

---

**COMUNE DI STRADELLA**  
**PROVINCIA DI PAVIA**

---

Committente

**GIOVANNI MARIA GABETTA**

frazione Boschetti, 10  
27040 - Cigognola (PV)

---

Progettisti



**E PLUS STUDIO S.R.L.**

via Silvio Cappella, 14  
27100, Pavia (PV)

Progettisti:  
Paolo Bacci  
Massimiliano Koch  
Valerio Lozio  
Diego Torriani

---

**PIANO DI LOTTIZZAZIONE**

art.28 Legge 17 Agosto 1942, n.1150

---

Progetto

**APR3-VIALE RESISTENZA**  
**SUBAMBITO OVEST**

Viale Resistenza, snc  
27049 - Stradella (PV)

---

Oggetto

**RELAZIONE SULL'INVARIANZA**  
**IDRAULICA**

---

Tavola

**REL-04**

---

Scala

Nord

---

Data

10 marzo 2023

---

Revisioni

---

Comune di Stradella (PV)

OGGETTO: Piano di lottizzazione in Viale Resistenza snc in  
Comune di Stradella (PV)

PROPRIETA': Gabetta Giovanni Maria

**Studio dell'invarianza idraulica**

Criteri e metodi per il rispetto dell'invarianza idraulica ed idrologica  
ai sensi dell'art. 58 bis della L.R. 12/2005  
secondo la D.G.R. 20 novembre 2017, n.X/7372,  
R.R. n.7 del 23 novembre 2017  
R.R. n.8 del 19 aprile 2019

Luca Camorali  
Geologo



Pavia, li 02.03.2023

**INDICE**

<b>1.0</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.0</b>	<b>NORMATIVE E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>7</b>
<b>3.0</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO.....</b>	<b>8</b>
<b>4.0</b>	<b>AREE SCOLANTI PARTI COMUNI.....</b>	<b>15</b>
<b>5.0</b>	<b>DEFINIZIONE DELLA CRITICITA' IDRAULICA.....</b>	<b>17</b>
<b>6.0</b>	<b>CALCOLO MEDIANTE IL METODO DELLE SOLE PIOGGE.....</b>	<b>20</b>
<b>7.0</b>	<b>DIMENSIONAMENTO VASCA.....</b>	<b>27</b>
<b>8.0</b>	<b>PIANO DI MANUTENZIONE .....</b>	<b>33</b>
<b>9.0</b>	<b>CALCOLO DI MASSIMA PER LE UNITA' ABITATIVE.....</b>	<b>34</b>
<b>10.0</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>49</b>
	<b>ALLEGATO 1.....</b>	<b>51</b>
	<b>PLANIMETRIA DI PROGETTO CON L'UBICAZIONE DELLA VASCA.....</b>	<b>51</b>
	<b>ALLEGATO 2.....</b>	<b>53</b>
	<b>PLANIMETRIA DI PROGETTO CON L'UBICAZIONE DELLA RETE DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE PROVENIENTI DA OGNI SINGOLO LOTTO .....</b>	<b>53</b>
	<b>ALLEGATO 3.....</b>	<b>55</b>
	<b>ASSEVERAZIONE DEL PROGETTISTA IN MERITO ALLA CONFORMITÀ DEL PROGETTO AI CONTENUTI DEL REGOLAMENTO (ALLEGATO E REGOLAMENTO REGIONALE 23 NOVEMBRE 2017 N. 7 MODIFICATO DAL REGOLAMENTO REGIONALE 19 APRILE 2019 N. 8).....</b>	<b>55</b>

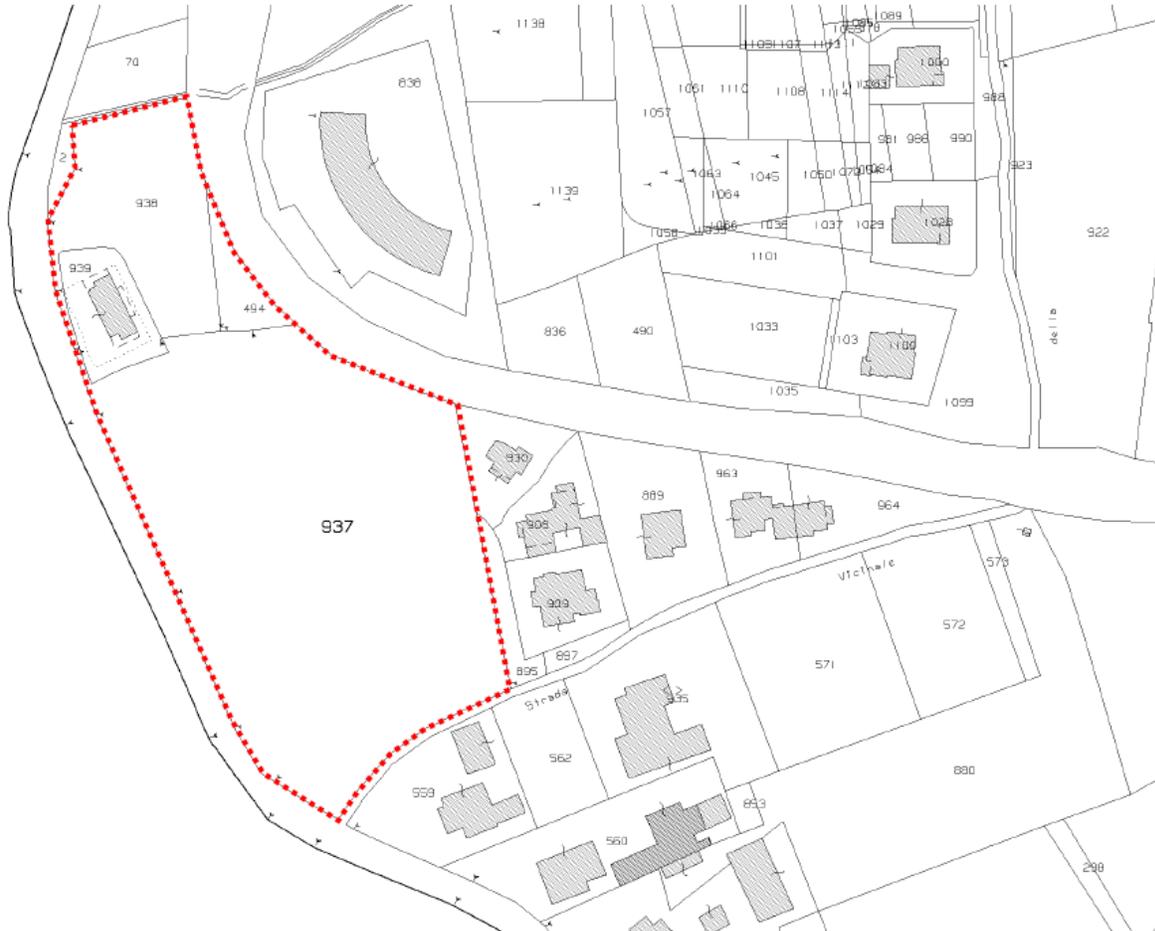
## 1.0 PREMESSA

Nel presente documento viene riportato lo studio di invarianza idraulica ai sensi della D.G.R. 20 novembre 2017, n. X/7372, del R.R. n.7 del 23 novembre 2017 “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’art. 58 bis della Legge Regionale n. 12 del 11 marzo 2005” e del R.R. n.8 del 19 aprile 2019 “ Disposizione sull’applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n. 7” per un piano di lottizzazione sito in viale Resistenza snc in Comune di Stradella (PV).



Vista area di intervento

L'intervento è individuato al Foglio 21 mappali 937-938-939-494.



Stralcio catastale con indicazione lotto di intervento

Di seguito vengono quindi fornite le indicazioni per la gestione delle acque meteoriche che interesseranno le aree comuni di pertinenza della nuova lottizzazione al fine di verificarne la compatibilità con il principio di invarianza idraulica ed idrologica.

Non avendo a disposizione nel lotto di progetto aree permeabili di dimensioni adeguate, recettori per convogliare le acque di pioggia e, considerando che i terreni in sito sono di tipo argilloso con caratteristiche di permeabilità scarsa, si è proceduto con lo studio ed il dimensionamento di una vasca di laminazione per il successivo conferimento delle acque di pioggia nella rete fognaria secondo quanto previsto dal Regolamento Regionale.

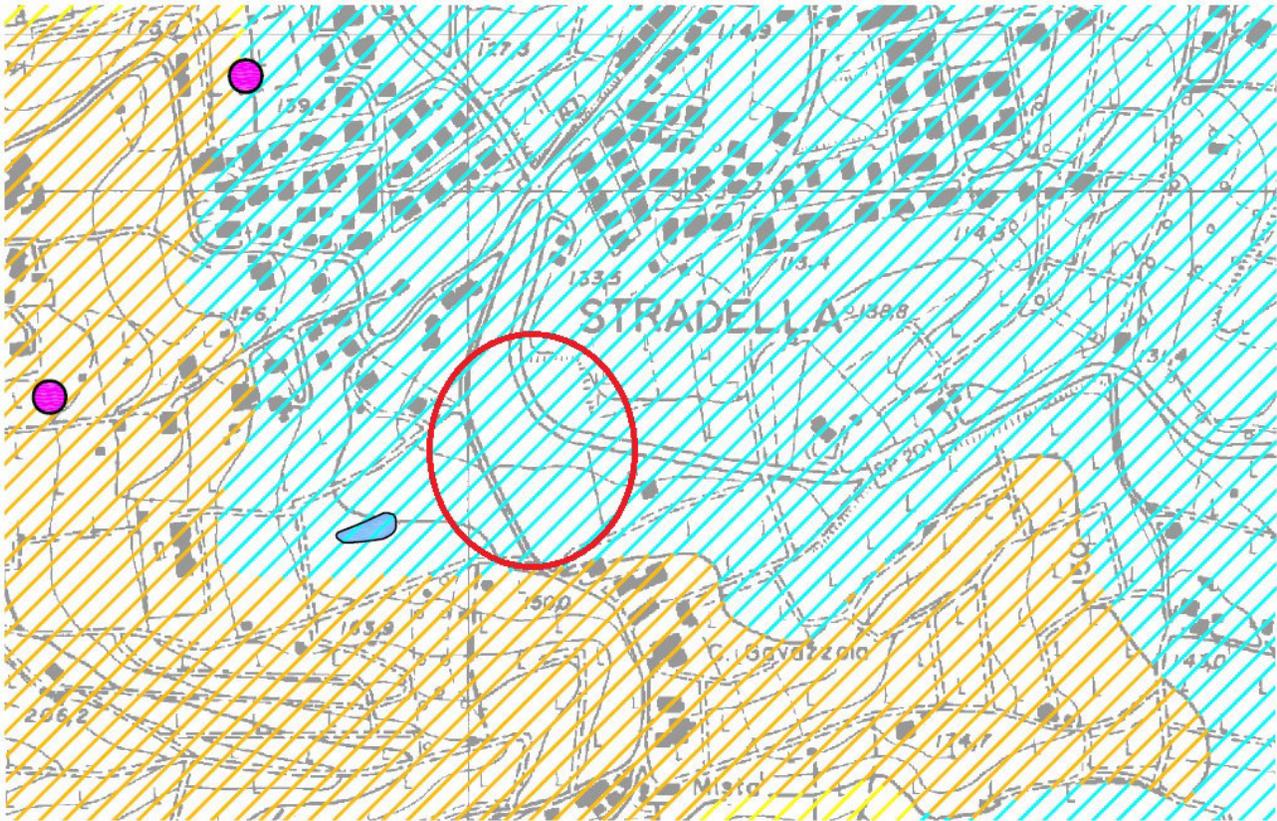
Nel presente documento viene inoltre fornito un calcolo di massima per la gestione delle acque meteoriche che interesseranno le unità abitative considerando quella con maggiore e quella con minore superficie coperta dedotte dalla seguente tabella fornita dai progettisti.

Nel calcolo viene considerata la Criticità A come se tali abitazioni venissero costruite contestualmente con il piano di lottizzazione.

CALCOLO LOTTI EDIFICABILI											
LOTTO	SUPERFICIE FONDIARIA	PIANI F.T.	ALTEZZA MASSIMA	RAPPORTO DI COPERTURA MASSIMO	SUPERFICIE PERMEABILE MINIMA	INDICE DI UTILIZZAZIONE TERRITORIALE Uf	SU MASSIMA CONSENTITA	V MASSIMO CONSENTITO (SU*3 m)	SC max abitazione (coeff. 1,0)	SC vialetti (coeff. 0,7)	S Impermeabile (max 65%)
1	820,60 mq	2	7,50 m	35,00%	35,00%	0,20	2.470,07 mq	7.410,21 mc	287,21 mq	172,33 mq	459,54 mq
2	778,43 mq	2	7,50 m	35,00%	35,00%				272,45 mq	163,47 mq	435,92 mq
3	770,80 mq	2	7,50 m	35,00%	35,00%				269,78 mq	161,87 mq	431,65 mq
4	740,54 mq	2	7,50 m	35,00%	35,00%				259,19 mq	155,51 mq	414,70 mq
5	755,63 mq	2	7,50 m	35,00%	35,00%				264,47 mq	158,68 mq	423,15 mq
6	852,18 mq	2	7,50 m	35,00%	35,00%				298,26 mq	178,96 mq	477,22 mq
7	745,42 mq	2	7,50 m	35,00%	35,00%				260,90 mq	156,54 mq	417,44 mq
8	630,73 mq	2	7,50 m	35,00%	35,00%				220,76 mq	132,45 mq	353,21 mq
9	870,70 mq	2	7,50 m	35,00%	35,00%				304,75 mq	182,85 mq	487,59 mq
10	813,09 mq	2	7,50 m	35,00%	35,00%				284,58 mq	170,75 mq	455,33 mq
11	811,61 mq	2	7,50 m	35,00%	35,00%				284,06 mq	170,44 mq	454,50 mq
12	814,26 mq	2	7,50 m	35,00%	35,00%				284,99 mq	170,99 mq	455,99 mq
<b>TOTALE SF</b>	<b>9.403,99 mq</b>								<b>3.291,40 mq</b>	<b>1.974,84 mq</b>	<b>5.266,23 mq</b>
<b>TOTALE ST</b>	<b>12.350,35 mq</b>										

Per lo smaltimento delle acque di pioggia delle singole unità abitative è prevista la realizzazione di un'apposita rete che verrà collegata al sistema fognario comunale.

Si ricorda che ogni singola unità abitativa dovrà provvedere al proprio studio di invarianza idraulica utilizzando i dati di superficie coperta impermeabile e semipermeabile che verranno indicati nei singoli progetti esecutivi.



**PERMEABILITA'**

***BASSA O NULLA***



Argille di Lugagnano; membro marnoso - argilloso basale delle Marne di Sant'Agata Fossili.

