad Est si trova affiancata a un'altra proprietà di tipo residenziale con la quale si trova separata da un parco a verde esistente chi subirà riqualificazioni come indicato in Figura 3.





Figura 3. Immagine satellitare del lotto.

L'area interessata dal PUA è identificata al catasto fabbricati del medesimo comune alla sez. NCT al foglio 182, Mappale 14 suddivisione 1 e 2 ed è nelle disponibilità di ex IVECO.

L'accesso al proprio lotto si fa dalla parte ovest del lotto con accesso carraio chi lo separa della Via San Polo, altri accessi sono previsti da Nord e Sud sulla Via F. Lonati e G.B Tiepolo.

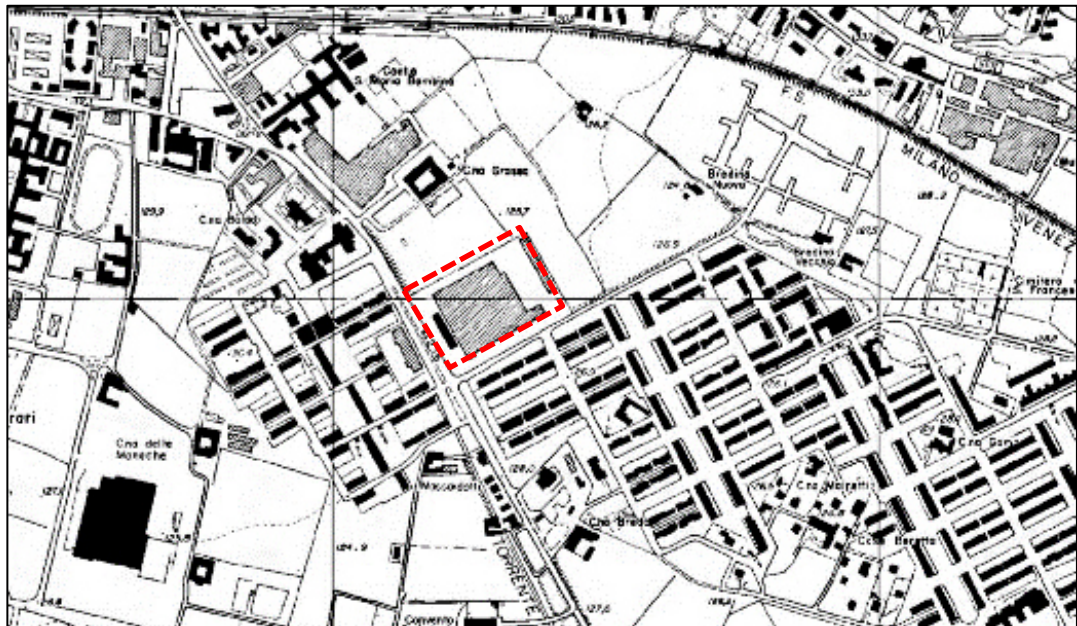


Figura 4. Estratto di mappa catastale con indicazione dell'area di intervento.

Il progetto, la cui planimetria viene riportata in Figura 5, prevede la realizzazione di un edificio ad uso alimentare nella parte orientale che dà su Via F. Lonati e di una serie di parcheggi, con annessa viabilità interna, nella restante parte del lotto, necessaria a reperire sia la dotazione pertinenziale, che quella destinata a standard (asservita all'uso pubblico, nella parte sinistra del lotto). Un edificio dotato a ristorazione con parcheggi nella parte orientale e dà su Via San Polo. Un altro edificio ad uso amministrativo con serie di parcheggi e viabilità interna, con accesso carraio chi porta a Via San Polo. A sud sorge un secondo edificio alimentare chi dà su Via G.B. Tiepolo con accesso carraio

Tutti questi edifici sono connessi con viabilità interna e percorsi pedonali, è prevista la realizzazione di alcune aree verdi. Viene inoltre realizzata una strada di collegamento al centro dell'area di intervento chi collega la parte orientale con la parte occidentale, e facilita l'ingresso da via G.B Tiepolo e via G. Lonati.

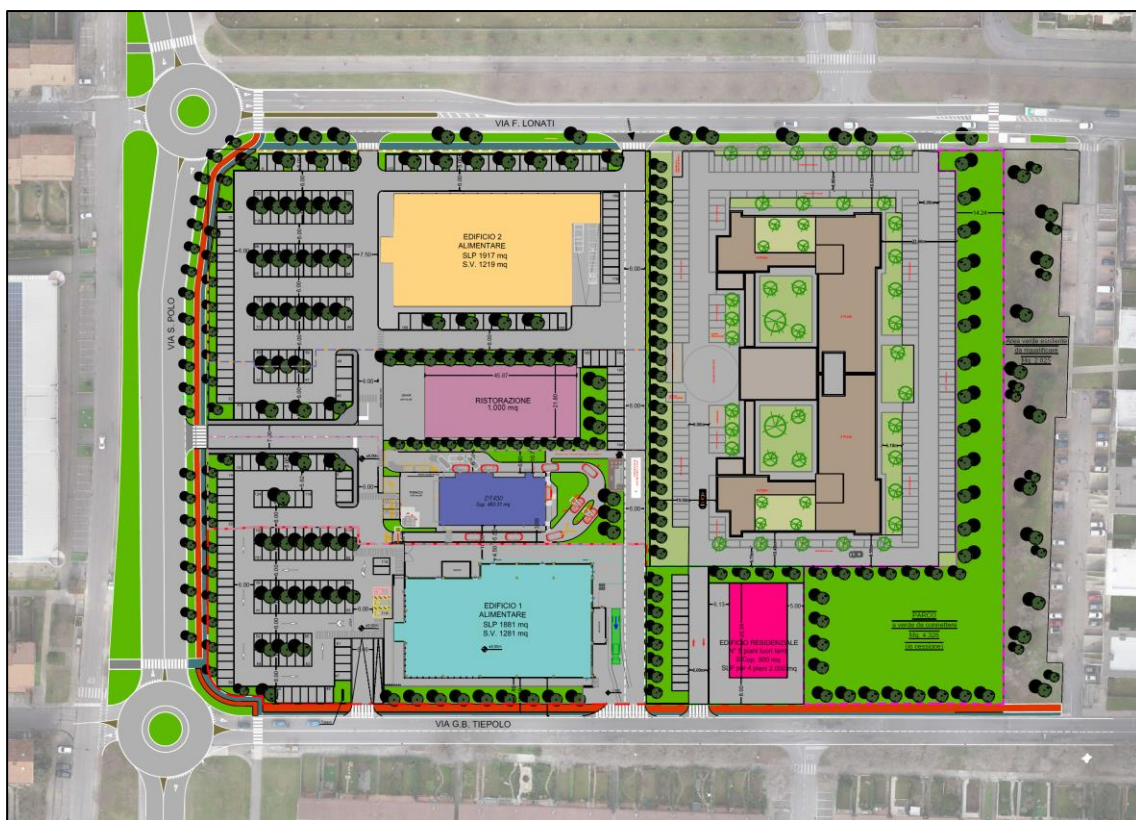


Figura 5. Planimetria stato di progetto.

Secondo la planimetria di progetto, le aree sono individuate come aree private, ognuna possiede di il suo bacino scolante.

Tabella 1. Indicazione estensione lotti d'intervento

Lotti	Area [m <sup>2</sup> ]	Area totale [m <sup>2</sup> ]
<b>Lotto DT450 amministrativo</b>	3 728,92	40 829,25
<b>Lotto ristorazione</b>	3 658,87	
<b>Edificio Alimentare 1</b>	6567,62	
<b>Edificio Alimentare 2</b>	7 982,92	
<b>Lotto RSA</b>	11 563,53	
<b>Lotto Residenziali</b>	1 970,81	

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

È infine prevista la sistemazione della viabilità su San Polo attraverso la realizzazione di due nuove rotonde con diametro esterno pari a 29 m, non soggetta a misure di invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 3 del R.R.7.



### 3 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.

#### 3.1 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 approssimate con espressioni del tipo:

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

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

Parametro	Valore
A1-Coefficiente pluviometrico orario	27,93
N-Coefficiente di scala	0,275
GEV-Parametro alpha	0,2804
GEV-Parametro kappa	-0.0278
GEV-Parametro epsilon	0.83

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 3.

Tabella 3. Tabella riassuntiva dei parametri  $a$  ed  $n$  in funzione del tempo di ritorno per precipitazioni orarie.

Tr	2	5	10	20	50	100	200
<b>a</b>	26,06695	35,17714	41,36876973	47,43054	55,45919	61,61332	67,86495
<b>n</b>	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275

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.

### 3.2 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 dell'opera idraulica da realizzarsi nel lotto di riferimento, possano anche verificarsi insufficienti condizioni di deflusso.

Nel progetto in esame, in riferimento al dimensionamento delle opere di laminazione e infiltrazione, verrà adottato un **tempo di ritorno di 100 anni**.

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.

TR 50				TR 100			
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	0,083	16,01	192	5	0,083	18	213
10	0,167	22,64	136	10	0,167	25	151
15	0,25	27,73	111	15	0,25	30,81	123
20	0,333	32,02	96	25	0,416667	40	95
30	0,5	39,22	78	30	0,5	44	87
60	1	55,46	55	60	1	62	62
90	1,5	62,00	41	90	1,5	69	46
120	2	67,11	34	120	2	75	37
180	3	75,02	25	180	3	83	28
210	3,5	78,27	22	210	3,5	87	25
360	6	90,77	15	360	6	101	17
540	9	101,48	11	540	9	113	13
720	12	109,84	9	720	12	122	10
1200	20	126,40	6	1200	20	140	7

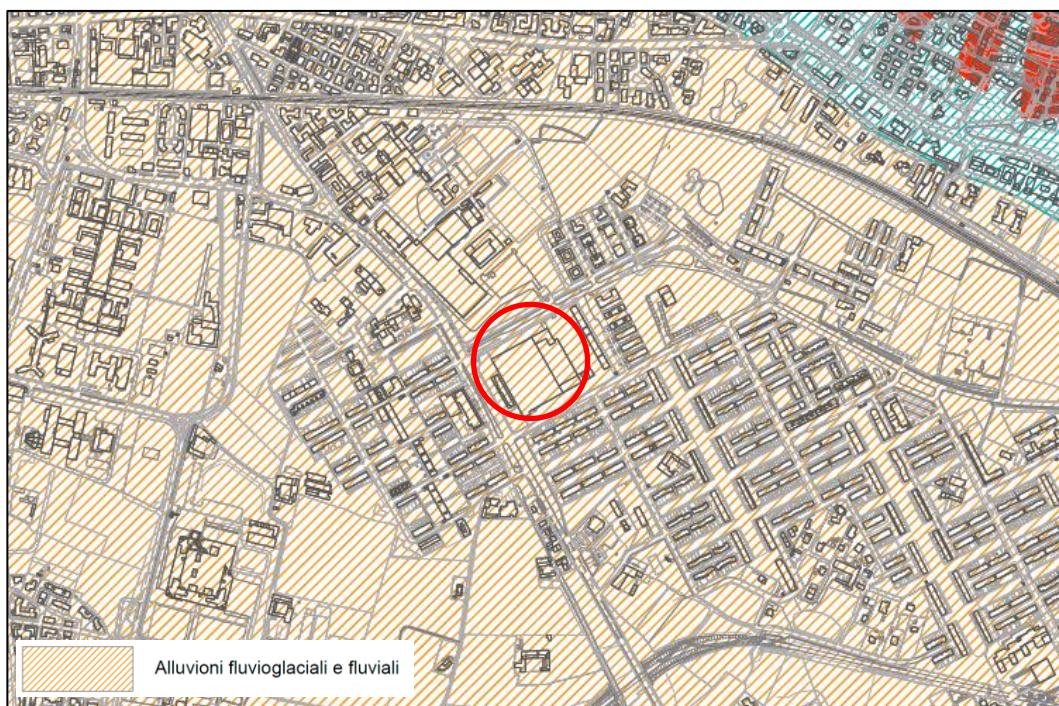
## 4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

### 4.1 Inquadramento geologico e idrogeologico

L'inquadramento geologico, idrogeologico e geomorfologico dell'area in esame, utile alla definizione degli aspetti di interesse per il progetto idraulico, è stato eseguito uno studio geologico commissionato alla data della presente relazione uno studio specifico, è desunto dallo studio *Relazione geologica (R1, R3) – Relazione geotecnica (R2)* datata marzo 2022 a firma del dott. geol. Alessandro Ratazzi e denominato nel seguito brevemente *Relazione Geologica*.

