

Consulente geologo Dr. Cristiano Nericcio
Via Roma 92/6 - 21020 Mercallo VA

Tel. 338 3763998 – e mail cristiano.nericcio@virgilio.it

REGIONE LOMBARDIA – PROVINCIA DI VARESE

Comune di Tradate

STUDI CONCERNENTI LA REALIZZAZIONE DI 4 EDIFICI RESIDENZIALI PRESSO LA
LOTTIZZAZIONE DI VIA MONTE NEVOSO

Mappale: F9 P863

Coordinate geografiche: 45°43'14.8"N 8°53'53.7"E

ELABORATO	<i>Relazione Geo idrologica ai fini del conseguimento dell'invarianza idraulica</i> Regolamento Regionale 23 Novembre 2017 – n. 7 Regolamento Regionale 19 Aprile 2019 – n. 8
COMMITTENTE	SPETT.LI <i>SIG. GALMARINI CLAUDIO, SIG. GALMARINI ROBERTO, SIG. GALMARINI LUCA, SIG.RA RAIMONDI CARMEN</i>
DATA	28/04/22

Il tecnico: Dr. Geol. Cristiano Nericcio



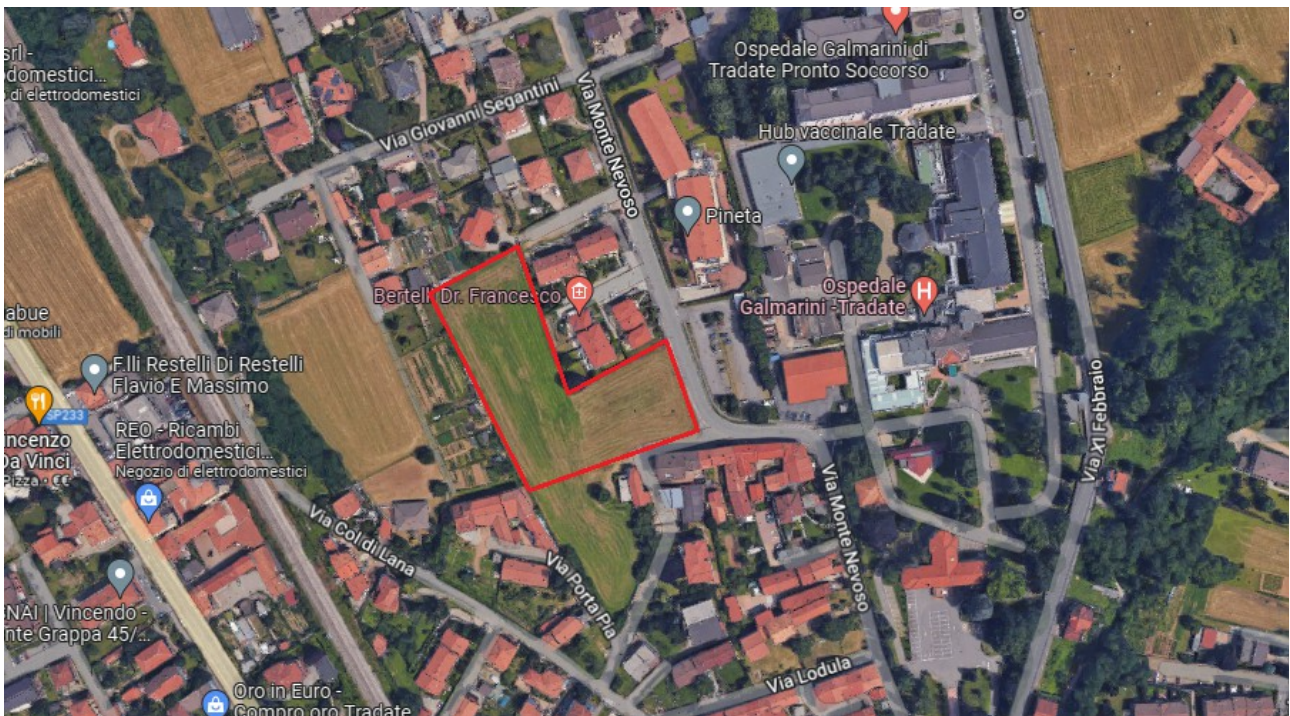
INDICE

1. PREMESSA.....	3
1.1 Vincoli.....	5
1.2 Principali normative osservate.....	6
1.3 Obiettivi.....	6
2 INQUADRAMENTO idroGEOLOGICO GENERALE DELL'AREA INDAGATA - permeabilità	7
3 PECULIARITA' DELLE OPERE IN PROGETTO.....	14
4 PIOGGIA DI PROGETTO APPORTO METEORICO.....	15
5 METODI DI CALCOLO RELATIVO SVILUPPO del volume di laminazione.....	19
6.1 IL METODO DELLE SOLE PIOGGE.....	19
6.1.1. DIAGRAMMI ESEMPLIFICATIVI.....	21
6 AFFLUSSO METEORICO e dimensionamento pozzi disperdenti.....	25
7 CALCOLO DIMENSIONAMENTO CONDUTTURE, PLUVIALI, GRIGLIE E/O CADITOIE.....	29
8 PIANO MANUTENZIONE.....	33
9 CONCLUSIONI.....	33