Presenza di un substrato a dominante argilloso - marnosa poco permeabile o praticamente impermeabile.

Depositi continentali del fluviale Medio e del fluviale Antico.

Stralcio Carta Idrogeologica e del Sistema Idrografico allegata al PGT vigente

## 2.0 NORMATIVE E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

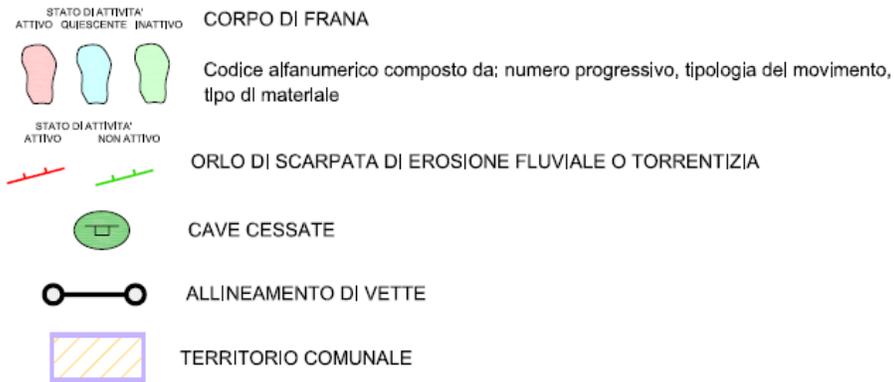
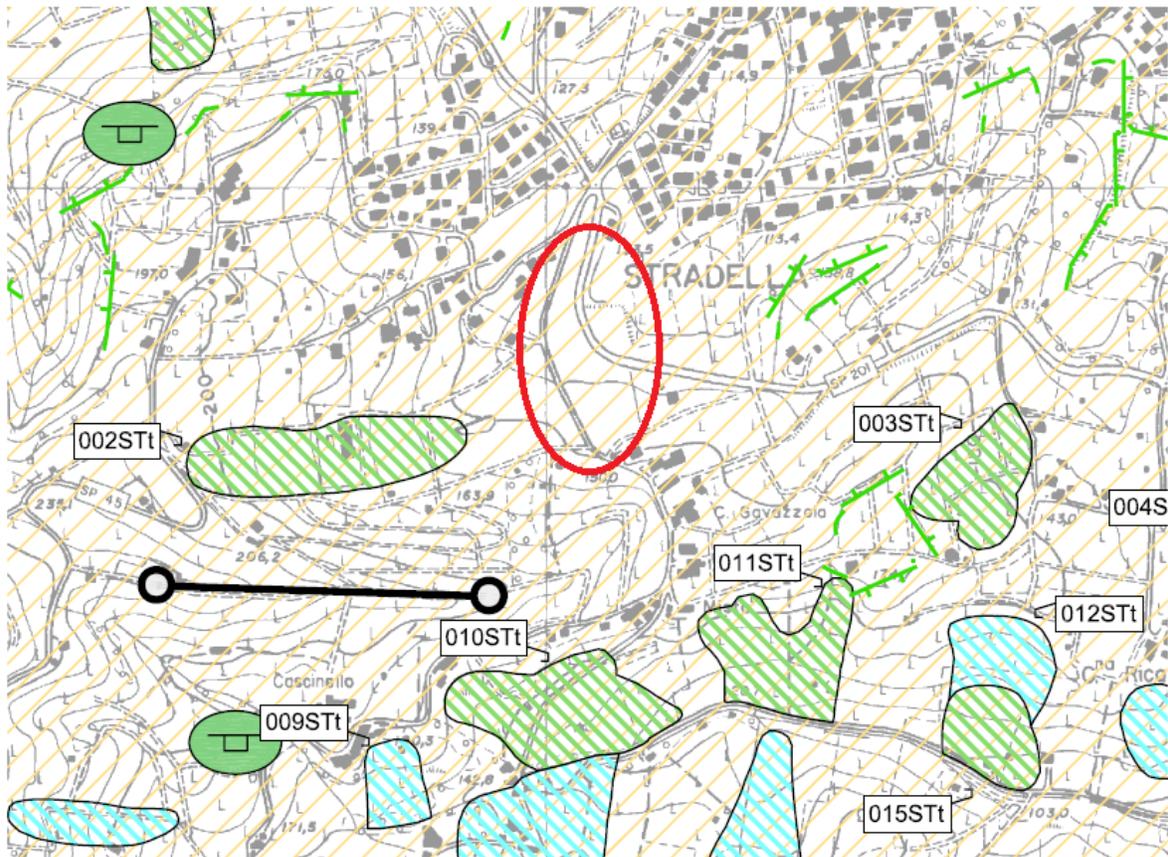
- **R.R. 19 aprile 2019 n. 8:** Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il governo del territorio")
- **D.G.R. 25 febbraio 2019 n. XI/1314:** Disposizioni sull'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il governo del territorio")
- **R.R. 29 giugno 2018 n. 7:** Disposizioni sull'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica ed idrologica. Modifica dell'articolo 17 del regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il governo del territorio")
- **R.R. 23 novembre 2017 n. 7:** Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)

### 3.0 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico, il territorio comunale di Stradella è caratterizzato da 2 zone:

- la pianura che si sviluppa a Nord del capoluogo ed è costituita da depositi alluvionali che costituiscono il ripiano fondamentale della pianura oltrapadana ai quali si sovrappongono i depositi del Torrente Versa che incide tale area
- la collina che occupa le zone centrali e meridionali dell'area comunale ed è costituita da terreni con caratteristiche di bassa erodibilità e terreni più facilmente erodibili che conferiscono quindi ai versanti collinari i seguenti aspetti:
  - versanti con modeste pendenze generalmente non superiori a 10-15° nella zona centrale del territorio comunale
  - versanti con pendenze medio-elevate intorno ai 25-30° nella zona meridionale del territorio comunale che sono sedi di numerosi fenomeni franosi

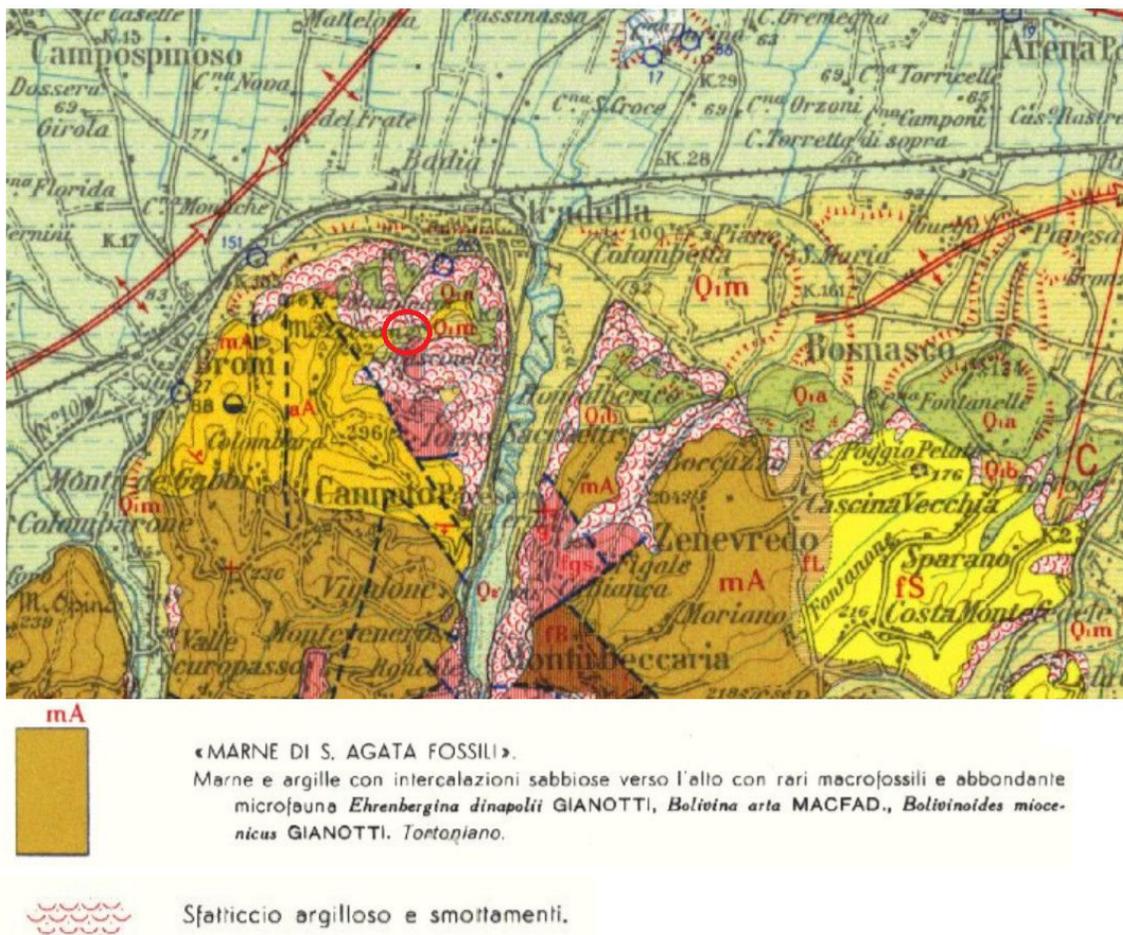
L'area in studio è impostata su un versante caratterizzato da modesta pendenza e privo di movimenti franosi.



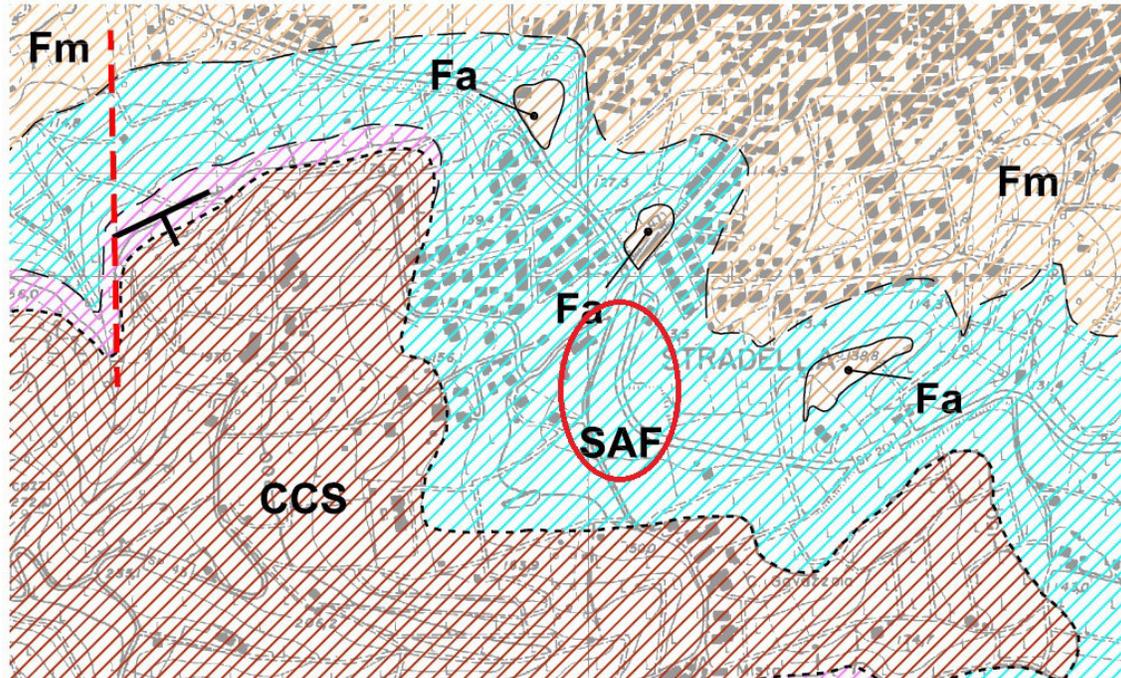
Stralcio Carta Geomorfológica allegata al PGT vigente

Dal punto di vista geologico la zona in oggetto è individuata e cartografata al Foglio n. 59 “Pavia” I.G.M. in scala 1:100.000 della Carta Geologica Italiana in un’area caratterizzata da una copertura argillosa di notevole spessore soprastante la formazione delle marne di Sant’Agata Fossili.

Di seguito si riportano uno stralcio della Carta Geologia d’Italia Foglio n° 59 Pavia ed uno della Carta di Inquadramento Geolitologico e Strutturale allegata al PGT vigente in cui si evidenzia tale condizione.



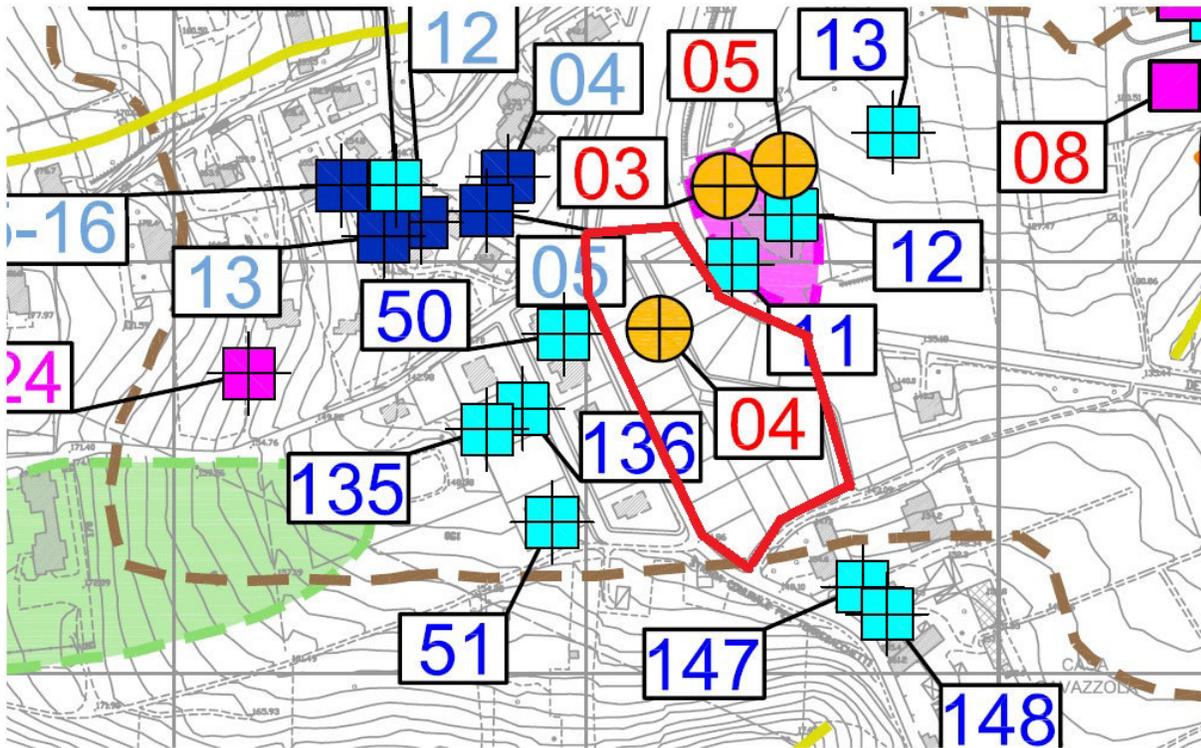
Stralcio Carta Geologia d’Italia Foglio n° 59 Pavia



**SAF** **MARNE DI SANT'AGATA FOSSILI** (*Tortoniano*)  
QUESTA FORMAZIONE RISULTA COMPOSTA DA MARNE E ARGILLE DI COLORE GRIGIO-AZZURRO O GIALLASTRO, LEGGERMENTE SABBIOSE, CON INTERCALAZIONI SABBIOSE E ARENACEE VERSO L'ALTO (DETTI LIVELLI RAGGIUNGO UNA POTENZA DI 10-20 CM), POCO CEMENTATE. LA STRATIFICAZIONE, NON MOLTO CHIARA NELLE ARGILLE E NELLE MARNE, DIVENTA EVIDENTE QUANDO SONO PRESENTI DETTE INTERCALAZIONI. I CONTATTI TRA LA FORMAZIONE DELLE "MARNE DI SANT'AGATA FOSSILI" E LA "FORMAZIONE GESSOSO - SOLFIFERA" SONO STRATIGRAFICI.