Come riportato nella Relazione Geologica e confermato dalle carte “Caratteri Geologici ed Idrogeologici” e “Caratteri geologico-tecnici” a supporto del PGT del comune di Brescia, di cui si riportano in seguito i relativi estratti, L'area di studio è posta nel settore sud-orientale dell'abitato di Brescia, ad una quota di circa 126 m s.l.m. e appartiene all'ambito della media-alta pianura in una porzione di territorio subpianeggiante con una leggera pendenza verso sud-sud/est; tale omogeneità è interrotta solo da piccoli corsi d'acqua (e/o paleoalvei) ad uso prevalentemente irriguo e dagli orli dei terrazzi fluvio-glaciali che interessano questo settore

I depositi stratigrafici più superficiali che caratterizzano i terreni in esame sono di origine fluvio-glaciale e fluviale generalmente costituiti da ghiaie e sabbie debolmente limose.



Come si ricava anche dalla consultazione della documentazione a supporto del PGT il livello piezometrico è posto tra le quote di 115-116 m s.l.m. (e quindi ad una profondità di circa 8-12 m dall'attuale piano campagna). La direzione di flusso della falda è mediamente NNE-SSW.

Le indagini eseguite hanno consentito di rilevare falde superficiali “sospese” soprattutto lungo il fronte occidentale più vicino al Torrente Garza, legate alla circolazione sotterranea, prevalentemente lungo “vene” limose o clastiche, dalla rete idrografica circostante.



i depositi stratigrafici che caratterizzano il sito di interesse, ubicato nella parte nord-orientale del territorio comunale di Busto Arsizio, sono principalmente caratterizzati da ghiaie poligeniche a prevalente supporto di matrice sabbiosa fine, più raramente a supporto clastico, con locale presenza di limi sabbiosi e limi ghiaiosi in superficie. I terreni granulari risultano da sciolti a mediamente addensati fino a 4-6 m di profondità con discrete caratteristiche geotecniche; inoltre, si registra un aumento del grado di addensamento in profondità con buone caratteristiche geotecniche.

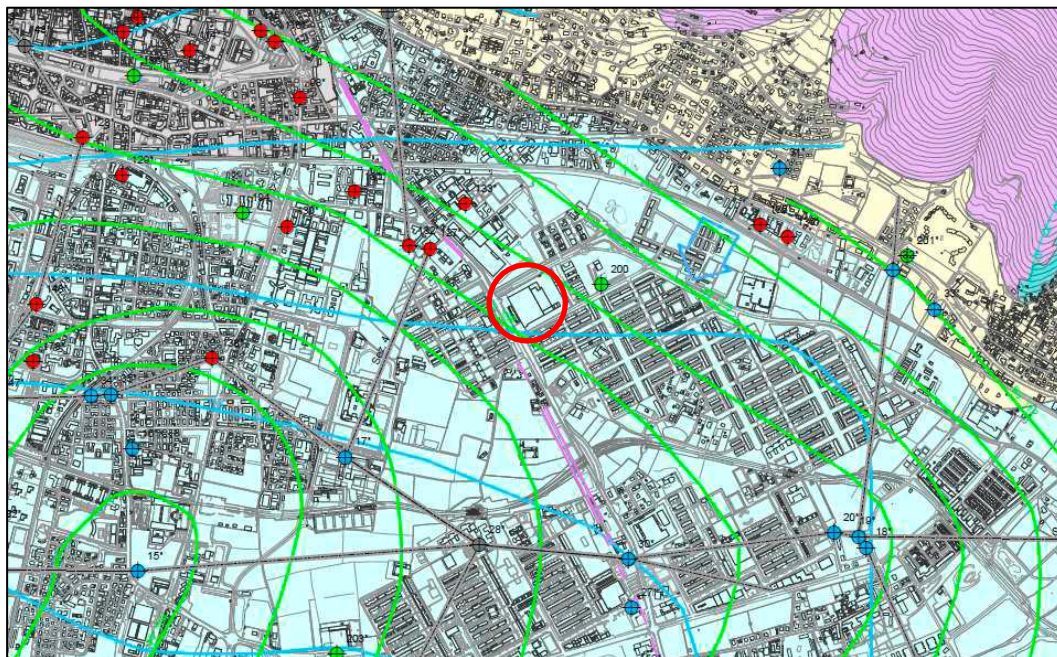


Figura 6. Estratto ALL 4 C1- Caratteri geologici ed idrogeologici”, Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Brescia.

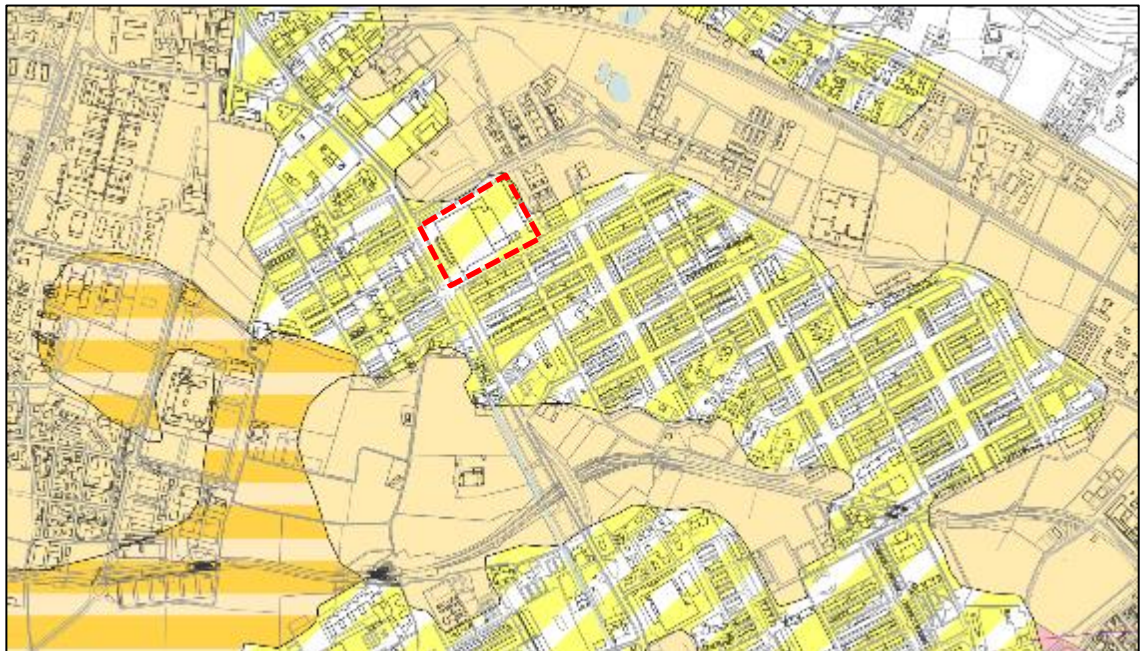
Per l'unità idrogeologiche si tratta di Alluvioni attuali e recenti, Alluvioni antiche, Alluvioni fluvioglaciali e fluviali Ghiaie e sabbie prevalenti, con subordinate frazioni di limi e limi argillosi e orizzonti ghiaioso-sabbiosi localmente cementati. Si tratta dei depositi alluvionali che caratterizzano le zone di pianura del territorio comunale, costituiti da materiali porosi a tessitura prevalentemente grossolana (soprattutto ghiaiosa e ghiaioso-sabbiosa) che ospitano falde libere più o meno protette, alimentate per via diretta o attraverso i corsi d'acqua o dalle acque superficiali e di deflusso epidermico di versante. La loro permeabilità, mediamente elevata o molto elevata, è comunque variabile in funzione della granulometria e del grado di cementazione e può risultare localmente molto ridotta in superficie, per via della presenza di coltri di alterazione argillose o di coperture di natura limosa.

In merito alla capacità di dispersione delle acque nel sottosuolo, si fa riferimento a quanto riportato nella “Relazione geologica (R1, R3) – Relazione geotecnica (R2)” datata marzo 2022 a firma del dott. geol. Alessandro Ratazzi. Secondo quanto riportato nella relazione, per avere conoscenza del Coefficiente di Permeabilità ( $k$ ), sono state eseguite prove in sito con il metodo Lefranc (a livello variabile) tra i 2 e i 4 metri e oltre i 5 metri. È stato quindi rilevato un valore di  $k$  pari a:

- tra i 2 e i 4 metri, di 1.0 e 2.0 x10-6 m/s.
- oltre i 7 metri, di 3.0 e 4.0 x10-5 m/s.

k (m/s)	1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>	
<b>Drenaggio</b>	Buono			Povero				Praticamente impermeabile					
	Ghiaia pulita	Sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita			Sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati				Terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici				
				Terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo									

Figura 7. Valori indicativi del coefficiente di permeabilità caratterizzanti stratigrafie dei terreni in sito.



#### Grado di vulnerabilità

72 - 117	Basso
118 - 140	Moderato
141 - 163	Moderato
164 - 208	Elevato
210 - 258	Molto elevato

"Il grado di vulnerabilità intrinseca delle falde acquifere è stato valutato mediante il metodo DRASTIC (Allar et al., 1988)."

Figura 8. Estratto dell'elaborato "Carta della vulnerabilità geologica delle zone di pianura" Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Legnano (approvato con D.C.C. n.29 del 08/03/2017).



## 4.2 Inquadramento idrologico e idrogeologico

Dal punto di vista idrologico la cartografia segnala il Torrente Garza: la consultazione del portale dell'Autorità del Bacino del Fiume Po, e della Regione Lombardia (Direttiva Alluvioni) non evidenzia nessuna criticità idraulica.

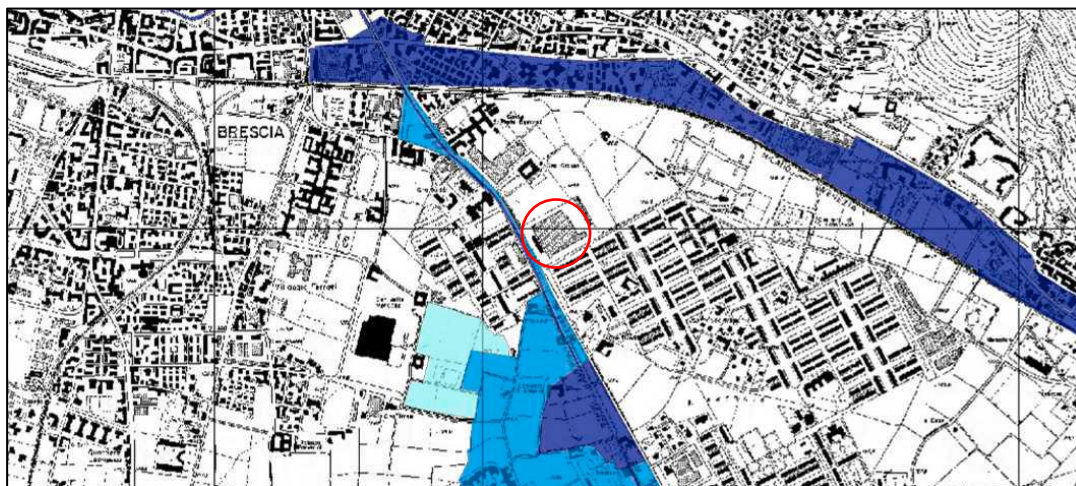


Figura 9. Estratto Carta idrologica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Brescia.

Più in generale, il drenaggio delle acque meteoriche nell'area d'indagine avviene oltre che in modo diretto in profondità nelle zone ancora non urbanizzate, attraverso le infrastrutture stradali ed i servizi urbani di fognatura. Per il resto la circolazione idrica superficiale è per lo più a carattere diffuso, controllata dalla morfologia locale e marcata da eventuali regimazioni antropiche. Le informazioni relative alle note idrogeologiche sono state desunte dai dati bibliografici esistenti e relativi ai pozzi ad uso idropotabile censiti e dei quali si conoscono le caratteristiche di costruzione e le stratigrafie dei terreni scavati.