Stralcio Carta di Inquadramento Geolitologico e Strutturale allegata al PGT vigente

A conferma di quanto precedentemente indicato, si riporta anche uno stralcio della Carta di Pericolosità Sismica Locale, con ubicazione dei dati litostratigrafici, geognostici e geotecnici allegata al PGT in vigore, in quanto proprio nell'area in studio è stato eseguito un sondaggio a carotaggio continuo che ha raggiunto la profondità di 15 m da p.c. attuale da cui si può notare che i terreni in sito sono caratterizzati da una litologia argillosa, a tratti sabbiosa, passante ad argilla marnosa nella parte terminale della perforazione.



PROVE PENETROMETRICHE STATICHE  
"cone penetration test" (C.P.T. 01\_166)



SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAMPIONAMENTO CONTINUO (S 01\_15)

Stralcio Carta di Pericolosità Sismica Locale,  
con ubicazione dei dati litostratigrafici, geognostici e geotecnici  
allegata al PGT in vigore

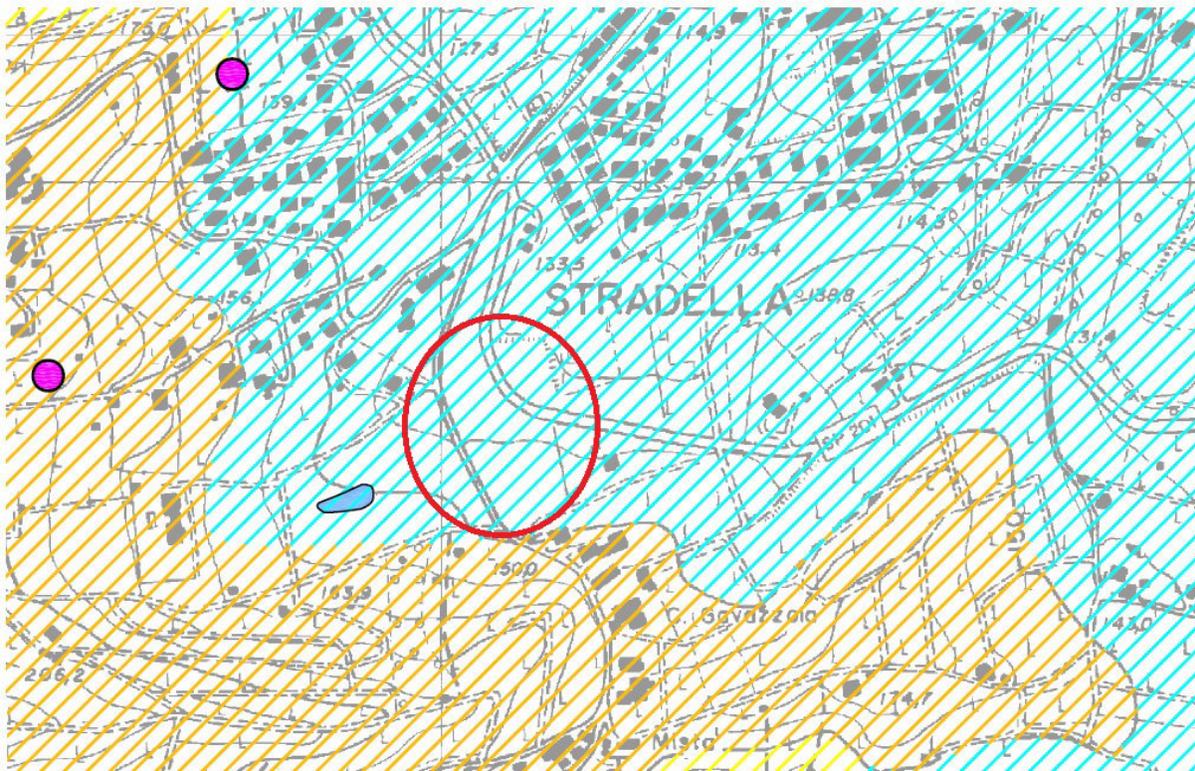
SONDAGGIO 54	Committente Immobiliare Montalino	Comune Stradella	Località Stradella	Quota Ass. P.C. m. s.l.m. 137	Quota di inizio	
	Operatore	Profondità raggiunta 15.0 m	Note			Inizio/Fine Esecuzione 18/07/2001
	Responsabile	Sondaggio	Tipo Carotaggio	Tipo Sonda	Long.	Lat.

Quota (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (N° Colpi)	Rechet Test N°/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Carte Catasto	Falda	Piezometro (P) Inclinometro (I)
1		Argilla di colore marrone chiaro con screziature ruggine	2.00								
2											
3											
4		Argilla di colore marrone con rare concrezioni calcaree millimetriche	6.70								
5											
6											
7		Argilla sabbiosa di colore marrone	7.80								
8											
9		Argilla compatta di colore nocciola-grigiastro passante a grigio	9.50								
10											
11											
12		Argilla molto compatta passante ad argilla marnosa di colore grigio	15.00								
13											
14											
15											

Stratigrafia sondaggio 04

Dal punto di vista idrogeologico l'area collinare interessata dagli interventi in progetto, risulta caratterizzata da una permeabilità bassa o nulla.

Si riscontra la presenza di una modesta falda freatica poco profonda nel primo sottosuolo. Tale falda risulta condizionata dal tetto del substrato sul quale appoggia, dallo spessore delle coperture (coltre di alterazione eluvio-colluviale) che possono provocare fenomeni di blanda artesianità.



**PERMEABILITA'**

**BASSA O NULLA**



Argille di Lugagnano; membro marnoso - argilloso basale delle Marne di Sant'Agata Fossili.

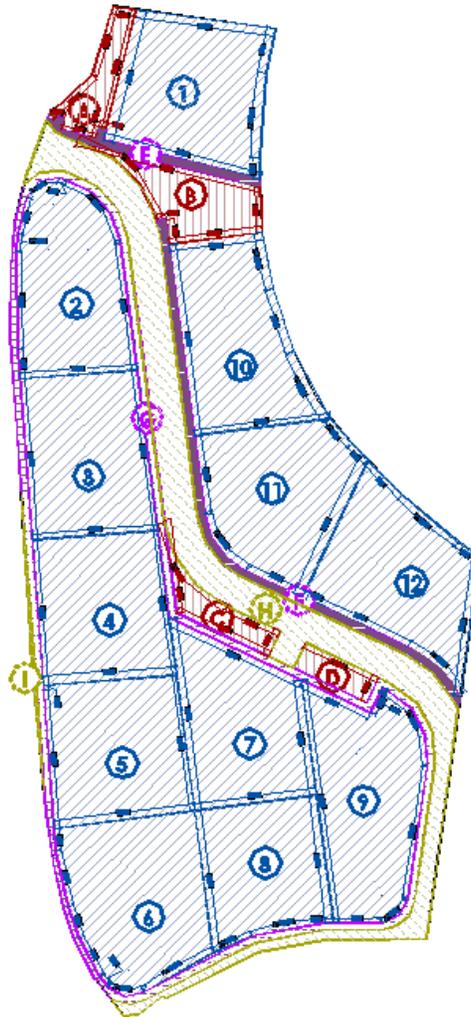
Presenza di un substrato a dominante argilloso - marnosa poco permeabile o praticamente impermeabile.

Depositi continentali del fluviale Medio e del fluviale Antico.

Stralcio carta idrogeologica allegata al PGT vigente

#### 4.0 AREE SCOLANTI PARTI COMUNI

Di seguito si riporta la planimetria di progetto delle parti comuni con indicazione delle aree impermeabili.



AREE A STANDARD E URBANIZZAZIONI					
PARCHEGGI		MARCIAPIEDI		STRADA	
LOTTO	SUPERFICIE	LOTTO	SUPERFICIE	LOTTO	SUPERFICIE
A	168,93 mq	E	72,95 mq	H	1.323,36 mq
B	302,36 mq	F	187,53 mq	I	14,32 mq
C	142,54 mq	G	606,06 mq		
D	88,00 mq				
<b>TOTALE PARCHEGGI</b>	<b>701,83 mq</b>	<b>TOTALE MARCIAPIEDI</b>	<b>866,54 mq</b>	<b>TOTALE STRADA</b>	<b>1.337,68 mq</b>
<b>TOTALE AREE A STANDARD</b>				<b>701,83 mq</b>	
<b>TOTALE AREE CEDUTE</b>				<b>2.906,05 mq</b>	

Stralcio planimetrico parti comuni interessate dallo studio di invarianza idraulica

Nella tabella seguente si riportano le singole superfici con i relativi coefficienti di deflusso C.

	<b>Area intervento (mq)</b>	<b>C. deflusso</b>
Strada	1337.68	1.0
Parcheggi	701.83	1.0
Marciapiedi	866.54	1.0

Il **coefficiente di deflusso medio ponderale  $\Psi$**  è dato da:

$$\Psi = ((1337.68 \times 1) + (701.83 \times 1.0) + (866.54 \times 1.0)) / 2906.05 = 1.0$$

La **superficie scolante impermeabile (Si)** risulta:

$$Si = S \times \Psi = 2906.05 \times 1.0 = 2906.05 \text{ mq}$$

## 5.0 DEFINIZIONE DELLA CRITICITA' IDRAULICA

Ai sensi della D.g.r. del 20 novembre 2017, n. 7372 modificata dal R.R. 19 aprile 2019 n. 8, il territorio Lombardo è stato suddiviso in tre ambiti in cui sono inseriti i comuni, in base alla criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori.

Ad ogni Comune è associata una criticità:

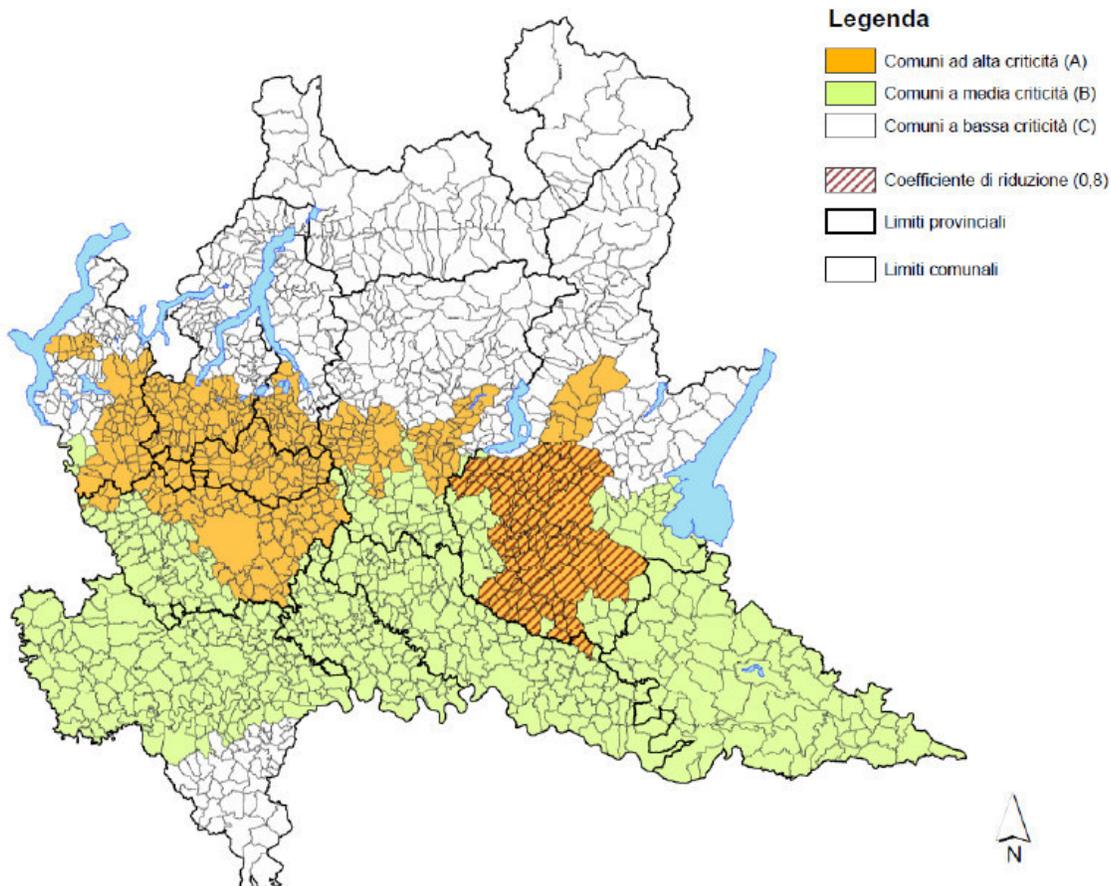
A = alta criticità

B = media criticità

C = bassa criticità

Supplemento n. 17 - Mercoledì 24 aprile 2019

Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica:



Distribuzione aree di criticità idraulica ed idrologica in Regione Lombardia

Il Comune di Stradella (PV), oggetto di intervento, ricade in area di criticità B come di seguito riportato.