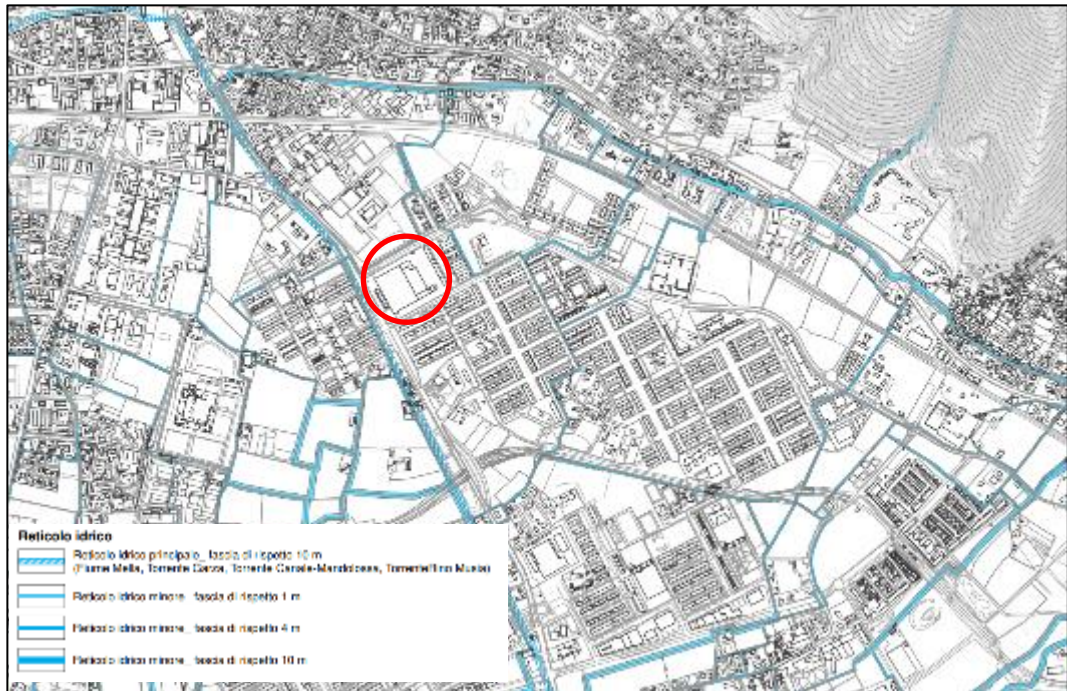


Figura 10. Estratto carta PR08 Reticolo idrico del PGT Brescia

L'area di intervento si trova circondata dalla parte nord da un reticolo idrico minore\_ con fascia di rispetto 1 m e ad ovest da un Reticolo idrico principale con fascia di rispetto 10 m (Fiume Mella, Torrente Garza, Torrente Canale-Mandolossa, Torrente Rino Musia).

## 4.3 Inquadramento in riferimento al PGRA

### 4.3.1 Descrizione generale

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana, in particolare dal d.lgs. n. 49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali. Esso deve essere predisposto a livello di distretto idrografico. Per il Distretto Padano, cioè il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d'acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente fino allo sbocco in mare, è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (PGRA-Po).

Il PGRA, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con D.P.C.M. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017.

Il PGRA-Po contiene:

- la **mappatura delle aree allagabili**, classificate in base alla pericolosità e al rischio; una diagnosi delle situazioni a maggiore criticità (SEZIONE A)
- il **quadro attuale dell'organizzazione del sistema di protezione civile** in materia di rischio alluvioni e una diagnosi delle principali criticità (SEZIONE B)
- le **misure da attuare per ridurre il rischio** nelle fasi di prevenzione e protezione (SEZIONE A) e nelle fasi di preparazione, ritorno alla normalità ed analisi (SEZIONE B)

Il Piano è composto da circa trenta relazioni pubblicate online sul sito dedicato al Piano Alluvioni dell'Autorità di Bacino. Tra queste, i contenuti interessanti sono evidenziati nella **mappa degli elaborati del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po**.


Il PGRA-PO riguarda l'intero distretto idrografico del Po; ciò è richiesto per ottenere la riduzione del rischio alluvioni: infatti ad una scala territoriale più limitata, per esempio regionale, si potrebbe verificare il paradosso di mettere in atto misure che riducano il rischio solo parzialmente in un territorio, trasferendolo in un altro punto del distretto più a monte o più a valle.

I territori di maggior interesse, laddove si concentrano molte misure del Piano, sono le aree allagabili, classificate in base a quattro livelli crescenti di rischio in relazione agli elementi vulnerabili contenuti. L'individuazione delle aree e dei livelli di rischio è stata effettuata secondo metodi unificati a livello nazionale e di distretto, che discendono da richieste della UE. L'elaborazione della **prima versione del Piano** si è completata a **dicembre 2015**. Il PGRA-Po è stato predisposto dalle amministrazioni competenti per la difesa del suolo e la protezione civile nel Distretto Padano, in coordinamento tra loro e con gli enti sovra regionali competenti per le due materie.






**Aree a rischio idrogeologico molto elevato (Allegato 4.1 all'Elaborato 2 del PAI)**


 Zona I: aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni parzialmente sovrapposte a aree RSMC-P3 e aree RSP-P3

**Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) approvato con DPCM 27 Ottobre 2016**

Ambito Territoriale RP

 Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H)

 Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M)  
 Per il T. Garza la delimitazione è riferita ad un tempo di ritorno pari a 100 anni (delimitazione fornita da Regione Lombardia ed utilizzata per le valutazioni idrauliche di dettaglio).  
 Per il F. Melè la delimitazione è riferita ad un tempo di ritorno pari a 200 anni.

 Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M).  
 Delimitazione riferita ad un tempo di ritorno pari a 200 anni riportata sul Geoportale di Regione Lombardia.

 Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (aree P1/L)

Figura 11. Estratto All04g - Carta PAI-PGRA del Piano di Governo del Territorio del Comune di Brescia.

#### 4.4 Inquadramento sottoservizi fognari esistenti

La rete di smaltimento acque reflue del Comune di Brescia è di tipo misto tuttavia in via Pasubio e in via Monte Lungo è di tipo separato; l'ente gestore del Servizio Idrico Integrato è UNARETI.

Dalla cartografia della rete esistente fornita dall'ente gestore è stato possibile valutare la dislocazione della rete esistente e recepire alcune informazioni preliminari sul tipo del collettore, diametro permettendo di individuare le prime informazioni preliminari in merito alle direzioni di possibile punti di scarico della rete.

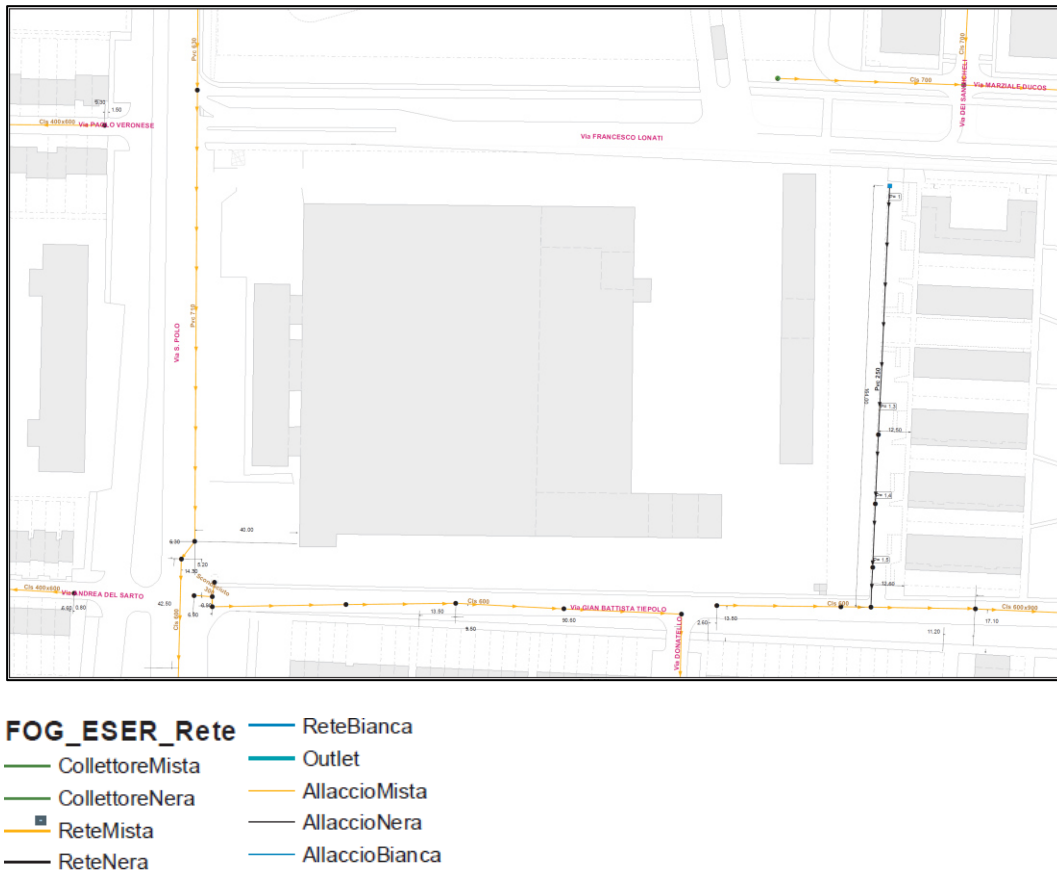


Figura 12. Estratto della cartografia dei rete Fognaria di UNARETI del Comune di Brescia in corrispondenza dell'area d'intervento.



## 5 VALUTAZIONE MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

### 5.1 Inquadramento normativo

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

Decreto Legislativo n° 152 del 3 aprile 2006, Testo Unico in Materia Ambientale.

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.

Delibera Giunta Regionale n. 7/12693, 10 aprile 2003, Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque sotterranee per il consumo umano.

### 5.2 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 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.

**Nel caso in esame, essendo favorevoli le condizioni di permeabilità e di soggiacenza della falda, si è perseguita la soluzione di infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche attraverso la realizzazione di pozzi perdenti specifici per ogni lotto.**

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*”.

Comune	Provincia	Criticità idraulica	Coefficiente P
BRENNA	CO	A	1
BRENO	BS	C	
BRENTA	VA	A	1
BRESCIA	BS	A	0,8
BRESSANA BOTTARONE	PV	B	
BRESSO	MI	A	1

Figura 13. 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).

Il Comune di Brescia ricade in criticità idraulica media A e secondo l'art. 8 del R.R. 23/11/2017 (Lombardia), di seguito riportato, 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 ( $U_{lim}$ ):**

- 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.

Tuttavia si evidenzia che:

**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”.*

Tabella 4. 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.

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

Di fondamentale importanza, quindi, 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”**:

[...]

**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 anche agli edifici, alla viabilità e al parcheggio previsti nel presente intervento.**

Inoltre, si evidenzia che:

**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 ciclopedonale, 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 rotatorie 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 ciclopedonale", 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.*

**Pertanto, ai sensi del precedente articolo, si evidenzia che l'intervento di ammodernamento stradale di via San Polo, con particolare evidenza alla realizzazione delle due rotonde di diametro 29 m e della strada di collegamento, risultano escluse dall'applicazione del presente regolamento.**

**Tuttavia, si precisa che in una successiva fase progettuale bisognerà provvedere all'adeguamento e alla sistemazione dei sottoservizi esistenti con particolare riferimento alla rete di drenaggio delle acque meteoriche conformemente a quanto esistente.**

Si evidenzia, inoltre, quanto segue:

*6. Ai fini della definizione della classe di intervento di cui all'articolo 9, gli interventi che vengono realizzati per lotti funzionali **devono essere considerati nella loro unitarietà**; pertanto, la superficie interessata dall'intervento **è la superficie complessiva data dalla somma delle superfici degli interventi dei singoli lotti**. Diversamente, più interventi indipendenti possono prevedere la realizzazione di un'unica opera di invarianza idraulica o idrologica; anche in questo caso, la classe di intervento di cui all'articolo 9 considera come superficie interessata dall'intervento la superficie complessiva data dalla somma delle superfici dei singoli interventi. Per l'opera di cui al precedente periodo deve essere individuato un unico soggetto gestore, fatto salvo quanto previsto all'articolo 13, comma 2.*

*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).*



### 5.3 Individuazione delle aree di intervento

Stante le analisi condotte nei paragrafi precedenti, è possibile valutare l'estensione della superficie interessata dall'intervento che è stata assoggetta all'individuazione di misure di invarianza idraulica ed idrologica.



Figura 14. L'area di intervento allo stato di fatto.

Si tratta dell'area occupata dagli edifici nell'Area BARIBBI, Ex IVECO, tra via S. Polo e via Tiepolo. Attualmente l'area è in gran parte occupata da edifici esistenti oggetto di demolizione

Nell'immagine che segue è riportato un maggiore dettaglio delle superfici impermeabili stimate, utile a definire i parametri per il calcolo dei volumi necessari al rispetto dell'invarianza.



Figura 15. Planimetria dello stato di progetto con individuazione delle diverse aree all'interno del lotto.

Data la configurazione di progetto si ritiene opportuno prevedere un sistema di invaso adeguato per ognuna delle aree private che compongono il lotto. Questo ragionamento è fatto per ottenere una migliore distribuzione dei volumi di laminazione.

Si riporta nel seguito l'analisi relativa allo stato di progetto.

- **Edificio Alimentare 1**

Tabella 5. Configurazione preliminare di progetto per l'Edificio Alimentare 1 indicata ai fini idraulici.

Tipologia del suolo	superficie mq	$\Phi$
impermeabile	6035,82	1,0
semipermeabile	0,00	0,7
verde	531,80	0,3
<b>Totale area</b>	<b>6 567,62</b>	<b>0,94</b>



- **Lotto ristorazione**

Tabella 6. Configurazione preliminare di progetto per il lotto ristorazione indicata ai fini idraulici.

Tipologia del suolo	superficie mq	$\phi$
impermeabile	2907,68	1,0
semipermeabile	0,00	0,7
verde	751,19	0,3
<b>Totale area</b>	<b>3 658,87</b>	<b>0,86</b>

- **Lotto DT450**

Tabella 7. Configurazione preliminare di progetto per il lotto DT450 indicata ai fini idraulici.

Tipologia del suolo	superficie mq	F
impermeabile	3302,35	1,0
semipermeabile	0,00	0,7
verde	426,57	0,3
<b>Totale area</b>	<b>3 728,92</b>	<b>0,92</b>

- **Edificio alimentare 2**

Tabella 8. Configurazione preliminare di progetto per l'edificio alimentare, indicata ai fini idraulici.

Tipologia del suolo	superficie mq	$\phi$
impermeabile	7564,12	1,0
semipermeabile	0,00	0,7
verde	418,80	0,3
<b>Totale area</b>	<b>7 982,92</b>	<b>0,96</b>

- **RSA**

Tabella 9. Configurazione preliminare di progetto per la RSA, indicata ai fini idraulici.

Tipologia del suolo	superficie mq	$\Phi$
impermeabile	8607,98	1,0
semipermeabile	0,00	0,7
verde	2955,55	0,3
<b>Totale area</b>	<b>11 563,53</b>	<b>0,82</b>

- **Edificio residenziale**

Tabella 10. Configurazione preliminare di progetto per l'edificio residenziale, indicata ai fini idraulici.

Tipologia del suolo	superficie mq	$\Phi$
impermeabile	1479,98	1,0
semipermeabile	0,00	0,7
verde	490,83	0,3
<b>Totale area</b>	<b>1 970,81</b>	<b>0,83</b>

Nel caso in oggetto, e valutando l'intervento nella sua interezza, sebbene siano presenti aree a destinazione differente, trattandosi di **una superficie complessiva di 4.08 ha < 1 ha**, con coefficienti di deflusso ponderale **0.79 > 0.4**, l'opera, in base alla tabella seguente allegata al R.R. n. 7/2017, rientra tra gli interventi classificati come **impermeabilizzazione potenziale alta**.

Tabella 11. Configurazione preliminare di progetto per il lotto intero, indicata ai fini idraulici.

Tipologia del suolo	superficie mq	$\Phi$
impermeabile	30671,14	1,0
semipermeabile	0,00	0,7
verde non collettato	4328,52	0
verde	5829,59	0,3
<b>Totale area</b>	<b>40 829,25</b>	<b>0,79</b>

Si precisa inoltre che, non essendo possibile calcolare l'invarianza sull'intero lotto, vista la sua divisione in diversi lotti individuali e per la migliore distribuzione dei volumi di invaso, si procederà al calcolo tramite il metodo delle sole piogge.

Tabella 12. 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.

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO FONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
			Area A, B	Area C
0	impermeabilizzazione potenziale qualsiasi $\leq 0,03$ ha ( $\leq 300$ mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	impermeabilizzazione potenziale bassa da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ ha (da $> 300$ mq a $\leq 1.000$ mq)	$< 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ ha (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 (da $> 1.000$ a $\leq 10.000$ mq)	qualsiasi		
	da $> 1$ a $\leq 10$ ha (da $> 10.000$ a $\leq 100.000$ mq)	$\leq 0,4$		
3	da $> 1$ a $\leq 10$ ha (da $> 10.000$ a $\leq 100.000$ mq)	$> 0,4$	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
	$> 10$ ha ( $> 100.000$ mq)	qualsiasi		

Siccome siamo in fase preliminare (PUA) non verrà utilizzato il metodo dettagliato. Di seguito si riportano i calcoli idraulici per la determinazione dei volumi di invaso con il metodo di sole piogge.

## 5.4 Calcolo delle misure di invarianza idraulica ed idrologica

### 5.4.1 Volumi minimi (art.12 R.R. n.7/2007)

Secondo quanto previsto dal 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)", così come modificato e integrato dai R.R. n.7 del 2018 e n.8 del 2019 nei commi 2. e 3. dell'Art.12,i volumi calcolati per l'invarianza devono essere confrontati con i volumi minimi d'invaso previsti da normativa.

Di seguito si riporta l'estratto:

*"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' 0,8 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.*

*3. I volumi di cui al comma 2 sono da adottare anche nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti negli ambiti territoriali ad alta e media criticità, qualora il volume risultante dai calcoli di cui all'articolo 11, comma 2, lettera e), fosse minore."*

A tal proposito si procede a calcolare il volume minimo di invaso secondo quanto indicato al precedente paragrafo, calcolando anche la riduzione del 30%, applicabile nelle casistiche sopra descritte.

Tabella 13. Calcolo dei volumi di invaso minimi richiesti dal R.R.7 e decurtati del 30% per tutto il lotto.

Area di riferimento	Estensione totale [mq]	Coefficiente di deflusso medio di progetto	Volume minimo di invaso richiesto (ai sensi art. 9 del R.R.7)	Volume minimo di invaso richiesto (mc)	Volume di invaso minimo richiesto ridotto 30% (mc)
Edificio Alimentare 2	7 982,92	0.96	800 mc/ha imp.	492,1 mc	<b>344,5</b>
Lotto Ristorazione	3 658,87	0,86	800 mc/ha imp.	200,5	<b>140,4</b>

Lotto DT450	3 728,92	0,92	800 mc/ha imp.	219,5 mc	<b>153,7</b>
Lotto edifico Alimentare 1	6 567,62	0,94	800 mc/ha imp.	396,5 mc	<b>277,6</b>
RSA	11 563,53	0,82	800 mc/ha imp.	607,7 mc	<b>425,4</b>
Residenziale	1 970,81	0,83	800 mc/ha imp.	104,1 mc	<b>72,9</b>

In riferimento, infine, all'art. 11 recante "Metodologia di calcolo delle misure di invarianza idraulica e idrologica per il rispetto dei limiti allo scarico in caso di interventi di impermeabilizzazione potenziale media o alta ricadenti negli ambiti territoriali di criticità media o alta" si evidenzia che:

a) tempi di ritorno di riferimento: considerato che l'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica contribuisce in modo fondamentale alle misure di prevenzione dell'esondazione dei corsi d'acqua e delle reti di drenaggio urbano, il presente regolamento prevede che siano valutate le condizioni locali di rischio di allagamento residuo per eventi di tempo di ritorno alti, quelli cioè che determinano un superamento anche rilevante delle capacità di controllo assicurate dalle strutture fognarie; gli interventi di laminazione o anche infiltrazione delle acque pluviali sono conseguentemente dimensionati assumendo i seguenti valori di tempi di ritorno:

1. **T = 50 anni: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di laminazione o anche infiltrazione con un adeguato grado di sicurezza delle stesse**, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani;

2. **T = 100 anni: tempo di ritorno da adottare per la verifica del grado di sicurezza delle opere come sopra dimensionate. Tale verifica è mirata a valutare che, in presenza di un evento con T 100, non si determinò esondazioni che arrechino danni a persone o a cose, siano esse le opere stesse o le strutture presenti nell'intorno. Il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi;**

[...]

c) calcolo del processo di infiltrazione:

1. nella progettazione degli interventi di invarianza idraulica e idrologica è necessario analizzare i processi di interscambio che intervengono durante i fenomeni piovosi intensi tra la superficie del suolo e il sistema idrico sotterraneo per valutare la soggiacenza della superficie piezometrica rispetto al piano campagna. **Se la falda più superficiale è a quota sufficientemente inferiore al piano campagna è possibile infiltrare una parte dell'afflusso meteorico, in funzione della capacità di infiltrazione del suolo. Se la falda più superficiale è prossima o coincidente con il piano campagna, non è ammissibile l'infiltrazione dell'afflusso meteorico. In ogni caso il progetto di invarianza idraulica e idrologica di cui all'articolo 10 deve valutare ogni possibilità di incentivare l'infiltrazione delle acque meteoriche afferenti da superfici non suscettibili di inquinamento allo scopo di tendere alla restituzione delle stesse ai naturali processi di infiltrazione preesistenti all'intervento. Il progetto deve conseguentemente valutare la realizzazione di**

strutture di infiltrazione quali aree verdi di infiltrazione, trincee drenanti, pozzi drenanti, cunette verdi, pavimentazioni permeabili, adeguate a tale obiettivo;

2. il progetto di invarianza idraulica e idrologica di cui all'articolo 10 deve valutare anche se l'infiltrazione di una parte dell'afflusso meteorico è possibile o invece è da escludere in funzione:

2.1. della qualità delle acque meteoriche di cui si prevede l'infiltrazione in relazione alla loro compatibilità con la tutela qualitativa delle falde;

2.2. della stabilità dei versanti o del sottosuolo. Il progetto deve accertare che le infiltrazioni non contribuiscano all'instabilità di versanti franosi o alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, quali gli occhi pollini;

**2.3. della possibile interferenza con le fondazioni o anche i piani interrati degli edifici esistenti;**

2.3.bis della presenza di aree non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, quali aree caratterizzate da falda subaffiorante, aree con terreni a bassa permeabilità;

3. l'analisi dell'infiltrabilità dei deflussi superficiali deve basarsi sulle conoscenze e su quanto previsto dagli strumenti di pianificazione regionali e provinciali di settore, nonché **nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del comune;**

4. Nel calcolo del processo di infiltrazione devono essere adottati valori cautelativi dei coefficienti di permeabilità che tengano conto della progressiva tendenza all'intasamento dei materassi permeabili e conseguente riduzione dei coefficienti di permeabilità. Per tale coefficiente devono conseguentemente assumersi nel progetto valori idonei a rappresentare condizioni di permeabilità a lungo termine. Il calcolo deve tenere conto:

4.1. dei volumi di laminazione necessari durante i transitori di pioggia intensa, in cui occorre determinare cautelativamente la portata possibile di infiltrazione durante il breve termine dell'evento meteorico;

4.2. della portata possibile di infiltrazione al di fuori dei transitori di pioggia, per valutare il tempo di svuotamento nel sottosuolo delle strutture di infiltrazione, anche con riferimento a quanto indicato alla lettera f);

5. il dimensionamento delle strutture di infiltrazione deve discendere da un progetto idraulico dettagliato e specifico basato su parametri idrogeologici sito specifici che, in funzione dell'importanza dell'intervento, possono essere calcolati e ricavati da adeguate indagini idrogeologiche sito specifiche e prove di dettaglio. Il progetto delle strutture di infiltrazione deve comprendere anche un piano di gestione e manutenzione, nonché l'indicazione degli interventi atti al mantenimento delle caratteristiche di progetto dell'opera;

[...]

d) calcolo dell'idrogramma netto:

1. la valutazione delle perdite idrologiche per il calcolo dell'idrogramma netto di piena in arrivo nell'opera di laminazione o nell'insieme delle opere di laminazione, può essere effettuata anche in via semplificata adottando i seguenti valori standard del coefficiente di deflusso, in luogo del calcolo dell'infiltrazione come da Allegato F:

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

**1.2. pari a 0,7 per i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del presente regolamento e per le pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili di strade, vialetti, parcheggi;**

**1.3. pari a 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;**

*2. i coefficienti di deflusso di cui al numero 1 sono adottati per la stima della superficie scolante impermeabile interessata dall'intervento, valutando il coefficiente di deflusso medio ponderale rispetto alle superfici delle tre categorie;*

*e) calcolo del volume di invaso per la laminazione delle acque pluviali:*

**3. il volume di laminazione da adottare per la progettazione degli interventi di invarianza idraulica e idrologica è il maggiore tra quello risultante dai calcoli e quello valutato in termini parametrici come requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2. 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;**

**4 bis. il volume dei vuoti di un sistema di infiltrazione, opportunamente ridotto al fine di tenere conto della progressiva tendenza all'intasamento, come indicato alla lettera c), numero 4, è computabile come parte del volume da realizzare ai sensi del presente regolamento; non è considerabile, a tali fini, il volume infiltrato;**

Come già anticipato precedentemente, nel caso in esame, essendo favorevoli le condizioni di permeabilità e di soggiacenza della falda, si è perseguita la soluzione di infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche, attraverso la realizzazione di pozzi perdenti.