Supplemento n. 17 - Mercoledì 24 aprile 2019

ALLEGATO C

**Elenco dei Comuni ricadenti nelle aree ad alta, media e bassa criticità idraulica, ai sensi dell'art. 7 del regolamento**

Comuni ricadenti nelle aree ad alta (A), media (B) e bassa (C) criticità idraulica, ai sensi dell'art. 7 del regolamento:

SPINADESCO	CR	B	
SPINEDA	CR	B	
SPINO D`ADDA	CR	B	
SPINONE AL LAGO	BG	A	1
SPIRANO	BG	B	
SPRIANA	SO	C	
STAGNO LOMBARDO	CR	B	
STAZZONA	CO	C	
STIZZANO	BG	A	1
<b>STRADELLA</b>	<b>PV</b>	<b>B</b>	
STROZZA	BG	C	
SUARDI	PV	B	
SUEGLIO	LC	C	
SUELLO	LC	A	1
SUISIO	BG	A	1
SULBIATE	MB	A	1
SULZANO	BS	C	
SUMIRAGO	VA	A	1
SUSTINENTE	MN	B	
SUZZARA	MN	B	
TACENO	LC	C	
TAINO	VA	C	
TALAMONA	SO	C	

Essendo l'intervento definito come piano di lottizzazione, si utilizzano per i calcoli i valori **dell'area di criticità A** così come prescritto dal R.R.

Per lo scarico nel ricettore finale il valore massimo ammissibile  $U_{lim}$  per le aree A è pari a 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile (art. 8 comma 1 lettera a) R.R.)

Di seguito si riporta uno schema che identifica la metodologia di calcolo del progetto di invarianza idraulica e idrologica.

Tabella 1

Supplemento n. 17 - Mercoledì 24 aprile 2019

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 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 > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 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 ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

## 6.0 CALCOLO MEDIANTE IL METODO DELLE SOLE PIOGGE

### Precipitazione di progetto

L'applicazione del metodo delle sole piogge presuppone il calcolo della precipitazione di progetto, attraverso l'utilizzo delle linee segnalatrici di pioggia, come dato input per il calcolo del volume di laminazione. I parametri caratteristici delle linee segnalatrici di pioggia si possono estrarre per il territorio regionale dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia.

I parametri forniti si riferiscono alla linea segnalatrice di pioggia espressa nella forma:

$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

$h$  [mm]: altezza di pioggia

$a_1$  [mm/ora<sup>n</sup>]: coefficiente pluviometrico orario

$D$  [ore]: durata pioggia

$n$  [-]: parametro di scala

$w_T$  [-]: coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno  $T$  [anni]

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

$\varepsilon, \alpha, \kappa$  [-]: parametri della legge probabilistica GEV (Generalized Extreme Values)

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 regionale 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 contenimento e controllo delle acque meteoriche sono conseguentemente dimensionati in modo da rispettare i valori di portata limite di cui all'articolo 8, assumendo i seguenti valori di tempi di ritorno:

**T = 50 anni:** tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.

**T = 100 anni:** tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere o per il dimensionamento e la verifica di ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati.

I metodi proposti dalla normativa per il calcolo del volume di laminazione fanno riferimento alle linee segnalatrici di pioggia a due parametri  $a$  e  $n$  la cui espressione è:

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

$h$  [mm]: altezza di pioggia

$D$  [ore]: durata di pioggia

$n$  [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia

$a$  [mm/ora<sup>n</sup>]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

$$a = a_1 \cdot W_T$$

$w_T$  [-]: coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno  $T$  [anni]

$a_1$  [mm/ora<sup>n</sup>]: coefficiente pluviometrico orario

### **Metodo delle sole piogge**

Le equazioni di riferimento per l'applicazione del metodo delle sole piogge sono:

$$D_w = \left( \frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot A \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot A \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$$

$D_w$  [ore]: durata critica d'invaso

$Q_{umax}$  [m<sup>3</sup>/s]: portata scaricabile massima

$W_0$  [m<sup>3</sup>]: volume di laminazione

$a$  [mm/ora<sup>n</sup>]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

$n$  [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia

$A$  [ha]: area totale interessata dall'intervento

$\varphi$  [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

La portata scaricabile massima si calcola come:

$$Q_{umax} = u_{lim} \cdot \varphi \cdot A / 1000$$

$Q_{umax}$  [ $m^3/s$ ]: portata massima scaricabile

$A$  [ha]: area totale dell'intervento

$\varphi$  [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

$u_{lim}$  [ $l/(s \cdot ha_{imp})$ ]: portata massima scaricabile specifica per unità d'area impermeabile

I valori massimi scaricabili ammissibili definiti dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 per ciascun ambito, come sopra riportato sono:

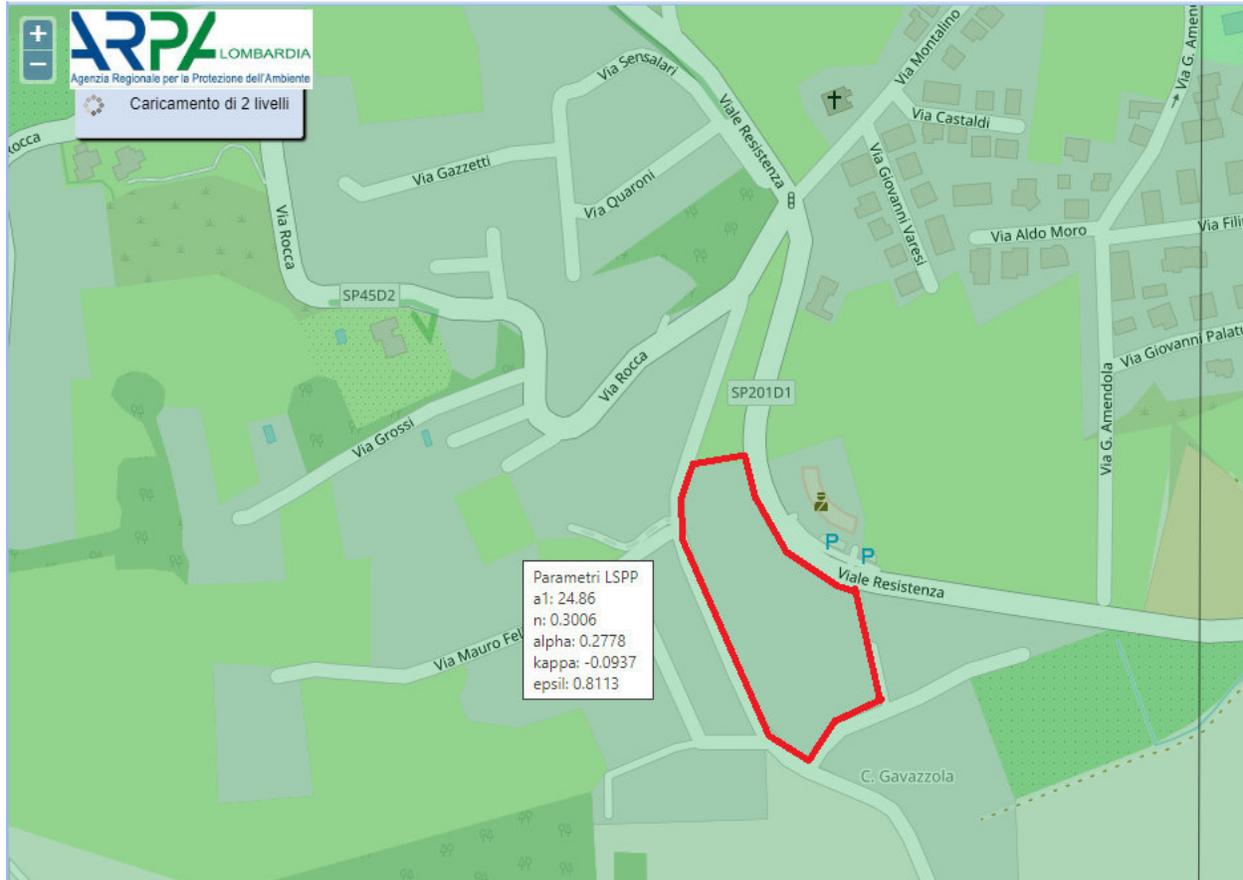
- Aree A:  $u_{lim} = 10$  [ $l/s$  per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B:  $u_{lim} = 20$  [ $l/s$  per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C:  $u_{lim} = 20$  [ $l/s$  per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

### **Tempo di svuotamento**

Il R.R. 7/2017 ed il R.R. 8/2019 all'art. 11, comma 2, lettera f) prevedono che:

*“... per tenere conto di possibili eventi meteorici ravvicinati, il tempo di svuotamento dei volumi calcolati secondo quanto indicato alla lettera e) non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile ...”*

Utilizzando il programma idrologico della Regione Lombardia (dati idrologici ARPA) sono stati calcolati i valori di pioggia intensa in mm/h utilizzando il coefficiente pluviometrico orario considerando l'area oggetto di studio.



Valutazioni Idrologiche con programma ARPA – Individuazione area in esame

Parametri 1-24 ore

Parametro	Valore
a1 – Coefficiente pluviometrico orario	24.86
n – Coefficiente di scala	0.3006
GEV - alpha	0.2778
GEV - kappa	-0.0937
GEV - epsilon	0.8113

Di seguito si riportano le tabelle di calcolo della linea segnalatrice 1-24 ore ed i diagrammi delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica tratto dal programma idrologico di ARPA Lombardia per tempi di ritorno di 50 e 100 anni.



ARPA LOMBARDIA  
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

### Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: .....  
Coordinate: .....

**Linea segnatrice**  
Tempo di ritorno (anni)

**Evento pluviometrico**  
Durata dell'evento [ore]   
Precipitazione cumulata [mm]

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

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 24,86  
N - Coefficiente di scala 0,3006  
GEV - parametro alpha 0,2778  
GEV - parametro kappa -0,0937  
GEV - parametro epsilon 0,8113

*Formulazione analitica*

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

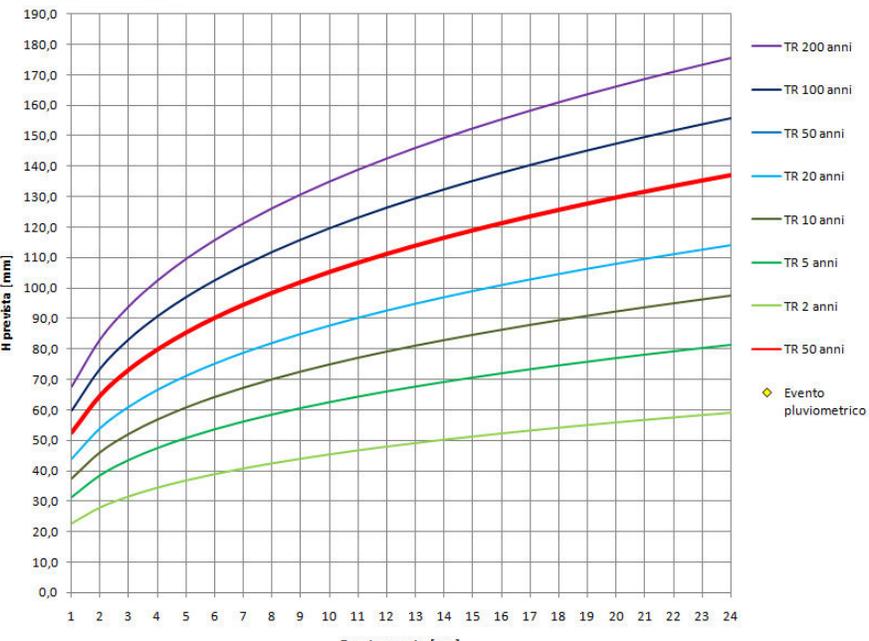
$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

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

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,91489	1,25869	1,50725	1,76267	2,11994	2,40887	2,71616	2,11994071
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	22,7	31,3	37,5	43,8	52,7	59,9	67,5	52,7017259
2	28,0	38,5	46,2	54,0	64,9	73,8	83,2	64,9104254
3	31,6	43,5	52,1	61,0	73,3	83,3	93,9	73,324226
4	34,5	47,5	56,8	66,5	79,9	90,8	102,4	79,9473498
5	36,9	50,8	60,8	71,1	85,5	97,1	109,5	85,4939183
6	39,0	53,6	64,2	75,1	90,3	102,6	115,7	90,3102624
7	40,8	56,2	67,3	78,7	94,6	107,5	121,2	94,5935031
8	42,5	58,5	70,0	81,9	98,5	111,9	126,2	98,4676761
9	44,0	60,6	72,5	84,8	102,0	115,9	130,7	102,016434
10	45,4	62,5	74,9	87,6	105,3	119,7	134,9	105,299143
11	46,8	64,3	77,0	90,1	108,4	123,1	138,8	108,359622
12	48,0	66,0	79,1	92,5	111,2	126,4	142,5	111,231225
13	49,2	67,7	81,0	94,7	113,9	129,5	146,0	113,939999
14	50,3	69,2	82,8	96,9	116,5	132,4	149,3	116,506707
15	51,3	70,6	84,6	98,9	118,9	135,2	152,4	118,948199
16	52,3	72,0	86,2	100,8	121,3	137,8	155,4	121,278357
17	53,3	73,3	87,8	102,7	123,5	140,3	158,2	123,508766
18	54,2	74,6	89,3	104,5	125,6	142,8	161,0	125,649207
19	55,1	75,8	90,8	106,2	127,7	145,1	163,6	127,70802
20	56,0	77,0	92,2	107,8	129,7	147,4	166,2	129,692378
21	56,8	78,1	93,6	109,4	131,6	149,5	168,6	131,608506
22	57,6	79,2	94,9	111,0	133,5	151,7	171,0	133,461836
23	58,4	80,3	96,2	112,5	135,3	153,7	173,3	135,257148
24	59,1	81,3	97,4	113,9	137,0	155,7	175,5	136,998666

**Linee segnatrici di probabilità pluviometrica**





ARPA LOMBARDIA  
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

### Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: .....  
Coordinate: .....