## **5.4.2 Metodo delle sole piogge (Art. 11 e allegato G R.R. n.7/2007)**

Il metodo delle sole piogge si basa sulle seguenti assunzioni: l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata  $D$  e portata costante pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso; con questa assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso. Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Nota quindi la portata da scaricare, si possono calcolare, tramite l'equazione seguente, i massimi volumi di invaso relativi ad una determinata durata  $\tau$  della precipitazione.



$$W_i = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot \left[ \frac{a}{(t+b)^c} \cdot t \right] - Q_u \cdot t$$

dove:

$W_i$  è il volume di invaso;

$W_e$  è il volume in ingresso;

$W_u$  è il volume in uscita;

$S$  è la superficie scolante;

$\varphi$  è il coefficiente di deflusso medio dell'area;

$t$  è la durata della precipitazione.

La durata critica, ossia la durata per la quale si ha il massimo volume di invaso da rendere disponibile, si ottiene ponendo nulla la derivata prima, in funzione del tempo, dell'equazione sopra riportata.

Si ottiene dunque:

$$t = \sqrt[c]{\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left[ -\frac{c \cdot t}{t+b} + 1 \right]}} - b$$

che, a convergenza, porta a determinare:

$$t_{critico} = \sqrt[c]{\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left[ -\frac{c \cdot t_{critico}}{t_{critico} + b} + 1 \right]}} - b$$

e conseguentemente:

$$W_i = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot \left[ \frac{a}{(t_{critico} + b)^c} \cdot t_{critico} \right] - Q_u \cdot t_{critico}$$

L'applicazione di tale metodo, trascurando il processo di trasformazione afflussi deflussi che avviene nel bacino scolante, comporta una sopravvalutazione delle portate di piena in ingresso alla rete e conseguentemente dei volumi in invaso.

#### ▪ Edificio Alimentare 1

Per questo edificio quindi, come si avrà modo di spiegare meglio nei capitoli successivi, considerando di scaricare per infiltrazione attraverso l'utilizzo di un pozzo drenante, una portata pari a circa 13,63 l/s, si ottengono i seguenti risultati:

<b>portata consentita allo scarico</b>	<b>Q=13,63 l/s</b>
<b>durata critica</b>	<b>t=2,63 ore</b>
<b>volume di invaso</b>	<b>V=369 mc</b>
<b>volume di invaso specifico</b>	<b>v=562 mc/ha</b>

#### ▪ Lotto ristorazione

Per questo lotto quindi, considerando di scaricare per infiltrazione attraverso l'utilizzo di un pozzo drenante, una portata pari a circa 10,34 l/s, si ottengono i seguenti risultati:

<b>portata consentita allo scarico</b>	<b>Q= 10,34 l/s</b>
<b>durata critica</b>	<b>t= 1,32 ore</b>
<b>volume di invaso</b>	<b>V= 159 mc</b>
<b>volume di invaso specifico</b>	<b>v= 534 mc/ha</b>

▪ **Lotto DT450**

Per questo lotto quindi, considerando di scaricare per infiltrazione attraverso l'utilizzo di un pozzo drenante, una portata pari a circa 10,29 l/s, si ottengono i seguenti risultati:

<b>portata consentita allo scarico</b>	<b>Q=10,29 l/s</b>
<b>durata critica</b>	<b>t=1,66 ore</b>
<b>volume di invaso</b>	<b>V=181 mc</b>
<b>volume di invaso specifico</b>	<b>v=487 mc/ha</b>

▪ **Edificio alimentare 2**

Per questo lotto quindi, considerando di scaricare per infiltrazione attraverso l'utilizzo di un pozzo drenante, una portata pari a circa 20,76 l/s, si ottengono i seguenti risultati:

<b>portata consentita allo scarico</b>	<b>Q=20,76 l/s</b>
<b>durata critica</b>	<b>t=2,04 ore</b>
<b>volume di invaso</b>	<b>V=424 mc</b>
<b>volume di invaso specifico</b>	<b>v=531 mc/ha</b>

▪ **RSA**

Per questo lotto quindi, considerando di scaricare per infiltrazione attraverso l'utilizzo di un pozzo drenante, una portata pari a circa 30,38 l/s, si ottengono i seguenti risultati:

<b>portata consentita allo scarico</b>	<b>Q=30,38 l/s</b>
<b>durata critica</b>	<b>t=1,30 ore</b>
<b>volume di invaso</b>	<b>V=487 mc</b>
<b>volume di invaso specifico</b>	<b>v=421 mc/ha</b>

▪ **Edificio residenziale**

Per questo lotto quindi, considerando di scaricare per infiltrazione attraverso l'utilizzo di un pozzo drenante, una portata pari a circa 30,38 l/s, si ottengono i seguenti risultati:

<b>portata consentita allo scarico</b>	<b>Q=6,51 l/s</b>
<b>durata critica</b>	<b>t=0,96 ore</b>
<b>volume di invaso</b>	<b>V=77 mc</b>
<b>volume di invaso specifico</b>	<b>v=421 mc/ha</b>

Secondo quanto previsto dal R.R.7/2007, Il valore del volume di invaso ottenuto tramite il metodo delle sole piogge per eventi con **tempo di ritorno di 100 anni** deve essere confrontato con il volume minimo ricavato secondo quanto previsto all'art.12 della R.R.7/2007 e tra questi deve essere preso il **valore massimo**, da utilizzarsi come base progettuale.

Tabella 14. Confronto tra volume di invaso minimi e volume di invaso con il metodo sole piogge

Area di riferimento	Volume di invaso minimo richiesto ridotto 30%	Volume di invaso con il metodo Sole Piogge a Tr=100 anni	Volume ritenuto
<i>Edificio Alimentare 2</i>	423,9	344,5	<b>423,9</b>
<i>Lotto Ristorazione</i>	140,4	159,21	<b>159,21</b>
<i>Lotto DT450</i>	153,7	181,5	<b>181,5</b>
<i>Lotto edificio Alimentare 1</i>	277,6	369,00	<b>369,00</b>
<i>RSA</i>	425,4	486,51	<b>486,51</b>
<i>Residenziale</i>	72,9	76,6	<b>76,6</b>

## 5.5 Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica

Il volume da invasare ottenuto dall'analisi idraulica imposta dalla "metodo delle sole piogge" va confrontato con il volume minimo imposto da normativa (art. 12 del RR). Ai fini del dimensionamento, va dunque **imposto volume di invaso minimo derivante dal confronto tra i due valori sopracitati, scegliendo il maggiore tra i due.**

Dagli studi geologici si desume che la permeabilità del terreno naturale è buona, nell'ordine di  $3 \times 10^{-5}$  m/s, per la presenza della matrice fine. essendo favorevoli le condizioni di permeabilità e di soggiacenza della falda, si è perseguita la soluzione di infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche

Il processo di infiltrazione avverrà mediante pozzi perdenti di diametro pari a 2 m e altezza pari a 6 m. Quindi, la soluzione progettuale ipotizzata per lo smaltimento della portata meteorica di deflusso ricade nella realizzazione di:

- condotte circolari d'invaso
- pozzi perdenti

La scelta della modalità di intervento è inoltre dipesa dalle caratteristiche dell'area in esame. Infatti, poiché la permeabilità del sottosuolo aumenta con la profondità, al fine di ridurre la profondità di scavo e di garantire un adeguato volume di invaso, si è optato per la soluzione avente le seguenti caratteristiche.

Tabella 15. Caratteristiche dei pozzi disperdente

Area di riferimento	Numero di pozzi	Diametro	Altezza	Profondità
Edificio Alimentare 2	6	2	6	8
Lotto Ristorazione	3	2	6	8
Lotto DT450	3	2	6	8
Lotto edificio Alimentare 1	4	2	6	8
RSA	9	2	6	8
Residenziale	2	2	6	8

Nota il volume da garantire, la definizione della configurazione geometrica preliminare del sistema si è basata sui dati a disposizione, nonché sui vincoli di varia natura presenti, alcuni generali, altri specifici per il singolo sistema, tra cui garantire un adeguato ricoprimento delle tubazioni.

Sulla base di quanto sopra elencato, e nota la geometria di progetto dell'area, si riportano in seguito le principali caratteristiche di ciascuno dei sistemi di accumulo e dispersione delle acque meteoriche previsti nel presente intervento.



Figura 16. Planimetria della rete di acque meteoriche stato di progetto

### 5.5.1 Lotto Edificio alimentare 2

Per la raccolta delle acque defluenti dalla superficie impermeabile verranno previste all'interno di quest'area la disposizione di una rete di tubazioni circolari:

- Piazzale:
  - rete di drenaggio superficiale, una rete secondaria di tubazioni per il collettamento delle acque scolanti dai parcheggi e sono collegate al collettore principale costituito da linee di tubazione di diametro 1000 mm, collegate tra loro da pozzetti di ispezione in CLS da 150x150 cm, che andranno a confluire all'interno dei sistemi di invaso previo passaggio all'interno di un impianto di trattamento di prima pioggia (dissabbiatore-disoleatore) in continuo chi poi sarà distribuita uniformemente in condotti di 315 mm verso 5 pozzi perdente.
- Copertura:
  - Colonne pluviali, a raccolta delle acque provenienti dalle coperture successivamente convogliate al sistema di pozzi perdenti mediante tubazioni di diametro 1000 mm, collegate tra loro mediante pozzetti di ispezione in CLS e 150x150 cm;

Tabella 16. Caratteristiche del sistema di invaso ai fini dell'invarianza idraulica.

<b>TUBAZIONI CIRCOLARI DI INVASO</b>		
<b>Diametro</b>	1.00	m
<b>Lunghezza rete</b>	362.71	m
<b>Area sezione</b>	0.7445	mq
<b>Percentuale media di riempimento</b>	90	
<b>VOLUME INVASATO</b>	270	mc

Come già riportato nei paragrafi precedenti e sulla base di quanto previsto dal R.R.7/2007, si adotta come base progettuale il valore fornito dal metodo sole piogge; che fissa a 423,90 mc il massimo volume di invaso necessario ai fini della laminazione della portata meteorica.

Considerando le soluzioni progettuali che si è deciso di adottare, si riportano nella tabella riportata giù i volumi disponibili all'invaso temporaneo delle portate meteoriche e si vuole verificare che tale volume superi il volume massimo di invaso derivante dal calcolo mediante procedura dettagliata previsto per un evento meteorico centennale.

Tabella 17. Capacità di invaso delle opere idrauliche previste

<b>Sistema d'invaso</b>	<b>Volume [mc]</b>
<b>Tubazioni circolari</b>	270
<b>Pozzi</b>	155,51
<b>TOTALE</b>	425,55
<b>Volume da invasare</b>	423,90

Si vede quindi che la capacità totale di invaso pari a **425,55 mc** è maggiore del volume idrico derivante da un evento meteorico centennale; la verifica quindi risulta soddisfatta.

## 5.5.2 Lotto Edificio Alimentare 1

Per la raccolta delle acque defluenti dalla superficie impermeabile verranno previste all'interno di quest'area la disposizione di una rete di tubazioni circolari:

- Piazzale:
  - rete di drenaggio superficiale, è composta da linee di tubazione di diametro 1000 mm, collegate tra loro da pozzetti di ispezione in CLS da 150x150 cm, che andranno a confluire all'interno dei sistemi di invaso previo passaggio all'interno di un impianto di trattamento di prima pioggia (dissabbiatore-disoleatore) in continuo chi poi sarà distribuita uniformemente in condotti di 315 mm verso 4 pozzi perdente.;
- Copertura:
  - Colonne pluviali, a raccolta delle acque provenienti dalle coperture successivamente convogliate al sistema di pozzi perdenti mediante tubazioni di diametro variabile 1000 mm, collegate tra loro mediante pozzetti di ispezione in CLS e 150x150 cm;

Tabella 18. Caratteristiche del sistema di invaso ai fini dell'invarianza idraulica.

TUBAZIONI CIRCOLARI DI INVASO		
Diametro	1.00	m
Lunghezza rete	356,64	m
Area sezione	0.7445	mq
Percentuale media di riempimento	90	
<b>VOLUME INVASATO</b>	265,50	mc

Come già riportato nei paragrafi precedenti e sulla base di quanto previsto dal R.R.7/2007, si adotta come base progettuale il valore fornito dal metodo sole piogge; che fissa a 369,00 mc il massimo volume di invaso necessario ai fini della laminazione della portata meteorica.

Considerando le soluzioni progettuali che si è deciso di adottare, si riportano nella tabella riportata giù i volumi disponibili all'invaso temporaneo delle portate meteoriche e si vuole verificare che tale volume superi il volume massimo di invaso derivante dal calcolo mediante procedura dettagliata previsto per un evento meteorico centennale.

Tabella 19. Capacità di invaso delle opere idrauliche previste

Sistema d'invaso	Volume [mc]
Tubazioni circolari	264,3
Pozzi	103,67
<b>TOTALE</b>	369,20
<b>Volume da invasare</b>	369,00

Si vede quindi che la capacità totale di invaso pari a **369.20 mc** è maggiore del volume idrico derivante da un evento meteorico centennale; la verifica quindi risulta soddisfatta.

### 5.5.3 Lotto ristorazione

Per la raccolta delle acque defluenti dalla superficie impermeabile verranno previste all'interno di quest'area la disposizione di una rete di tubazioni circolari:

- Piazzale:
  - rete di drenaggio superficiale, rete secondaria di tubazioni per il collettamento delle acque scolanti dalla viabilità interna e il suo collegamento al collettore principale costituito da linee di tubazione di diametro e 1000 mm lo stesso disegnato per collettamento delle acqua scolante nel parcheggi, collegate tra loro da pozzetti di ispezione in CLS da 150x150 cm, che andranno a confluire all'interno dei sistemi di invaso previo passaggio all'interno di un impianto di trattamento di prima pioggia (dissabbiatore-disoleatore) in continuo chi poi sarà distribuita uniformemente in condotti di 315 mm verso 3 pozzi perdente.
- Copertura:



- Colonne pluviali, a raccolta delle acque provenienti dalle coperture successivamente convogliate al sistema di pozzi perdenti.

Tabella 20. Caratteristiche del sistema di invaso ai fini dell'invarianza idraulica.

<b>TUBAZIONI CIRCOLARI DI INVASO</b>		
<b>Diametro</b>	1.00	m
<b>Lunghezza rete</b>	110	m
<b>Area sezione</b>	0.7445	m <sup>2</sup>
<b>Percentuale media di riempimento</b>	90	
<b>VOLUME INVASATO</b>	81,90	mc

Come già riportato nei paragrafi precedenti e sulla base di quanto previsto dal R.R.7/2007, si adotta come base progettuale il valore fornito dal metodo sole piogge; che fissa a 159,20 mc il massimo volume di invaso necessario ai fini della laminazione della portata meteorica.

Considerando le soluzioni progettuali che si è deciso di adottare, si riportano nella tabella riportata giù i volumi disponibili all'invaso temporaneo delle portate meteoriche e si vuole verificare che tale volume superi il volume massimo di invaso derivante dal calcolo mediante procedura dettagliata previsto per un evento meteorico centennale.

Tabella 21. Capacità di invaso delle opere idrauliche previste

<b>Sistema d'invaso</b>	<b>Volume [mc]</b>
<b>Tubazioni circolari</b>	81,90
<b>Pozzi</b>	77,5
<b>TOTALE</b>	159,65
<b>Volume da invasare</b>	159,20

Si vede quindi che la capacità totale di invaso pari a **159.65 mc** è maggiore del volume idrico derivante da un evento meteorico centennale; la verifica quindi risulta soddisfatta.

### 5.5.4 Lotto DT450

Per la raccolta delle acque defluenti dalla superficie impermeabile verranno previste all'interno di quest'area la disposizione di una rete di tubazioni circolari:

- Piazzale:
  - rete di drenaggio superficiale, una rete secondaria di tubazione e il suo collegamento al collettore principale costituito da linee di tubazione di diametro e 1000mm, collegate tra loro da pozzetti di ispezione in CLS da 150x150 cm, che andranno a confluire all'interno dei sistemi di invaso previo passaggio all'interno di un impianto di trattamento di prima pioggia (dissabbiatore-disoleatore) in continuo chi poi sarà distribuita uniformemente in condotti di 315 mm verso 3 pozzi perdente.
- Copertura:
  - Colonne pluviali, a raccolta delle acque provenienti dalle coperture successivamente convogliate al sistema di pozzi perdenti mediante tubazioni di diametro variabile 315 mm, collegate tra loro mediante pozzetti di ispezione;

Tabella 22. Caratteristiche del sistema di invaso ai fini dell'invarianza idraulica.

<b>TUBAZIONI CIRCOLARI DI INVASO</b>		
<b>Diametro</b>	1.00	m
<b>Lunghezza rete</b>	140	m
<b>Area sezione</b>	0.7445	mq
<b>Percentuale media di riempimento</b>	90	
<b>VOLUME INVASATO</b>	104.20	mc

Come già riportato nei paragrafi precedenti e sulla base di quanto previsto dal R.R.7/2007, si adotta come base progettuale il valore fornito dal metodo sole piogge; che fissa a 181,50 mc il massimo volume di invaso necessario ai fini della laminazione della portata meteorica.

Considerando le soluzioni progettuali che si è deciso di adottare, si riportano nella tabella riportata giù i volumi disponibili all'invaso temporaneo delle portate meteoriche e si vuole verificare che tale volume superi il volume massimo di invaso derivante dal calcolo mediante procedura dettagliata previsto per un evento meteorico centennale.

Tabella 23. Capacità di invaso delle opere idrauliche previste

<b>Sistema d'invaso</b>	<b>Volume [mc]</b>
<b>Tubazioni circolari</b>	104,20
<b>Pozzi</b>	77,75
<b>TOTALE</b>	181,99
<b>Volume da invasare</b>	181,50

Si vede quindi che la capacità totale di invaso pari a **181,99 mc** è maggiore del volume idrico derivante da un evento meteorico centennale; la verifica quindi risulta soddisfatta.

### 5.5.5 Lotto RSA:

Per la raccolta delle acque defluenti dalla superficie impermeabile verranno previste all'interno di quest'area la disposizione di una rete di tubazioni circolari:

- Piazzale:
  - rete di drenaggio superficiale, una rete di tubazione in CLS 800 mm, collegate tra loro da pozzetti di ispezione in CLS da 100x100 cm, che andranno a confluire all'interno dei sistemi di invaso previo passaggio all'interno di un impianto di trattamento di prima pioggia (dissabbiatore-disoleatore) in continuo chi poi sarà distribuita uniformemente in condotti di 315 mm verso 9 pozzi perdente.
- Copertura:
  - Colonne pluviali, a raccolta delle acque provenienti dalle coperture successivamente convogliate al sistema di pozzi perdenti mediante tubazioni di diametro variabile 800 mm, collegate tra loro mediante pozzetti di ispezione in CLS e 100x100 cm;

Tabella 24. Caratteristiche del sistema di invaso ai fini dell'invarianza idraulica.

TUBAZIONI CIRCOLARI DI INVASO		
Diametro	0,8	m
Lunghezza rete	440	m
Area sezione	0.7445	m <sup>2</sup>
Percentuale media di riempimento	90	
<b>VOLUME INVASATO</b>	262.10	mc

Come già riportato nei paragrafi precedenti e sulla base di quanto previsto dal R.R.7/2007, si adotta come base progettuale il valore fornito dal metodo sole piogge; che fissa a 486,50 mc il massimo volume di invaso necessario ai fini della laminazione della portata meteorica.

Considerando le soluzioni progettuali che si è deciso di adottare, si riportano nella tabella riportata giù i volumi disponibili all'invaso temporaneo delle portate meteoriche e si vuole verificare che tale volume superi il volume massimo di invaso derivante dal calcolo mediante procedura dettagliata previsto per un evento meteorico centennale.

Tabella 25. Capacità di invaso delle opere idrauliche previste

Sistema d'invaso	Volume [mc]
Tubazioni circolari	262,10
Pozzi	233,26
<b>TOTALE</b>	<b>495,34</b>
<b>Volume da invasare</b>	<b>486,50</b>

Si vede quindi che la capacità totale di invaso pari a **495,34 mc** è maggiore del volume idrico derivante da un evento meteorico centennale; la verifica quindi risulta soddisfatta.

### 5.5.6 Lotto Edificio residenziale

Per la raccolta delle acque defluenti dalla superficie impermeabile verranno previste all'interno di quest'area la disposizione di una rete di tubazioni circolari:

- Piazzale:
  - rete di drenaggio superficiale, una rete di tubazione in CLS 500 mm, collegate tra loro da pozzetti di ispezione in CLS da 80x80 cm, che andranno a confluire all'interno dei sistemi di invaso previo passaggio all'interno di un impianto di trattamento di prima pioggia (dissabbiatore-disoleatore) in continuo chi poi sarà distribuita uniformemente in condotti di 315 mm verso 2 pozzi perdente.
- Copertura:
  - Colonne pluviali, a raccolta delle acque provenienti dalle coperture successivamente convogliate al sistema di pozzi perdenti mediante tubazioni di diametro variabile 500 mm, collegate tra loro mediante pozzetti di ispezione in CLS e 80x80 cm;

Tabella 26. Caratteristiche del sistema di invaso ai fini dell'invarianza idraulica.

TUBAZIONI CIRCOLARI DI INVASO		
Diametro	0.50	m
Lunghezza rete	84.91	m
Area sezione	0.7445	mq
Percentuale media di riempimento	90	
<b>VOLUME INVASATO</b>	<b>31.6</b>	<b>mc</b>

Come già riportato nei paragrafi precedenti e sulla base di quanto previsto dal R.R.7/2007, si adotta come base progettuale il valore fornito dal metodo sole piogge; che fissa a 76,60 mc il massimo volume di invaso necessario ai fini della laminazione della portata meteorica.

Considerando le soluzioni progettuali che si è deciso di adottare, si riportano nella tabella riportata giù i volumi disponibili all'invaso temporaneo delle portate meteoriche e si vuole verificare che tale volume superi il volume massimo di vaso derivante dal calcolo mediante procedura dettagliata previsto per un evento meteorico centennale.

*Tabella 27. Capacità di vaso delle opere idrauliche previste*

<b>Sistema d'invaso</b>	<b>Volume [mc]</b>
<b>Tubazioni circolari</b>	31,60
<b>Pozzi</b>	51,84
<b>TOTALE</b>	83,44
<b>Volume da invasare</b>	76,60

Si vede quindi che la capacità totale di vaso pari a **83,40 mc** è maggiore del volume idrico derivante da un evento meteorico centennale; la verifica quindi risulta soddisfatta.



## 5.6 Opere di smaltimento: pozzi perdenti

Come già detto, nel caso in esame, essendo favorevoli le condizioni di permeabilità e di soggiacenza della falda, si è perseguita la soluzione di infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche. Infatti, si ricorda che, il valore della permeabilità del sottosuolo aumenta con la profondità e vale:

- **tra i 2 e i 4 metri, di 1.0 e 2.0 x10-6 m/s.**
- **oltre i 7 metri, di 3.0 e 4.0 x10-5 m/s.**

Nella realizzazione dei pozzi perdenti si prevede, al fondo e attorno alla parete laterale del pozzo, uno strato di pietrisco di spessore variabile che funge da filtro ad alta conducibilità idraulica.

Inoltre, il perimetro esterno laterale dello strato di pietrisco sarà rivestito di uno strato di geotessile non tessuto con l'obiettivo di ridurre il potenziale intasamento del pietrisco da parte del terreno circostante. I pozzi perdenti posizionati per lo smaltimento delle acque di deflusso dai piazzali carrabili, saranno dotati all'ingresso dei pretrattamenti comunemente adottati per le acque meteoriche di dilavamento stradale destinate al disperdimento nel sottosuolo – dissabbiatore e disoleazione in continuo – al fine di ottimizzarne il rendimento e la vita utile.



Figura 17. Pozzo perdente.

Viene fornita qui di seguito la teoria di SIEKER (1984) sull'infiltrazione delle acque al fondo di un pozzo, che sta alla base dei calcoli effettuati in questa trattazione.