Linea segnatrice  
Tempo di ritorno (anni) **100**

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

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 24,86  
N - Coefficiente di scala 0,3006  
GEV - parametro alpha 0,2778  
GEV - parametro kappa -0,0937  
GEV - parametro epsilon 0,8113

**Evento pluviometrico**

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>  
[http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA\\_report.pdf](http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf)

*Formulazione analitica*

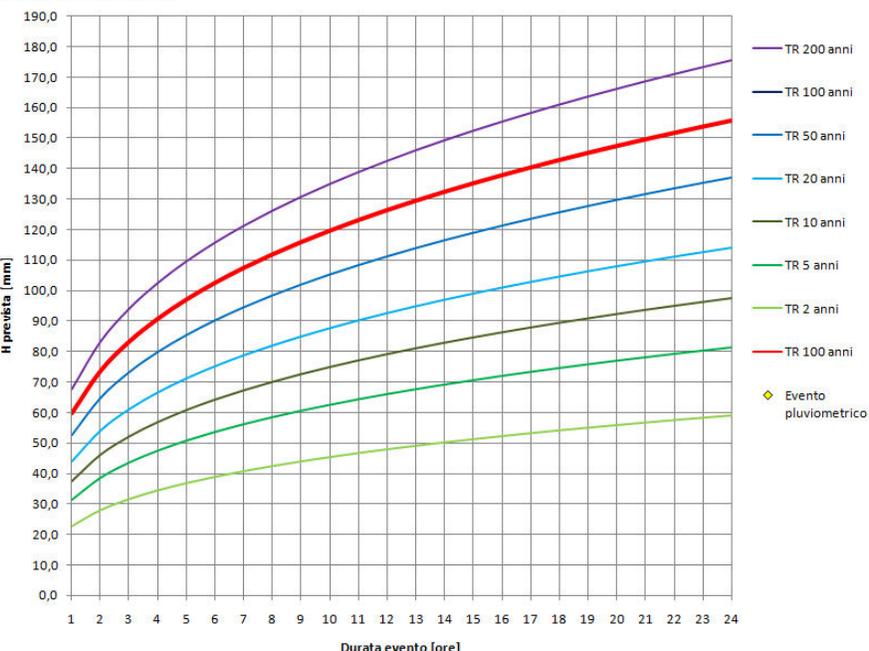
$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	100
wT	0,91489	1,25869	1,50725	1,76267	2,11994	2,40887	2,71616	2,40886596
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 100 anni
1	22,7	31,3	37,5	43,8	52,7	59,9	67,5	59,8844079
2	28,0	38,5	46,2	54,0	64,9	73,8	83,2	73,7570225
3	31,6	43,5	52,1	61,0	73,3	83,3	93,9	83,3175343
4	34,5	47,5	56,8	66,5	79,9	90,8	102,4	90,843319
5	36,9	50,8	60,8	71,1	85,5	97,1	109,5	97,1458255
6	39,0	53,6	64,2	75,1	90,3	102,6	115,7	102,618586
7	40,8	56,2	67,3	78,7	94,6	107,5	121,2	107,485586
8	42,5	58,5	70,0	81,9	98,5	111,9	126,2	111,887768
9	44,0	60,6	72,5	84,8	102,0	115,9	130,7	115,920183
10	45,4	62,5	74,9	87,6	105,3	119,7	134,9	119,650291
11	46,8	64,3	77,0	90,1	108,4	123,1	138,8	123,12788
12	48,0	66,0	79,1	92,5	111,2	126,4	142,5	126,390852
13	49,2	67,7	81,0	94,7	113,9	129,5	146,0	129,468803
14	50,3	69,2	82,8	96,9	116,5	132,4	149,3	132,385325
15	51,3	70,6	84,6	98,9	118,9	135,2	152,4	135,159567
16	52,3	72,0	86,2	100,8	121,3	137,8	155,4	137,807301
17	53,3	73,3	87,8	102,7	123,5	140,3	158,2	140,341691
18	54,2	74,6	89,3	104,5	125,6	142,8	161,0	142,773851
19	55,1	75,8	90,8	106,2	127,7	145,1	163,6	145,113258
20	56,0	77,0	92,2	107,8	129,7	147,4	166,2	147,368063
21	56,8	78,1	93,6	109,4	131,6	149,5	168,6	149,545338
22	57,6	79,2	94,9	111,0	133,5	151,7	171,0	151,651258
23	58,4	80,3	96,2	112,5	135,3	153,7	173,3	153,691252
24	59,1	81,3	97,4	113,9	137,0	155,7	175,5	155,67012

**Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica**



H prevista [mm]

Durata evento [ore]

TR 200 anni  
TR 100 anni  
TR 50 anni  
TR 20 anni  
TR 10 anni  
TR 5 anni  
TR 2 anni  
TR 100 anni  
Evento pluviometrico

Nella tabella si riportano i valori di pioggia intensa con tempi di ritorno pari a 50, 100 anni

<b>TEMPI DI RITORNO</b>	<b>PIOGGIA INTENSA in mm/hr</b>
<b>50</b>	<b>50.72</b>
<b>100</b>	<b>59.88</b>

Come indicato dal Regolamento Regionale occorre tenere in considerazione il valore del requisito minimo che per il progetto in studio è da considerarsi pari a 800 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie scolante impermeabile (aree di criticità A).

Essendo la superficie scolante impermeabile pari a 2906.05 m<sup>2</sup>, il requisito minimo risulta quindi essere pari a:

$$(800 \text{ m}^3 \times 2906.05 \text{ m}^2) / 10000 \text{ m}^2 = \underline{\underline{232.48 \text{ m}^3}}$$

La portata massima scaricabile per le aree di criticità A è pari a 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile e quindi per l'area in studio risulta essere:

$$(10 \text{ l/s} \times 2906.05 \text{ m}^2) / 10000 \text{ m}^2 = \underline{\underline{2.91 \text{ l/s}}}$$

## 7.0 DIMENSIONAMENTO VASCA

Nel presente capitolo si procede con il dimensionamento di una vasca di laminazione in quanto, come precedentemente riportato, nel lotto di progetto non si hanno a disposizione aree permeabili di dimensioni adeguate ed inoltre i terreni in sito sono di tipo argilloso con caratteristiche di permeabilità scarsa e neppure recettori per convogliare le acque di pioggia.

Di seguito si riportano i calcoli effettuati, mediante software Edilclima<sup>®</sup> Engineering & Software, per l'area di intervento considerando i tempi di ritorno di 50 e 100 anni.

### Tr = 50 anni

#### Individuazione dell'area

Comune di Stradella Provincia Pavia  
 Livello di criticità Area A - criticità alta  
 Classe dell'intervento 2 - Impermeabilizz. potenziale media

<b>Metodi di calcolo adottati</b>	
Requisiti minimi	
Metodo delle sole piogge	

<b>Portata massima scaricabile</b>			
Portata massima scaricabile	10,00	$l/(s \cdot ha_{imp})$	
Origine del vincolo di portata: .			

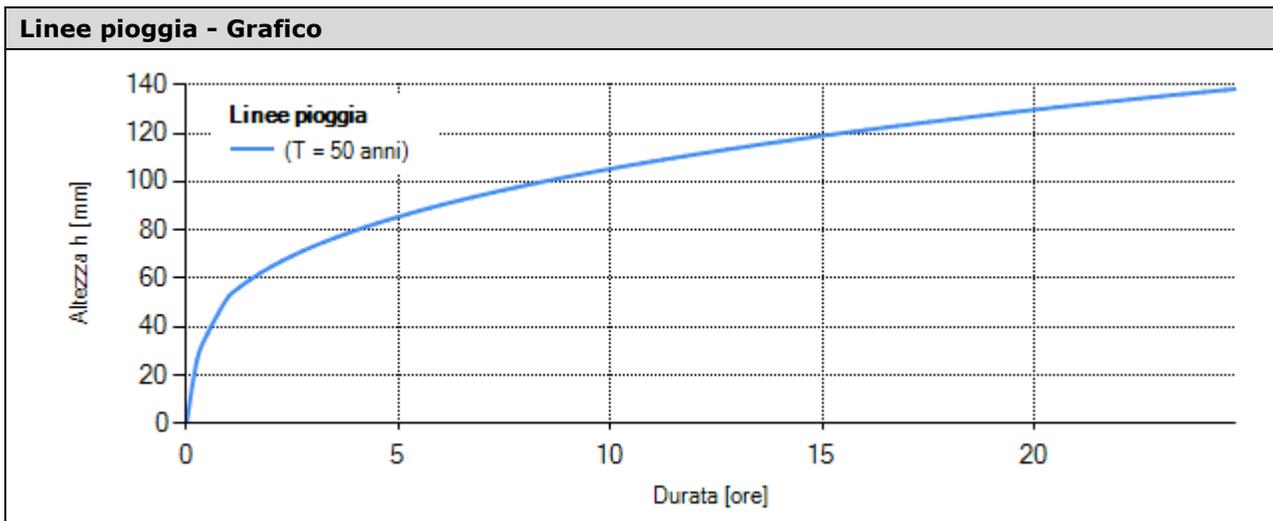
<b>Definizione aree</b>			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Coeff. Afflusso $\phi$
Strada	Area impermeabile	1337,7	1,00
Parcheggi	Area impermeabile	701,8	1,00
Marciapiedi	Area impermeabile	866,5	1,00

Sup. totale intervento 2906,0 m<sup>2</sup> Coeff. afflusso medio ponderale  $\phi_m$  1,0000

## LINEE SEGNALTRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica			
Coefficiente pluviometrico orario	$a_1$	24,86	mm/h <sup>n</sup>
Coefficiente di scala	$n$	0,3006	-
GEV - Parametro alfa	$\alpha$	0,2778	-
GEV - Parametro kappa	$k$	-0,0937	-
GEV - Parametro epsilon	$\epsilon$	0,8113	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	$n_1$	0,5000	-

Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).



**Linee pioggia - Risultati tabellari**

Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
0	0,00
1	52,70
2	64,91
3	73,32
4	79,95
5	85,49
6	90,31
7	94,59
8	98,47
9	102,02
10	105,30
11	108,36
12	111,23
13	113,94
14	116,51
15	118,95

16	121,28
17	123,51
18	125,65
19	127,71
20	129,69
21	131,61
22	133,46
23	135,26
24	137,00

Scelta tempo di ritorno			
Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica			
Tempo di ritorno adottato		50	anni
Coefficiente probabilistico	$W_T$	2,120	-
Parametro pioggia	$a$	52,702	mm/h <sup>n</sup>
<p><i>Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.</i>  <i>T = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.</i>  <i>T = 100 [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; 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.</i></p>			

## DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	$w_0$	800,00	m <sup>3</sup> /ha <sub>imp</sub>
Volume invaso minimo	$W_0$	232,48	m <sup>3</sup>

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	$D_w$	8,33	ore
Volume invaso minimo	$W_0$	202,50	m <sup>3</sup>
$D_w = \left( \frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

## VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	$A_{inv}$	100,00	m <sup>2</sup>

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	2,50	≥	2,32	m	Positiva
Volume utile invaso	W	250,00	≥	232,48	m <sup>3</sup>	Positiva
Tempo di svuotamento	T <sub>sv</sub>	22,2	≤	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	2,91	≤	2,91	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Portata costante		
Portata massima scaricabile	Q <sub>u,max</sub>	2,91	l/s

**Tr = 100 anni**

Individuazione dell'area

Comune di Stradella Provincia Pavia  
 Livello di criticità Area A - criticità alta  
 Classe dell'intervento 2 - Impermeabilizz. potenziale media

Metodi di calcolo adottati
Requisiti minimi Metodo delle sole piogge

Portata massima scaricabile			
Portata massima scaricabile	10,00	l/(s*ha <sub>imp</sub> )	
Origine del vincolo di portata: .			

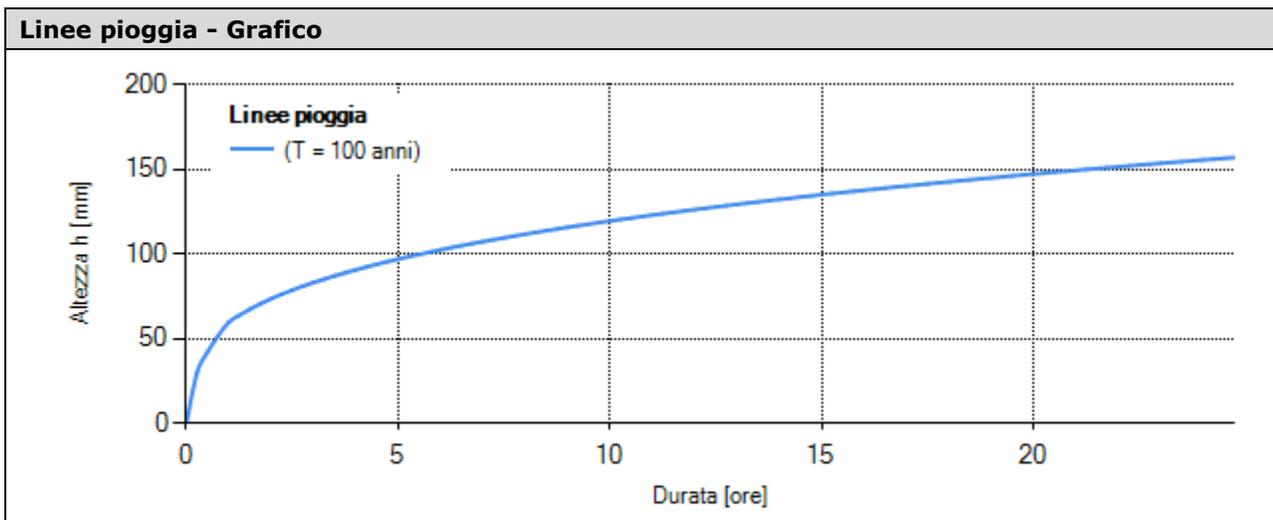
Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Coeff. Afflusso φ
Strada	Area impermeabile	1337,7	1,00
Parcheggi	Area impermeabile	701,8	1,00
Marciaiedi	Area impermeabile	866,5	1,00

Sup. totale intervento 2906,0 m<sup>2</sup> Coeff. afflusso medio ponderale φ<sub>m</sub> 1,0000

## LINEE SEGNALTRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica			
Coefficiente pluviometrico orario	$a_1$	24,86	mm/h <sup>n</sup>
Coefficiente di scala	$n$	0,3006	-
GEV - Parametro alfa	$\alpha$	0,2778	-
GEV - Parametro kappa	$k$	-0,0937	-
GEV - Parametro epsilon	$\epsilon$	0,8113	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	$n_1$	0,5000	-

Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).