**Il modello di calcolo prevede di considerare il contributo infiltrato come la portata scaricata dalla superficie drenante del pozzo, la quale è caratterizzata da un coefficiente di permeabilità K, espresso in m/s e funzione esclusivamente della capacità di infiltrazione del terreno in sito.**

Per i pozzi disperdenti, la portata  $Q_f$  può essere calcolata anche con la seguente formula, (Sieker, 1984) dove la precedente formula di Darcy assume l'espressione:

$$Q_f = K \left( \frac{L + z}{L + z/2} \right) A_f$$

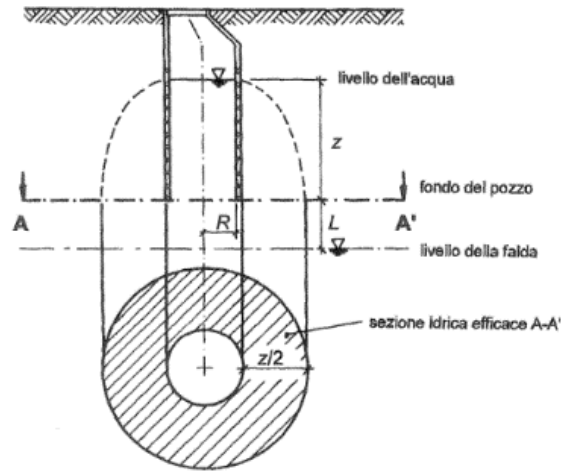


Figura 18. Teoria di Sieker relativa ai pozzi perdenti (1984).

essendo  $K$  la sopra calcolata permeabilità, mentre il termine fra parentesi rappresenta la cadente in cui compare l'altezza  $z$  dello strato drenante del pozzo, il dislivello  $L$  fra il fondo del pozzo ed il sottostante livello di falda.

L'effettiva area drenante del pozzo  $A_f$  è assunta come un anello di larghezza  $z/2$  attorno alla base del pozzo. Non si considera la base drenante del pozzo, per tenere conto della sua possibile occlusione.

Nella seguente tabelle si riportano le caratteristiche geometriche relative a ciascun pozzo disperdente per ogni lotto separato.

Tabella 28. Caratteristiche geometriche del singolo pozzo perdente di ciascuna area.

Pozzi disperdenti Edificio Alimentare 1		
Capacità di infiltrazione $K$	0,00003	m/s
livello falda da p.c.	9,00	m
altezza pozzo perdente (da p.c.)	8,00	m
altezza strato drenante pozzo $z$	6,00	m
dislivello fondo pozzo-livello falda $L$	1,00	m
diametro interno pozzo perdente	2,00	m
larghezza corona esterna in ghiaia	0,5	m
diametro esterno corona in ghiaia	3	m
area fittizia drenante pozzo $A_f$	63,62	mq
$Q$ di infiltrazione singolo pozzo	3,34	l/s
numero di pozzi	4,00	
$Q$ infiltrazione totale	13,36	l/s
Volume pozzo	18,85	m <sup>3</sup>

<b>Volume corona di ghiaia</b>	7,07	
<b>Volume totale</b>	103,67	
<b>Tempo di svuotamento</b>	7,67	ore

<b>Pozzi disperdenti Edificio Ristorazione</b>		
<b>Capacità di infiltrazione K</b>	0,00003	m/s
<b>livello falda da p.c.</b>	9,00	m
<b>altezza pozzo perdente (da p.c.)</b>	8,00	m
<b>altezza strato drenante pozzo z</b>	6,00	m
<b>dislivello fondo pozzo-livello falda L</b>	1,00	m
<b>diametro interno pozzo perdente</b>	2,00	m
<b>larghezza corona esterna in ghiaia</b>	0,5	m
<b>diametro esterno corona in ghiaia</b>	3	m
<b>area fittizia drenante pozzo Af</b>	63,62	mq
<b>Q di infiltrazione singolo pozzo</b>	3,34	l/s
<b>numero di pozzi</b>	3,00	
<b>Q infiltrazione totale</b>	10,02	l/s
<b>Volume pozzo</b>	18,85	m <sup>3</sup>
<b>Volume corona di ghiaia</b>	7,07	
<b>Volume totale</b>	77,75	
<b>Tempo di svuotamento</b>	4,41	ore

<b>Pozzi disperdenti DT450</b>		
<b>Capacità di infiltrazione K</b>	0,00003	m/s
<b>livello falda da p.c.</b>	9,00	m
<b>altezza pozzo perdente (da p.c.)</b>	8,00	m
<b>altezza strato drenante pozzo z</b>	6,00	m
<b>dislivello fondo pozzo-livello falda L</b>	1,00	m
<b>diametro interno pozzo perdente</b>	2,00	m
<b>larghezza corona esterna in ghiaia</b>	0,5	m
<b>diametro esterno corona in ghiaia</b>	3	m
<b>area fittizia drenante pozzo Af</b>	63,62	mq
<b>Q di infiltrazione singolo pozzo</b>	3,34	l/s

<b>numero di pozzi</b>	3,00	
<b>Q infiltrazione totale</b>	10,02	l/s
<b>Volume pozzo</b>	18,85	m <sup>3</sup>
<b>Volume corona di ghiaia</b>	7,07	
<b>Volume totale</b>	77,75	
<b>Tempo di svuotamento</b>	5,03	ore

<b>Pozzi disperdenti Alimentare 2</b>		
<b>Capacità di infiltrazione K</b>	0,00003	m/s
<b>livello falda da p.c.</b>	9,00	m
<b>altezza pozzo perdente (da p.c.)</b>	8,00	m
<b>altezza strato drenante pozzo z</b>	6,00	m
<b>dislivello fondo pozzo-livello falda L</b>	1,00	m
<b>diametro interno pozzo perdente</b>	2,00	m
<b>larghezza corona esterna in ghiaia</b>	0,5	m
<b>diametro esterno corona in ghiaia</b>	3	m
<b>area fittizia drenante pozzo Af</b>	63,62	m <sup>2</sup>
<b>Q di infiltrazione singolo pozzo</b>	3,34	l/s
<b>numero di pozzi</b>	6,00	
<b>Q infiltrazione totale</b>	20,04	l/s
<b>Volume pozzo</b>	18,85	m <sup>3</sup>
<b>Volume corona di ghiaia</b>	7,07	
<b>Volume totale</b>	155,51	
<b>Tempo di svuotamento</b>	5,88	ore



<b>pozzi disperdenti Edificio RSA</b>		
<b>Capacità di infiltrazione K</b>	0,00003	m/s
<b>livello falda da p.c.</b>	9,00	m
<b>altezza pozzo perdente (da p.c.)</b>	8,00	m
<b>altezza strato drenante pozzo z</b>	6,00	m
<b>dislivello fondo pozzo-livello falda L</b>	1,00	m
<b>diametro interno pozzo perdente</b>	2,00	m
<b>larghezza corona esterna in ghiaia</b>	0,5	m
<b>diametro esterno corona in ghiaia</b>	3	m
<b>area fittizia drenante pozzo Af</b>	63,62	mq
<b>Q di infiltrazione singolo pozzo</b>	3,34	l/s
<b>numero di pozzi</b>	9,00	
<b>Q infiltrazione totale</b>	30,06	l/s
<b>Volume pozzo</b>	18,85	m <sup>3</sup>
<b>Volume corona di ghiaia</b>	7,07	
<b>Volume totale</b>	233,26	
<b>Tempo di svuotamento</b>	4,50	ore
<b>Pozzi disperdenti Edificio Residenziale</b>		
<b>Capacità di infiltrazione K</b>	0,00003	m/s
<b>livello falda da p.c.</b>	9,00	m
<b>altezza pozzo perdente (da p.c.)</b>	8,00	m
<b>altezza strato drenante pozzo z</b>	6,00	m
<b>dislivello fondo pozzo-livello falda L</b>	1,00	m
<b>diametro interno pozzo perdente</b>	2,00	m
<b>larghezza corona esterna in ghiaia</b>	0,5	m
<b>diametro esterno corona in ghiaia</b>	3	m
<b>area fittizia drenante pozzo Af</b>	63,62	mq
<b>Q di infiltrazione singolo pozzo</b>	3,34	l/s
<b>numero di pozzi</b>	2,00	
<b>Q infiltrazione totale</b>	6,68	l/s
<b>Volume pozzo</b>	18,85	m <sup>3</sup>
<b>Volume corona di ghiaia</b>	7,07	
<b>Volume totale</b>	51,84	
<b>Tempo di svuotamento</b>	3,19	ore

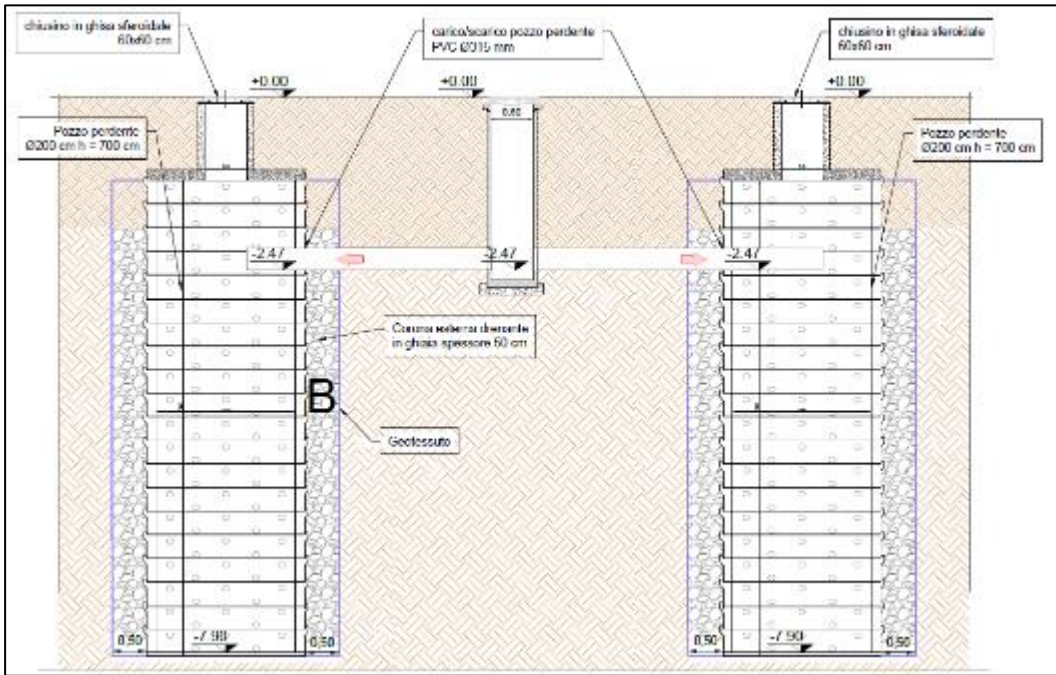


Figura 19. Particolare tipologico pozzo infiltrante.

## 5.7 Dimensionamento impianti di prima pioggia

Gli impianti delle cosiddette acque di prima pioggia sono stati dimensionati secondo i criteri stabiliti dal **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", di cui si riporta un estratto.

*"Art.1. Il presente regolamento disciplina lo smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne ai sensi dell'articolo 39, comma 3, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152 (Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato da nitrati provenienti da fonti agricole) e successive modificazioni e integrazioni e in attuazione dei criteri generali di cui all'articolo 52 della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche)."*

Il suddetto Regolamento nel successivo articolo 2 stabilisce alcune definizioni:

*"Art.2. Fatte salve le definizioni di cui all'articolo 2 del d.lgs.152/1999, si intende per:*

- a) "evento meteorico" una o più precipitazioni atmosferiche, anche tra loro temporalmente distanziate, di altezza complessiva di almeno 5 mm, che si verifichi o che si susseguano a di-stanza di almeno 96 ore da un analogo precedente evento;*
- b) "acque meteoriche di dilavamento" la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti;*
- c) "acque di prima pioggia" quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche;*
- d) "acque di seconda pioggia" la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;*
- e) "acque pluviali" le acque meteoriche di dilavamento dei tetti, delle pensiline e dei terrazzi degli edifici e delle installazioni;*
- f) "superficie scolante" l'insieme di strade, cortili, piazzali, aree di carico e scarico e di ogni altra analoga superficie scoperta, alle quali si applicano le disposizioni sullo smaltimento delle acque meteoriche di cui al presente Regolamento;*
- g) "acque di lavaggio" le acque, comunque approvvigionate, attinte o recuperate, utilizzate per il lavaggio delle superfici di cui alla lettera f) e qualsiasi altra acqua di origine meteorica venga ad interessare le medesime superfici direttamente o indirettamente;*
- h) "rete di raccolta delle acque meteoriche" l'insieme delle condotte utilizzate per la raccolta separata ed il convogliamento delle acque meteoriche di dilavamento e di quelle di lavaggio relative alle superfici scolanti."*

*"Art.3. 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 cari-co, 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.”

Nell'area oggetto di intervento quindi, sulla base di quanto previsto dal R.R. 04/2006, viene realizzato un impianto di trattamento per le acque di prima pioggia per i diversi lotti separatamente quindi un totale di sei (6) impianti di Prima Pioggia da collegare alla rete di collettamento delle acque sssmeteoriche scolante delle strade e parcheggi.

In riferimento all'art.2 c. a) del R.R. 04/2006, considerando i 5 mm di pioggia, moltiplicati per la superficie della relativa area, sono state calcolati i seguenti volumi di prima pioggia:

Tabella 29. Volumi di impianti di prima pioggia

Area di riferimento	Superficie Impermeabile [mq]	Volume PP [mc]
Edificio Alimentare 2	5643,61	28,22
Lotto Ristorazione	1904,06	9,52
Lotto DT450	2639,08	13,20
Lotto edificio Alimentare 1	4202,39	21,01
RSA	5405,81	27,03
Residenziale	979,98	4,90



## 6 RETE DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE NERE

Oltre alla progettazione della rete di drenaggio per le acque bianche, sarà realizzata una dorsale fognaria convogliante le acque nere provenienti dai lotti in progetto sino all'innesto con la rete esistente di tipo mista posta su Via S. Polo (DN710 mm in PVC) e via G.B Tiepolo (DN600 mm in CLS).

Per dimensionare correttamente la rete di fognatura è necessario conoscere la portata totale scaricata dal lotto e la portata probabile o di progetto ottenibile considerando come vi sia alternanza del consumo di acqua (e quindi dello scarico) da parte dei diversi utenti.

In questo caso, essendo la rete domestica, sarà inizialmente suddivisa in una sottorete di reflui "neri" e una di reflui "grigi" che subiranno diversi trattamenti prima di entrare nel collettore di nuova realizzazione; infatti, all'uscita dall'edificio vi sarà la linea nera un **sifone di tipo Firenze**, dopo le acque nere saranno dotate di **vasca Imhoff**. Inoltre, trattandosi di una attività produttiva in cui è possibile che vi sia la preparazione di beni alimentari di consumo attraverso le lavorazioni di materie prime quali carne e pesce, si è deciso di inserire un manufatto **degrassatore di tipo statico** per lo smaltimento delle sostanze provenienti dalle aree di lavorazione.

### 6.1 Stima della portata

La stima delle portate di progetto per una rete fognaria può essere effettuata solitamente in due modi:

- **mediante il metodo degli abitanti equivalenti;**
- **mediante il metodo della portata probabile.**

Il primo metodo è solitamente quello più utilizzato soprattutto nelle fasi preliminari di un progetto, in quanto si basa su variabili generalmente stimabili dalla letteratura tecnica di settore, note le dimensioni e la destinazione d'uso dell'area di progetto. Tuttavia, dalla progettazione di strutture analoghe in passato, si è potuto notare come tale metodo risulti valido nel dimensionamento delle opere complementari alla rete fognaria, qualora necessarie (vasche Imhoff, pozzetti di cacciata, sistemi di subirrigazione, etc.), ma porti a una significativa sottostima (di almeno un ordine di grandezza) delle portate di punta presenti nei collettori. Questo è dovuto al fatto che il metodo degli abitanti equivalenti considera come portata di picco il valore ottenuto nell'ora di punta del giorno di massimo consumo, e pertanto si ottiene un valore di portata "spalmato" su un intervallo temporale orario anziché istantaneo.

Per questo motivo, per una stima più accurata del valore di portata si è deciso di utilizzare il metodo della portata probabile.

Il metodo della portata probabile calcola la massima portata fognaria afferente a un determinato tratto della rete ( $Q_p$ , [l/s]), quantificando il carico prodotto dai singoli apparecchi sanitari (wc, docce, lavabi, etc.) connessi a monte di tale tratto, e moltiplicando il risultato ottenuto per un determinato coefficiente di contemporaneità. La formula utilizzata è la seguente:

$$Q_p = k_r \sqrt{Q_t}$$

$$Q_t = \sum_i q_{as\ i}$$

dove

- **$Q_t$  [l/s] è la portata totale prodotta dagli apparecchi sanitari a monte di tale tratto, nell'ipotesi di funzionamento simultaneo;**

- $q_{as\ i}$  [l/s] è la portata di scarico del generico apparecchio sanitario, valutata caso per caso secondo i valori riportati in Tabella 30
- $k_r$  [/] è il coefficiente di contemporaneità da applicare a ciascun ramo della rete per tenere conto della non simultaneità di funzionamento degli apparecchi sanitari. È funzione della destinazione d'uso della struttura. Per il presente progetto, si è adottato il valore di 0.5 per ciascun tratto della rete.

Tabella 30. Dotazione generica elementi di scarico domestico.

<b>DATI DA INSERIRE</b>	
<b>Portata di scarico</b>	
<b>tipologia</b>	<b>Q (l/s)</b>
lavandino singolo	0,5
lavello cucina	1
doccia	0,5
wc	2,5
bidet	0,5
lavastoviglie	1
lavanderia	2
orinatoio	1
<b>Coeff. Kr</b>	
<b>tipologia</b>	
commerciale	0,5

Tabella 31. Dotazione del blocco bagni dell'edificio presente all'interno del lotto.

ID Blocco bagni	lavandini singoli	lavandini doppi	lavastoviglie	docce	w.c.	Portata totale Qt (l/s)	Portata probabile Qp (l/s)
<b>EDIFICIO 1</b>							
ORTOFRUTTA (A1)	0	2	0	0	0	2,00	<b>0,71</b>
MACELLERIA (A2)	0	2	0	0	0	2,00	<b>0,71</b>
BAGNI 1 (A3)	2	0	0	0	2	6,00	<b>1,22</b>
BAGNI 2 (A4)	2	0	0	0	2	6,00	<b>1,22</b>
<b>DT 450</b>							
BAGNO 1 (B1)	3	1	0	0	4	12,50	<b>1,77</b>
BAGNO 2 (B2)	2	0	0	2	2	7,00	<b>1,32</b>
Cucina (M01,M02)	3	1	2	0	0	4,50	<b>1,06</b>
<b>RISTORAZIONE</b>							
BAGNO 1 (C1)	1	0	0	0	1	3,00	<b>0,87</b>
BAGNI 2 (C2)	4	2	0	0	5	16,50	<b>2,03</b>
BAGNI 3 (C3)	1	2	0	2	2	8,50	<b>1,46</b>
CUCINA (C4)	2	1	1	0	0	3,00	<b>0,87</b>
<b>EDIFICIO 2</b>							
AREA DISPENSE (D1)	0	2	0	0	0	2,00	<b>0,71</b>
LAVORAZIONE ALIMENTI (D2)	1	2	1	0	0	3,50	<b>0,94</b>
BAGNI (D3)	2	2	0	4	6	20,00	<b>2,24</b>
BAGNI (D4)	2	0	0	0	2	6,00	<b>1,22</b>

Si riportano di seguito i risultati relativi ai due tratti di rete che verranno realizzati.

Tabella 32 - Dimensionamento e verifica rete acque nere

Tratto condotta	Portata nera totale	Portata nera probabile	Diametro ipotizzato	Pendenza	Scabrezza	Velocità a sezione piena	Portata a sezione piena	Rapporto tra le portate	Rapporto tra le velocità	Percentuale di riempimento	Velocità per Qmax
	Qt l/sec	Qprob l/sec	D m	i m/m	ks m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>	Vp m/sec	Qp l/sec	Qprob/Qp	Vmax/Vp	h/d	Vmax m/sec
<b>EDIFICIO 1</b>											
ORTOFRUTTA (A1)	2,00	<b>0,71</b>	0,1036	1,0%	95	0,83	7,01	0,10	0,63	<b>0,21</b>	<b>0,53</b>
MACELLERIA (A2)	4,00	<b>1,00</b>	0,1036	1,0%	95	0,83	7,01	0,14	0,70	<b>0,25</b>	<b>0,58</b>
BAGNI 1 (A3)	10,00	<b>1,58</b>	0,1176	0,5%	95	0,64	6,95	0,23	0,80	<b>0,32</b>	<b>0,51</b>
BAGNI 2 (A4)	16,00	<b>2,00</b>	0,1176	0,5%	95	0,64	6,95	0,29	0,86	<b>0,36</b>	<b>0,55</b>
<b>DT 450</b>											
BAGNO 1 (B1)	12,50	<b>1,77</b>	0,1176	0,5%	95	0,64	6,95	0,25	0,83	<b>0,34</b>	<b>0,53</b>
BAGNO 2 (B2)	19,50	<b>2,21</b>	0,1176	0,5%	95	0,64	6,95	0,32	0,88	<b>0,38</b>	<b>0,56</b>
Cucina (M01,M02)	24,00	<b>2,45</b>	0,1176	0,5%	95	0,64	6,95	0,35	0,90	<b>0,40</b>	<b>0,58</b>
<b>RISTORAZIONE</b>											
BAGNO 1 (C1)	3,00	<b>0,87</b>	0,1176	1,0%	95	0,90	9,83	0,09	0,62	<b>0,20</b>	<b>0,56</b>
BAGNI 2 (C2)	19,50	<b>2,21</b>	0,1176	0,5%	95	0,64	6,95	0,32	0,88	<b>0,38</b>	<b>0,56</b>
BAGNI 3 (C3)	28,00	<b>2,65</b>	0,1176	0,5%	95	0,64	6,95	0,38	0,92	<b>0,42</b>	<b>0,59</b>
CUCINA (C4)	31,00	<b>2,78</b>	0,1176	0,5%	95	0,64	6,95	0,40	0,94	<b>0,44</b>	<b>0,60</b>
<b>EDIFICIO 2</b>											
AREA DISPENSE (D1)	2,00	<b>0,71</b>	0,1036	1,0%	95	0,83	7,01	0,10	0,63	<b>0,21</b>	<b>0,53</b>
LAVORAZIONE ALIMENTI (D2)	5,50	<b>1,17</b>	0,1176	1,0%	95	0,90	9,83	0,12	0,67	<b>0,23</b>	<b>0,60</b>
BAGNI (D3)	25,50	<b>2,52</b>	0,1176	0,5%	95	0,64	6,95	0,36	0,91	<b>0,41</b>	<b>0,58</b>
BAGNI (D4)	31,50	<b>2,81</b>	0,1176	0,5%	95	0,64	6,95	0,40	0,94	<b>0,44</b>	<b>0,60</b>

In funzione della planimetria della rete e delle portate immesse sono stati calcolati i diametri delle tubazioni verificando che le velocità e il rapporto di riempimento della dorsale assumano valori accettabili.

Si è scelto dunque di realizzare la dorsale fognaria principale in tubazioni plastiche (del tipo in PVC – UNI EN 1401-1 SN8) DN 125 con pendenza pari a 0,5%, di cui si allega una tabella contenente e diametri utilizzati.

Tabella 33. Caratteristiche condotte PVC per rete nere

### Tubi PVC SN8 - SDR 34

Ø esterno mm	Spessore mm	Ø Interno mm
110	3,2	103,6
125	3,7	117,6
160	4,7	150,6
200	5,9	188,2
250	7,3	235,4
315	9,2	296,6
400	11,7	376,6
500	14,6	470,8
630	18,4	593,2

Di seguito viene riportata un'immagine estratta dalla planimetria di progetto per le acque nere.



Figura 20 - Estratto planimetria di progetto acque nere



## 7 SINTESI DELLA VALUTAZIONE

Configurazione e coefficienti di deflusso dello stato di progetto:

Area di riferimento	Area totale [mq]	Coeff. Di deflusso	Volume di invaso (mc) TR100
<i>Edificio Alimentare 2</i>	7982,92	0,96	423,90
<i>Lotto Ristorazione</i>	3658,87	0,86	159,20
<i>Lotto DT450</i>	3728,20	0,92	181,50
<i>Lotto edificio Alimentare 1</i>	6567,62	0,94	369,00
<i>RSA</i>	11563,53	0,82	486,50
<i>Residenziale</i>	1970,81	0,83	76,60

Individuazione dei volumi di invaso:

Area di riferimento	Tubazioni circolari	Pozzi	TOTALE
<i>Edificio Alimentare 2</i>	270,00	155,51	<b>425,55</b>
<i>Lotto Ristorazione</i>	81,90	77,75	<b>159,65</b>
<i>Lotto DT450</i>	104,20	77,75	<b>181,99</b>
<i>Lotto edificio Alimentare 1</i>	265,50	103,67	<b>369,20</b>
<i>RSA</i>	262,10	233,26	<b>495,34</b>
<i>Residenziale</i>	31,60	51,84	<b>83,44</b>

Recapito finale: Lo smaltimento delle acque meteoriche avrà luogo per infiltrazione nel sottosuolo mediante pozzi perdenti.