**Linee pioggia - Risultati tabellari**

Durata [ore]	(T= 100 anni) h [mm]
0	0,00
1	59,88
2	73,76
3	83,32
4	90,84
5	97,15
6	102,62
7	107,49
8	111,89
9	115,92
10	119,65
11	123,13
12	126,39
13	129,47
14	132,39

15	135,16
16	137,81
17	140,34
18	142,77
19	145,11
20	147,37
21	149,55
22	151,65
23	153,69
24	155,67

Scelta tempo di ritorno			
Verifica dei franchi di sicurezza delle opere			
Tempo di ritorno adottato		100	anni
Coefficiente probabilistico	$w_T$	2,409	-
Parametro pioggia	$a$	59,884	mm/h <sup>n</sup>
<p>Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.</p> <p><math>T = 50</math> [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.</p> <p><math>T = 100</math> [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; 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.</p>			

## DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	$w_0$	800,00	m <sup>3</sup> /ha <sub>imp</sub>
Volume invaso minimo	$W_0$	232,48	m <sup>3</sup>

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	$D_w$	10,00	ore
Volume invaso minimo	$W_0$	243,09	m <sup>3</sup>
$q_{77} = \frac{1000 \cdot q_{7777}}{2,78 \cdot q_{77} \cdot q \cdot q \cdot q}$ $q_{77} = 10 \cdot q_{77} \cdot q \cdot q_{77} \cdot q - 3,6 \cdot q_{7777} \cdot q_{77}$			

## VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	$A_{inv}$	100,00	m <sup>2</sup>

<b>Verifiche invaso</b>						
		<b>Valore Progetto</b>		<b>Valore Ammissibile</b>		<b>VERIFICA</b>
Altezza utile invaso	H	2,50		2,43	m	<b>Positiva</b>
Volume utile invaso	W	250,00		243,09	m <sup>3</sup>	<b>Positiva</b>
Tempo di svuotamento	T <sub>sv</sub>	23,2		48,0	ore	<b>Positiva</b>
Portata massima scaricata	Q	2,91		2,91	l/s	<b>Positiva</b>

<b>Sistema di scarico</b>			
Tipologia di svuotamento	Portata costante		
Portata massima scaricabile	Q <sub>u,max</sub>	2,91	l/s

Per lo smaltimento del volume d'acqua meteorica (243.09 m<sup>3</sup>) si procederà con la realizzazione di una vasca di laminazione nell'area adibita a posteggi ubicata tra il Lotto 1 ed il Lotto 10 (Allegato 1).

## 8.0 PIANO DI MANUTENZIONE

Per mantenere la funzionalità del sistema di smaltimento delle acque di pioggia, si consiglia di provvedere periodicamente alla verifica ed eventuale pulizia delle caditoie stradali, alla verifica dell'efficienza della pompa installata e se necessario alla pulizia della vasca.

## 9.0 CALCOLO DI MASSIMA PER LE UNITA' ABITATIVE

Di seguito viene inoltre fornito un calcolo di massima per la gestione delle acque meteoriche che interesseranno le unità abitative considerando quella con maggiore e quella con minore superficie coperta così come di seguito indicato:

Superficie coperta	Superficie impermeabile (mq)	Superficie semipermeabile (mq)	Superficie totale (mq)
Minore	220.76	132.45	353.21
Maggiore	304.75	182.85	487.59

Si procede con il dimensionamento di una vasca di laminazione in quanto, come precedentemente riportato, nel lotto di progetto non si hanno a disposizione aree permeabili di dimensioni adeguate ed inoltre i terreni in sito sono di tipo argilloso con caratteristiche di permeabilità scarsa e neppure recettori per convogliare le acque di pioggia.

Di seguito si riportano i calcoli effettuati, mediante software Edilclima<sup>®</sup> Engineering & Software, per l'area di intervento considerando i tempi di ritorno di 50 e 100 anni.

**Superficie coperta minore**

**Tr = 50 anni**

Individuazione dell'area

Comune di Stradella Provincia Pavia  
Livello di criticità Area A - criticità alta  
Classe dell'intervento 2 - Impermeabilizz. potenziale media

Metodi di calcolo adottati	
Requisiti minimi Metodo delle sole piogge	

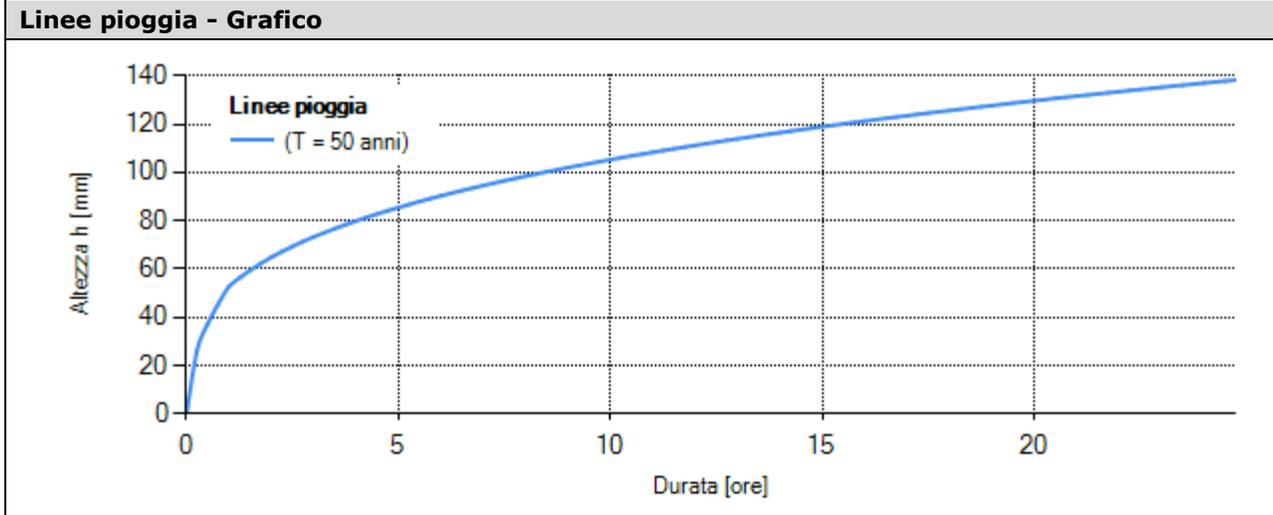
Portata massima scaricabile			
Portata massima scaricabile	10,00	$l/(s \cdot ha_{imp})$	
Origine del vincolo di portata: .			

Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Coeff. Afflusso $\phi$
Abitazione e box	Area impermeabile	220,8	1,00
Vialetti	Area semi-impermeabile	132,5	0,70

Sup. totale intervento 353,3 m<sup>2</sup> Coeff. afflusso medio ponderale  $\phi_m$  0,8875

**LINEE SEGNALETRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA**

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica			
Coefficiente pluviometrico orario	$a_1$	24,86	mm/h <sup>n</sup>
Coefficiente di scala	n	0,3006	-
GEV - Parametro alfa	$\alpha$	0,2778	-
GEV - Parametro kappa	k	-0,0937	-
GEV - Parametro epsilon	$\epsilon$	0,8113	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	$n_1$	0,5000	-
Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia ( <a href="http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml">http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml</a> ). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).			



**Linee pioggia - Risultati tabellari**

Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
0	0,00
1	52,70
2	64,91
3	73,32
4	79,95
5	85,49
6	90,31
7	94,59
8	98,47
9	102,02
10	105,30
11	108,36
12	111,23
13	113,94
14	116,51
15	118,95
16	121,28
17	123,51
18	125,65
19	127,71
20	129,69
21	131,61
22	133,46
23	135,26
24	137,00

**Scelta tempo di ritorno**

Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica

Tempo di ritorno adottato		50	anni
Coefficiente probabilistico	$w_T$	2,120	-
Parametro pioggia	$a$	52,702	mm/h <sup>n</sup>

*Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.*  
*T = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.*  
*T = 100 [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; 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.*

## DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	$W_0$	800,00	$m^3/ha_{imp}$
Volume invaso minimo	$W_0$	25,08	$m^3$
Metodo delle sole piogge			
Durata critica	$D_w$	8,33	ore
Volume invaso minimo	$W_0$	21,85	$m^3$
$D_w = \left( \frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

## VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	$A_{inv}$	12,00	$m^2$

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	2,50	$\geq$	2,09	m	Positiva
Volume utile invaso	W	30,00	$\geq$	25,08	$m^3$	Positiva
Tempo di svuotamento	$T_{sv}$	22,2	$\leq$	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	0,31	$\leq$	0,31	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Portata costante		
Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	0,31	l/s

Camorali Luca  
Geologo  
Viale Campari 83/b  
27100 Pavia (PV)

cod.fisc. CMR LCU 74T26 G388X  
partita IVA 01971640188

**Superficie coperta minore**

**Tr = 100 anni**

Individuazione dell'area

Comune di Stradella Provincia Pavia  
Livello di criticità Area A - criticità alta  
Classe dell'intervento 2 - Impermeabilizz. potenziale media

<b>Metodi di calcolo adottati</b>	
Requisiti minimi	
Metodo delle sole piogge	

<b>Portata massima scaricabile</b>			
Portata massima scaricabile	10,00	$l/(s \cdot ha_{imp})$	
Origine del vincolo di portata: .			

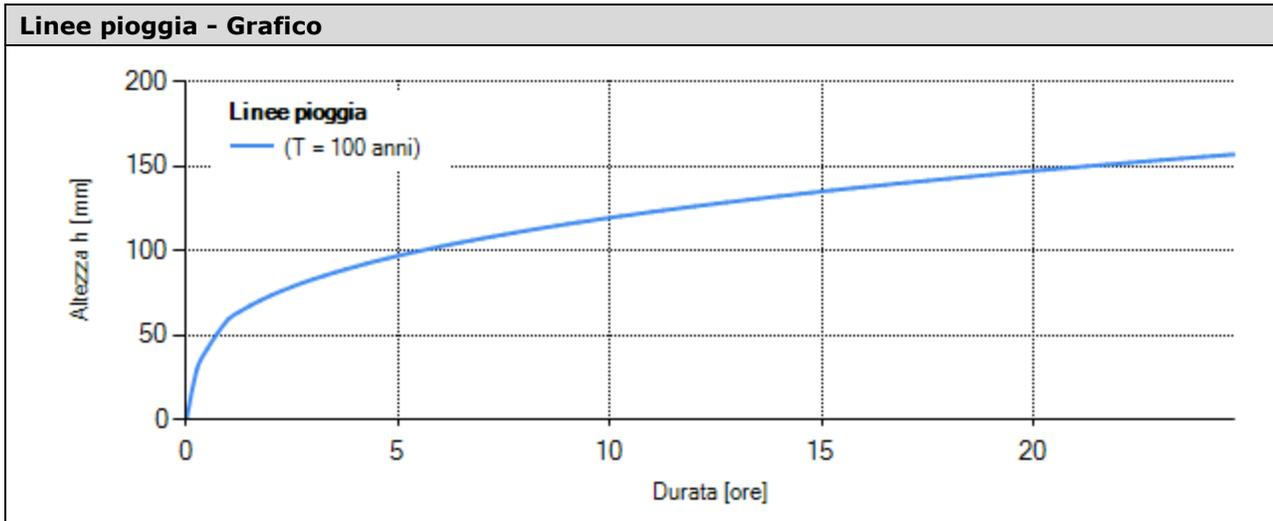
<b>Definizione aree</b>			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Coeff. Afflusso $\phi$
Abitazione e box	Area impermeabile	220,8	1,00
Vialetti	Area semi-impermeabile	132,5	0,70

Sup. totale intervento 353,3 m<sup>2</sup> Coeff. afflusso medio ponderale  $\phi_m$  0,8875

**LINEE SEGNALETRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA**

<b>Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica</b>			
Coefficiente pluviometrico orario	$a_1$	24,86	mm/h <sup>n</sup>
Coefficiente di scala	n	0,3006	-
GEV - Parametro alfa	$\alpha$	0,2778	-
GEV - Parametro kappa	k	-0,0937	-
GEV - Parametro epsilon	$\epsilon$	0,8113	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	$n_1$	0,5000	-

Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).



**Linee pioggia - Risultati tabellari**

Durata [ore]	(T= 100 anni) h [mm]
0	0,00
1	59,88
2	73,76
3	83,32
4	90,84
5	97,15
6	102,62
7	107,49
8	111,89
9	115,92
10	119,65
11	123,13
12	126,39
13	129,47
14	132,39
15	135,16
16	137,81
17	140,34
18	142,77
19	145,11
20	147,37
21	149,55
22	151,65
23	153,69
24	155,67

**Scelta tempo di ritorno**

Verifica dei franchi di sicurezza delle opere

Tempo di ritorno adottato		100	anni
Coefficiente probabilistico	$w_T$	2,409	-
Parametro pioggia	$a$	59,884	mm/h <sup>n</sup>

*Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.  
T = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.  
T = 100 [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; 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.*

## DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	$W_0$	800,00	$m^3/ha_{imp}$
Volume invaso minimo	$W_0$	25,08	$m^3$

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	$D_w$	10,00	ore
Volume invaso minimo	$W_0$	26,23	$m^3$
$D_w = \left( \frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

## VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	$A_{inv}$	12,00	$m^2$

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	2,50	$\geq$	2,19	m	Positiva
Volume utile invaso	W	30,00	$\geq$	26,23	$m^3$	Positiva
Tempo di svuotamento	$T_{sv}$	23,2	$\leq$	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	0,31	$\leq$	0,31	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Portata costante		
Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	0,31	l/s

Per la superficie coperta minore si è ottenuto:

- Requisito minimo di invaso =  $25.08 \text{ m}^3$
- Volume di laminazione con  $T_R = 50$  anni: pari a  $21.85 \text{ m}^3 < 25.08 \text{ m}^3$  (requisito minimo) per cui si considera il valore del requisito minimo pari a  $25.08 \text{ m}^3$
- Tipologia di svuotamento: portata costante
- Portata uscente:  $Q_{\text{umax}} = 0.31 \text{ l/s}$
- Tempo di svuotamento: 22.2 h
  
- Volume di laminazione con  $T_R = 100$  anni: pari a  $26.23 \text{ m}^3$
- Tipologia di svuotamento: portata costante
- Portata uscente:  $Q_{\text{umax}} = 0.31 \text{ l/s}$
- Tempo di svuotamento: 23.2 h

### Superficie coperta maggiore

**Tr = 50 anni**

#### Individuazione dell'area

Comune di Stradella Provincia Pavia  
Livello di criticità Area A - criticità alta  
Classe dell'intervento 2 - Impermeabilizz. potenziale media

Metodi di calcolo adottati	
Requisiti minimi	
Metodo delle sole piogge	

Portata massima scaricabile			
Portata massima scaricabile	10,00	$l/(s \cdot ha_{imp})$	
Origine del vincolo di portata: .			

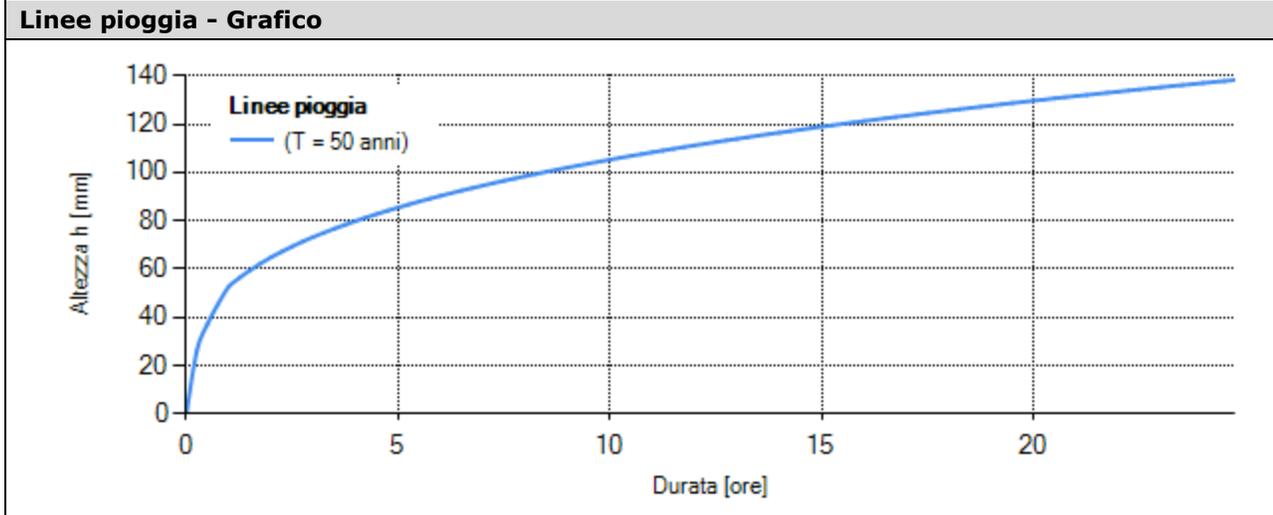
Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Coeff. Afflusso $\phi$
Abitazione e box	Area impermeabile	304,8	1,00
Vialetti	Area semi-impermeabile	182,9	0,70

Sup. totale intervento 487,7 m<sup>2</sup> Coeff. afflusso medio ponderale  $\phi_m$  0,8875

### **LINEE SEGNALETRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA**

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica			
Coefficiente pluviometrico orario	$a_1$	24,86	mm/h <sup>n</sup>
Coefficiente di scala	$n$	0,3006	-
GEV - Parametro alfa	$\alpha$	0,2778	-
GEV - Parametro kappa	$k$	-0,0937	-
GEV - Parametro epsilon	$\epsilon$	0,8113	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	$n_1$	0,5000	-

Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).



**Linee pioggia - Risultati tabellari**

Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
0	0,00
1	52,70
2	64,91
3	73,32
4	79,95
5	85,49
6	90,31
7	94,59
8	98,47
9	102,02
10	105,30
11	108,36
12	111,23
13	113,94
14	116,51
15	118,95
16	121,28
17	123,51
18	125,65
19	127,71
20	129,69
21	131,61
22	133,46
23	135,26
24	137,00

**Scelta tempo di ritorno**

Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica

Tempo di ritorno adottato		50	anni
Coefficiente probabilistico	$w_T$	2,120	-
Parametro pioggia	$a$	52,702	mm/h <sup>n</sup>

*Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.  
T = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.  
T = 100 [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; 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.*

## DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	$w_0$	800,00	$m^3/ha_{imp}$
Volume invaso minimo	$W_0$	34,63	$m^3$

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	$D_w$	8,33	ore
Volume invaso minimo	$W_0$	30,16	$m^3$
$D_w = \left( \frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

## VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	$A_{inv}$	15,00	$m^2$

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	2,50	$\geq$	2,31	m	Positiva
Volume utile invaso	W	37,50	$\geq$	34,63	$m^3$	Positiva
Tempo di svuotamento	$T_{sv}$	22,2	$\leq$	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	0,43	$\leq$	0,43	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Portata costante		
Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	0,43	l/s

**Superficie coperta maggiore**

**Tr = 100 anni**

Individuazione dell'area

Comune di Stradella Provincia Pavia  
Livello di criticità Area A - criticità alta  
Classe dell'intervento 2 - Impermeabilizz. potenziale media

Metodi di calcolo adottati	
Requisiti minimi Metodo delle sole piogge	

Portata massima scaricabile			
Portata massima scaricabile	10,00	$l/(s \cdot ha_{imp})$	
Origine del vincolo di portata: .			

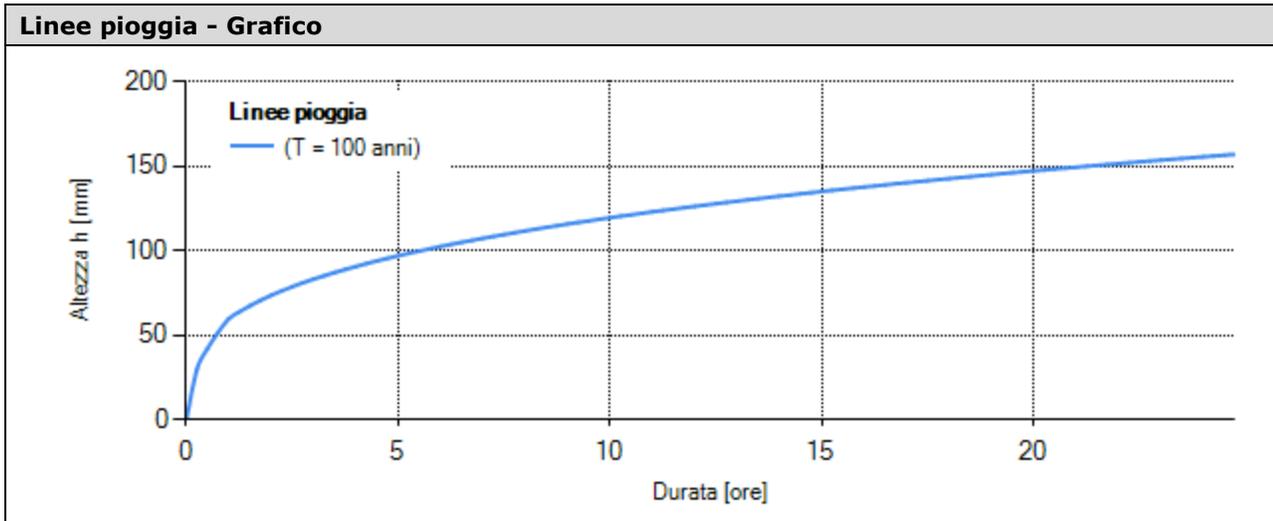
Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Coeff. Afflusso $\phi$
Abitazione e box	Area impermeabile	304,8	1,00
Vialetti	Area semi-impermeabile	182,9	0,70

Sup. totale intervento 487,7 m<sup>2</sup> Coeff. afflusso medio ponderale  $\phi_m$  0,8875

**LINEE SEGNALETRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA**

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica			
Coefficiente pluviometrico orario	$a_1$	24,86	mm/h <sup>n</sup>
Coefficiente di scala	$n$	0,3006	-
GEV - Parametro alfa	$\alpha$	0,2778	-
GEV - Parametro kappa	$k$	-0,0937	-
GEV - Parametro epsilon	$\epsilon$	0,8113	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	$n_1$	0,5000	-

Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).



**Linee pioggia - Risultati tabellari**

Durata [ore]	(T= 100 anni) h [mm]
0	0,00
1	59,88
2	73,76
3	83,32
4	90,84
5	97,15
6	102,62
7	107,49
8	111,89
9	115,92
10	119,65
11	123,13
12	126,39
13	129,47
14	132,39
15	135,16
16	137,81
17	140,34
18	142,77
19	145,11
20	147,37
21	149,55
22	151,65
23	153,69
24	155,67

**Scelta tempo di ritorno**

Verifica dei franchi di sicurezza delle opere

Tempo di ritorno adottato		100	anni
Coefficiente probabilistico	$w_T$	2,409	-
Parametro pioggia	$a$	59,884	mm/h <sup>n</sup>

*Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.*  
*T = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.*  
*T = 100 [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; 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.*

## DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	$w_0$	800,00	$m^3/ha_{imp}$
Volume invaso minimo	$W_0$	34,63	$m^3$

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	$D_w$	10,00	ore
Volume invaso minimo	$W_0$	36,21	$m^3$
$D_w = \left( \frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

## VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	$A_{inv}$	15,00	$m^2$

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	2,50	$\geq$	2,41	m	Positiva
Volume utile invaso	W	37,50	$\geq$	36,21	$m^3$	Positiva
Tempo di svuotamento	$T_{sv}$	23,2	$\leq$	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	0,43	$\leq$	0,43	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Portata costante		
Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	0,43	l/s

Per la superficie coperta maggiore si è ottenuto:

- Requisito minimo di invaso =  $34.63 \text{ m}^3$
- Volume di laminazione con  $T_R = 50$  anni: pari a  $30.16 \text{ m}^3 < 34.63 \text{ m}^3$  (requisito minimo) per cui si considera il valore del requisito minimo pari a  $34.63 \text{ m}^3$
- Tipologia di svuotamento: portata costante
- Portata uscente:  $Q_{\text{umax}} = 0.43 \text{ l/s}$
- Tempo di svuotamento: 22.2 h
  
- Volume di laminazione con  $T_R = 100$  anni: pari a  $36.21 \text{ m}^3$
- Tipologia di svuotamento: portata costante
- Portata uscente:  $Q_{\text{umax}} = 0.43 \text{ l/s}$
- Tempo di svuotamento: 23.2 h

## 10.0 CONCLUSIONI

Il presente documento riporta lo studio di invarianza idraulica ai sensi della D.G.R. 20 novembre 2017, n. X/7372, del R.R. n.7 del 23 novembre 2017 “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’art. 58 bis della Legge Regionale n. 12 del 11 marzo 2005” e del R.R. n.8 del 19 aprile 2019 “ Disposizione sull’applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n. 7” per la gestione delle acque meteoriche che interesseranno le aree comuni di pertinenza del nuovo piano di lottizzazione con le seguenti ipotesi:

- ✓ Sito: viale Resistenza snc in Comune di Stradella (PV)
- ✓ Progetto: nuovo piano di lottizzazione
- ✓ Criticità idraulica Comune di Stradella: Tipo B (media) ma trattandosi di piano di lottizzazione viene considerata la criticità di Tipo A (alta)
- ✓ Scarico limite:  $U_{lim} = 10 \text{ l/s ha}_{impermeabile}$  (art. 8 comma 1 lettera a del R.R.)
- ✓ Classe di intervento 2 “impermeabilizzazione potenziale media”
- ✓ Superficie totale impermeabile =  $2906.05 \text{ m}^2$
- ✓ Coefficiente di deflusso medio ponderale = 1.0
- ✓ Modalità di calcolo: Metodo delle sole piogge
- ✓ Requisito minimo per le misure di invarianza idraulica ed idrologica per le aree ad alta criticità  
A:  $800 \text{ m}^3/\text{ha}_{impermeabile}$  (art. 12, comma 2, lettera b)

Da cui si è ottenuto:

- Requisito minimo di invaso =  $232.48 \text{ m}^3$
- Volume di laminazione con  $T_R = 50$  anni: pari a  $202.57 \text{ m}^3 < 232.48 \text{ m}^3$  (requisito minimo)  
per cui si considera il valore del requisito minimo pari a  $232.48 \text{ m}^3$
- Tipologia di svuotamento: portata costante
- Portata uscente:  $Q_{umax} = 2.91 \text{ l/s}$
- Tempo di svuotamento: 22.2 h

- Volume di laminazione con  $T_R = 100$  anni: pari a  $243.09 \text{ m}^3$
- Tipologia di svuotamento: portata costante
- Portata uscente:  $Q_{\text{umax}} = 2.91 \text{ l/s}$
- Tempo di svuotamento: 23.2 h

In Allegato 1 si riporta uno stralcio della planimetria di progetto con l'ubicazione della vasca che raccoglierà le acque di pioggia delle parti comuni del nuovo piano di lottizzazione.

In Allegato 2 si riporta uno stralcio della planimetria di progetto con l'ubicazione della rete di smaltimento che raccoglierà e convoglierà le acque di pioggia ricadenti sui singoli lotti.

Si ricorda che ogni singola unità abitativa dovrà provvedere al proprio studio di invarianza idraulica utilizzando i dati di superficie coperta impermeabile e semipermeabile che verranno indicati nei singoli progetti esecutivi.

In Allegato 3 si riporta l'Asseverazione del progettista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento (ALLEGATO E Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n. 7 modificato dal Regolamento Regionale 19 aprile 2019 n. 8) sempre per quanto riguarda le parti comuni del nuovo piano di lottizzazione.

Il Direttore lavori dovrà compilare al termine dei lavori, in modo che possa tenere in conto di eventuali variazioni in corso d'opera, il modulo di cui all'Allegato D del Regolamento Regionale.

**Camorali Luca**  
**Geologo**  
**Viale Campari 83/b**  
**27100 Pavia (PV)**

**cod.fisc. CMR LCU 74T26 G388X**  
**partita IVA 01971640188**

## **Allegato 1**

**Planimetria di progetto con l'ubicazione della vasca**

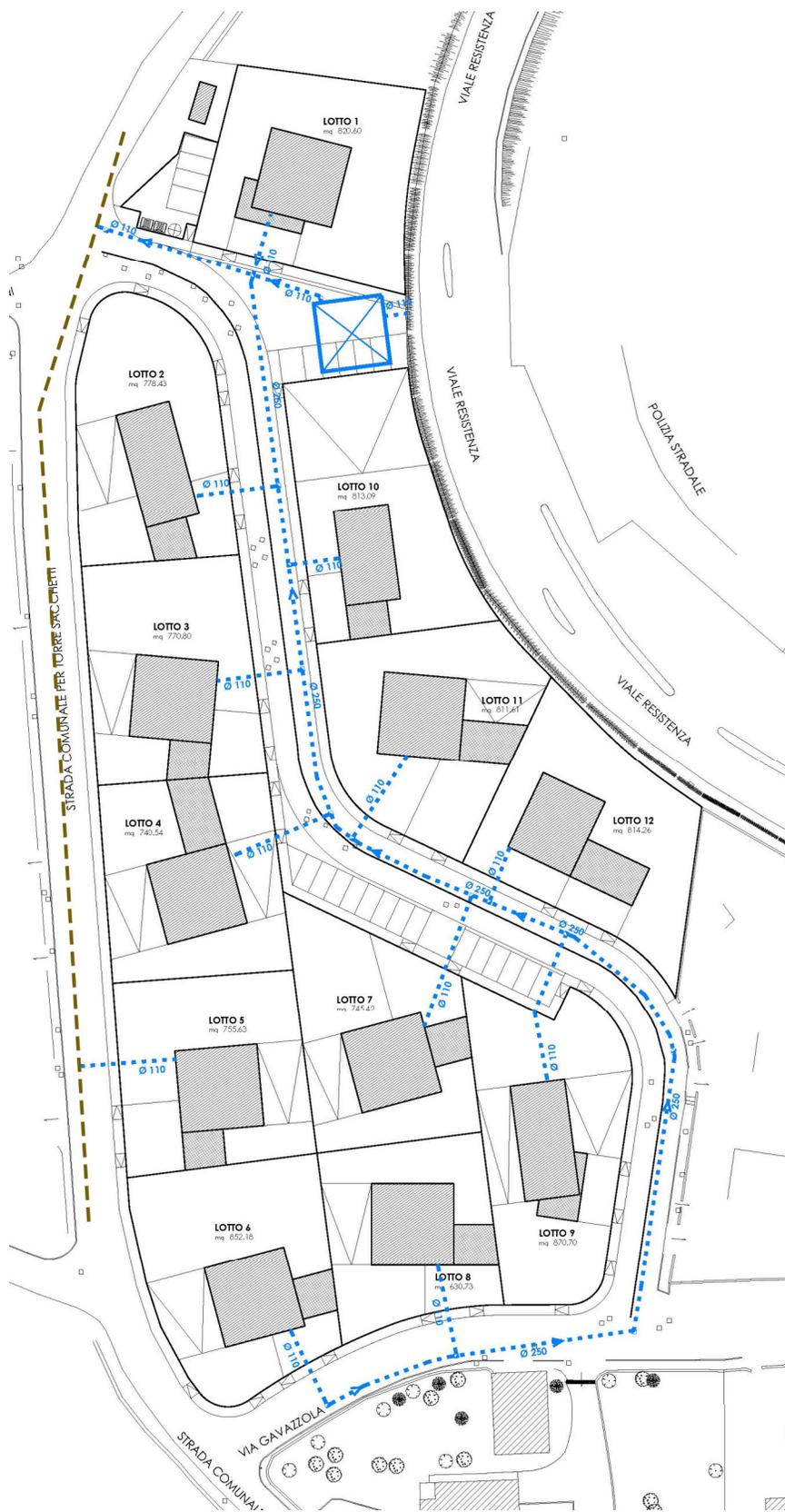


Camorali Luca  
Geologo  
Viale Campari 83/b  
27100 Pavia (PV)

cod.fisc. CMR LCU 74T26 G388X  
partita IVA 01971640188

## **Allegato 2**

**Planimetria di progetto con l'ubicazione della rete di smaltimento delle  
acque provenienti da ogni singolo lotto**



Camorali Luca  
Geologo  
Viale Campari 83/b  
27100 Pavia (PV)

cod.fisc. CMR LCU 74T26 G388X  
partita IVA 01971640188

### **Allegato 3**

**Asseverazione del progettista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento (ALLEGATO E Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n. 7 modificato dal Regolamento Regionale 19 aprile 2019 n. 8)**

Supplemento n. 17 - Mercoledì 24 aprile 2019

- altro (specificare) .....
- che le coordinate UTM-WGS84-32 del baricentro delle opere d'invarianza idraulica e idrologica sono:
  - x .....
  - y .....
  - z (m s.l.m.) .....
- che le dimensioni delle opere d'invarianza, suddivise per tipologia (es: area di laminazione, area destinata al riuso delle acque laminare, ecc.), sono:
  - Opera 1: tipologia .....
  - estensione .....
  - volume .....
  - altro (specificare) .....
  - Opera 2: tipologia .....
  - estensione .....
  - volume .....
  - altro (specificare) .....
  - .....
- che il tempo massimo di svuotamento delle opere realizzate è: ore .....
- che l'intervento può essere così brevemente descritto: .....
- .....
- .....
- .....

**Nel caso di monetizzazione:**

- che l'intervento presenta tutte le caratteristiche elencate nell'art. 16, comma 1 del regolamento
- che l'importo della monetizzazione è: € .....

**Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 10 della legge 675/96 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.**

.....  
(luogo e data)

**Il Dichiarante**  
.....

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

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

z) l'allegato E è sostituito dal seguente:

ALLEGATO E

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

**DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETÀ**

(Articolo 47 d.p.r. 28 dicembre 2000, n. 445)

La/Il sottoscritto/a CAMPORALI LUCA  
 nata/o a PAVIA il 26/12/1974  
 residente a PAVIA  
 in via CAMPARI n. 83/b  
 iscritta/ all'  Ordine [ ] Collegio dei GEOLOGI della Provincia di .....  
 Regione LOMBARDIA n. 1280 AP SE2A  
 incaricata/o dal/i signor/i GABETTA GIOVANNI MARIA in qualità di  
 [ ] proprietario, [ ] utilizzatore [ ] legale rappresentante del .....  
 di redigere il Progetto di invarianza idraulica e idrologica per l'intervento di PIANO DI LOTTIZZAZIONE IN VIALE RESISTENZA  
 sito in Provincia di PAVIA Comune di STRADELLA  
 in via/piazza VIALE RESISTENZA n. SNC  
 Foglio n. 21 Mappale n. 937, 938, 939, 494

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

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

#### DICHIARA

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

oppure

- che l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e/o come piano attuativo previsto nel piano delle regole e pertanto di applicano i limiti delle aree A ad alta criticità
- che la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 m<sup>2</sup> e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo, purché non pavimentato, o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio (art. 12, comma 1, lettera a)
- che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerato la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo)..... A....., pari a:
  - 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
  - 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
  - ..... l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, derivante da limite imposto dall'Ente gestore del ricettore .....
- che l'intervento prevede l'infiltrazione come mezzo per gestire le acque pluviali (in alternativa o in aggiunta all'allontanamento delle acque verso un ricettore), e che la portata massima infiltrata dai sistemi di infiltrazione realizzati è pari a l/s ....., che equivale ad una portata infiltrata pari a ..... l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
- che, in relazione all'effetto potenziale dell'intervento e alla criticità dell'ambito territoriale (rif. articolo 9 del regolamento), l'intervento ricade nella classe di intervento:
  - Classe «0»
  - Classe «1» Impermeabilizzazione potenziale bassa
  - Classe «2» Impermeabilizzazione potenziale media
  - Classe «3» Impermeabilizzazione potenziale alta
- che l'intervento ricade nelle tipologie di applicazione dei requisiti minimi di cui:
  - all'articolo 12, comma 1 del regolamento
  - all'articolo 12, comma 2 del regolamento
- di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* con i contenuti di cui:
  - all'articolo 10, comma 1 del regolamento (casi in cui non si applicano i requisiti minimi)
  - all'articolo 10, comma 2 e comma 3, lettera a) del regolamento (casi in cui si applicano i requisiti minimi)
- di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* conformemente ai contenuti del regolamento, con particolare riferimento alle metodologie di calcolo di cui all'articolo 11 del regolamento;

#### ASSEVERA

- che il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* previsto dal regolamento (articoli 6 e 10 del regolamento) è stato redatto nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica, secondo quanto disposto dal piano di governo del territorio, dal regolamento edilizio e dal regolamento;
- che le opere di invarianza idraulica e idrologica progettate garantiscono il rispetto della portata massima ammissibile nel ricettore prevista per l'area in cui ricade il Comune ove è ubicato l'intervento;
- che la portata massima scaricata su suolo dalle opere realizzate è compatibile con le condizioni idrogeologiche locali;
- che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione dell'art. 12, comma 1, lettera a) del regolamento;
- che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione della monetizzazione (art. 16 del regolamento), e che pertanto è stata redatta la dichiarazione motivata di impossibilità di cui all'art. 6, comma 1, lettera d) del regolamento, ed è stato versato al comune l'importo di € .....

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

PAVIA, 02/03/2023  
(luogo e data)



Supplemento n. 17 - Mercoledì 24 aprile 2019

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

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

aa) l'allegato F è sostituito dal seguente:

ALLEGATO F

**METODOLOGIE DI CALCOLO DEI PROCESSI DI INFILTRAZIONE**

1. Alcuni richiami teorici

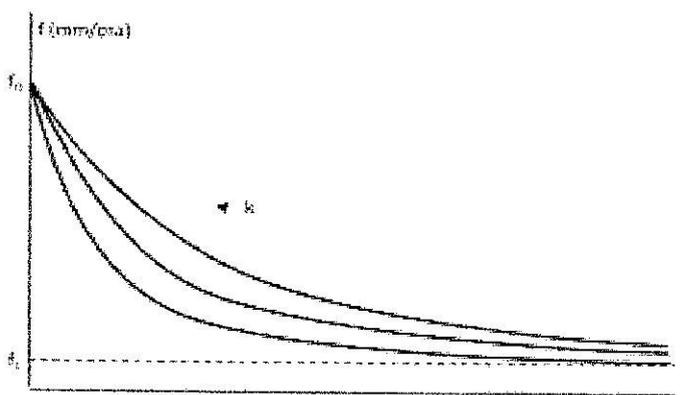
L'infiltrazione  $f(t)$  è definita come la portata per unità di superficie che all'istante  $t$  si infila nel sottosuolo ed è misurata, generalmente, in mm/ora in analogia all'intensità di pioggia.

Ferma restando la possibilità di adottare i metodi di calcolo indicati nella letteratura tecnica che si ritengono adeguati, una classe di modelli di infiltrazione particolarmente importante è quella dei cosiddetti modelli di Horton che, in base a numerose risultanze sperimentali, individua una legge decrescente di tipo esponenziale per rappresentare l'andamento nel tempo dell'infiltrazione  $f(t)$  (Figura 1)<sup>1</sup>. Tale legge esponenziale indica che l'infiltrazione decresce da un valore massimo iniziale  $f_0$ , che è legato al tipo di suolo ed al suo stato di imbibizione all'inizio dell'evento, ad un valore minimo asintotico  $f_c$ , che eguaglia la conduttività idraulica a saturazione  $K_s$ , la quale è legata alle caratteristiche di porosità del terreno, alla stratigrafia del sottosuolo, alla presenza e distanza dalla falda. La rapidità dell'esponenziale, misurata dal parametro  $k$ , con cui l'infiltrazione tende al valore asintotico è anch'essa legata al tipo di suolo. L'andamento esponenziale risponde bene all'osservazione sperimentale che mostra come durante il processo di infiltrazione il suolo sia soggetto ad un progressivo fenomeno di saturazione che limita progressivamente il valore dell'infiltrazione.

È da sottolineare che l'infiltrazione segue tale andamento esponenziale quando la superficie di infiltrazione è alimentata da acqua in misura sovrabbondante rispetto all'infiltrazione stessa; in tal caso essa rappresenta propriamente la «capacità di infiltrazione» essendo commisurata al valore massimo a cui può arrivare l'infiltrazione istante per istante. Se, invece, l'adacquamento è minore della capacità di infiltrazione, cioè il suolo presenta nell'istante considerato una capacità di infiltrazione maggiore della portata idrica in arrivo sulla superficie, l'infiltrazione non può che assorbire la portata d'acqua disponibile mantenendosi quindi ad un valore minore della capacità di infiltrazione.

Prudenzialmente, quindi, nei calcoli di dimensionamento delle opere di infiltrazione è opportuno riferirsi al valore minimo asintotico  $f_c$  che residua dopo che sia sostanzialmente terminato il processo di saturazione del suolo. Tanto più che l'evento meteorico intenso può avvenire dopo piogge che hanno già contribuito a saturare il suolo.

**Figura 1 - Legge di Horton. Andamenti della capacità di infiltrazione in presenza di sovrabbondanza di acqua sulla superficie disperdente**



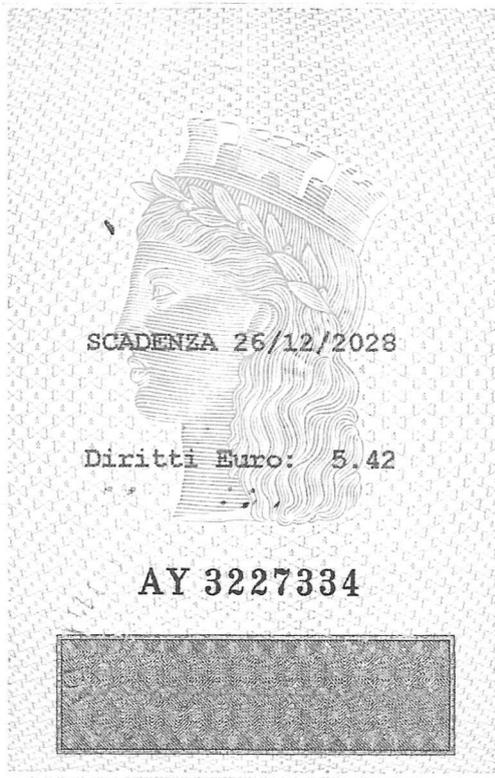
Per quanto riguarda i valori da attribuire ai parametri della legge di Horton, lo statunitense Soil Conservation Service (SCS) [1956], ora Natural Resources Conservation Service, propone le seguenti quattro classi (A, B, C e D) di suoli con copertura erbosa:

- Classe A Scarsa potenzialità di deflusso: comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
- Classe B Potenzialità di deflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
- Classe C Potenzialità di deflusso moderatamente alta: comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D; il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
- Classe D Potenzialità di deflusso molto alta: comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

**Tabella 1 - Parametri delle curve di Horton proposti dal SCS [1956]**

Classe suolo	$f_0$ [mm/ora]	$f_c$ [mm/ora]	$k$ [ore <sup>-1</sup> ]
A	250	25.4	2

<sup>1</sup> L'idrologia propone anche altri modelli di infiltrazione molto noti ed utilizzati, ad esempio il modello CN del Soil Conservation Service (ora Natural Resources Conservation Service) degli USA. Tuttavia, tenendo conto del carattere indicativo delle presenti note, si ritiene sufficiente il riferimento al modello di Horton.



IPZS SPA - O.C.V. - ROMA



Cognome.....CAMORALI.....

Nome.....LUCA.....

nato il.....26/12/1974.....

(atto n.....1.....P.....1.....S.....A 1975)

a.....PAVIA.....(.....PV.....)

Cittadinanza.....ITALIANA.....

Residenza.....PAVIA.....

Via.....VIA. CAMILLO CAMPARI 83 SC. B

Stato civile.....

Professione.....

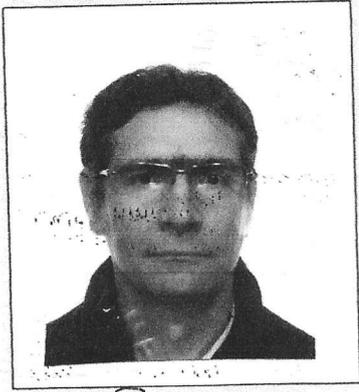
CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI

Statura.....1.83.....

Capelli.....Castani.....

Occhi.....Castani.....

Segni particolari.....



Firma del titolare *Luca Camorali*

.....PAVIA..... 17/01/2018

IL SINDACO

Impronta del dito indice sinistro

COMUNE DI PAVIA SETTORE SERVIZI

L'INCARICATO (Adrian Alessandra)