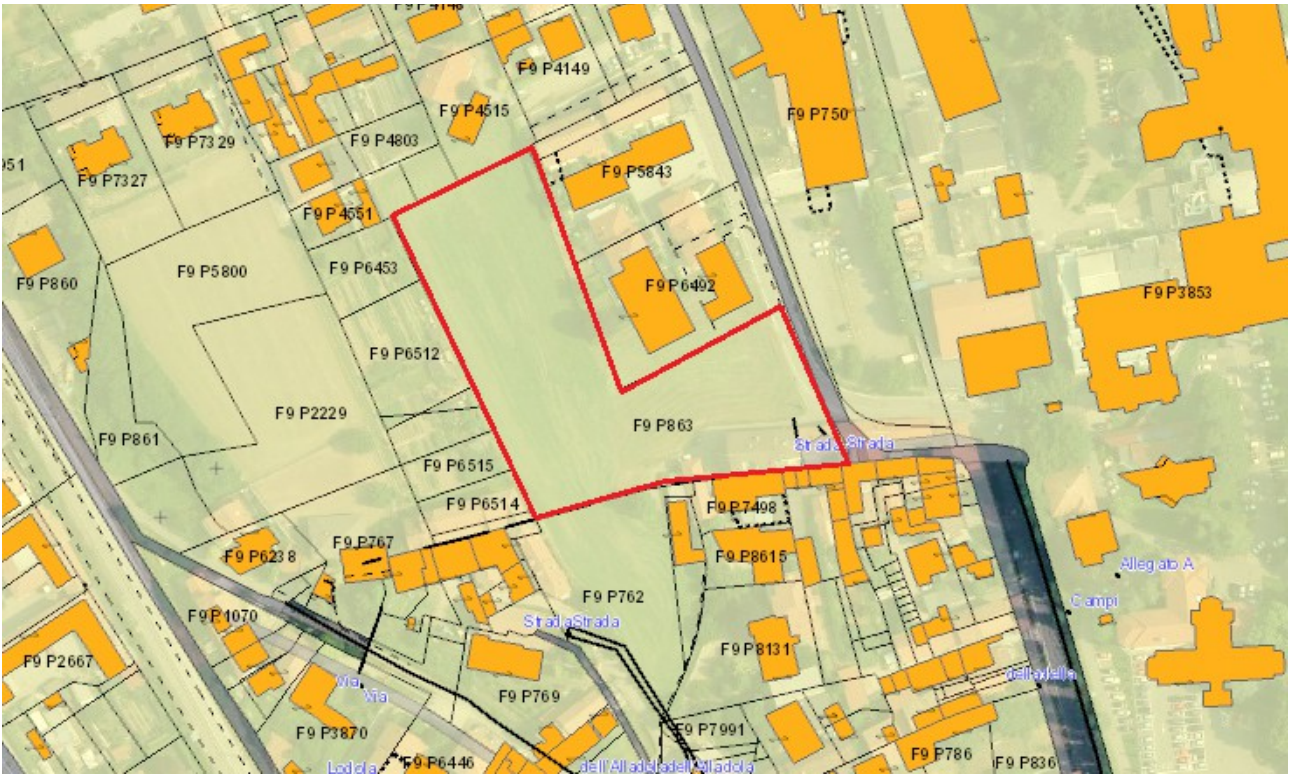
1. PREMESSA

In seguito al colloquio avuto con l'egr. o Geom. Vincenzo Lombardo, mi è stato commissionato l'incarico per eseguire un'indagine idrogeologica ai fini del conseguimento dell'invarianza idraulica inerente un terreno presso via Monte Nevoso, nel territorio comunale di Tradate, dove s'intendono realizzare 4 edifici residenziali nell'ambito di una lottizzazione.

Pertanto, la presente relazione tiene conto delle superfici scolanti in qualità e quantità, della permeabilità dei terreni presenti in sito, dell'altezza della pioggia di progetto e del conseguente afflusso indotto, al fine di dimensionare adeguatamente un sistema di laminazione e drenaggio delle acque meteoriche in funzione dei vigenti regolamenti in materia d'invarianza idraulica.



Corografia aerea



Stralcio della mappa catastale, fonte Geoportale della Lombardia



Planimetria generale area progetto

1.1 Vincoli

Secondo la documentazione geologica consultata, allegata al PGT, redatta dal Dott. Geol. Marco Parmigiani nel novembre 2010 (e successive modifiche ed integrazioni), l'area oggetto d'indagine rientra in una classe di fattibilità geologica 2, vale a dire che nel territorio si sono riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico - costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

In particolare si tratta di una sottoclasse "b" che comprende le aree pianeggianti costituite da terreni eterogenei alterati con stato di addensamento da "sciolti" a "mediamente addensati" e soprastanti orizzonti fini con stato di consistenza da "tenero" a "medio".

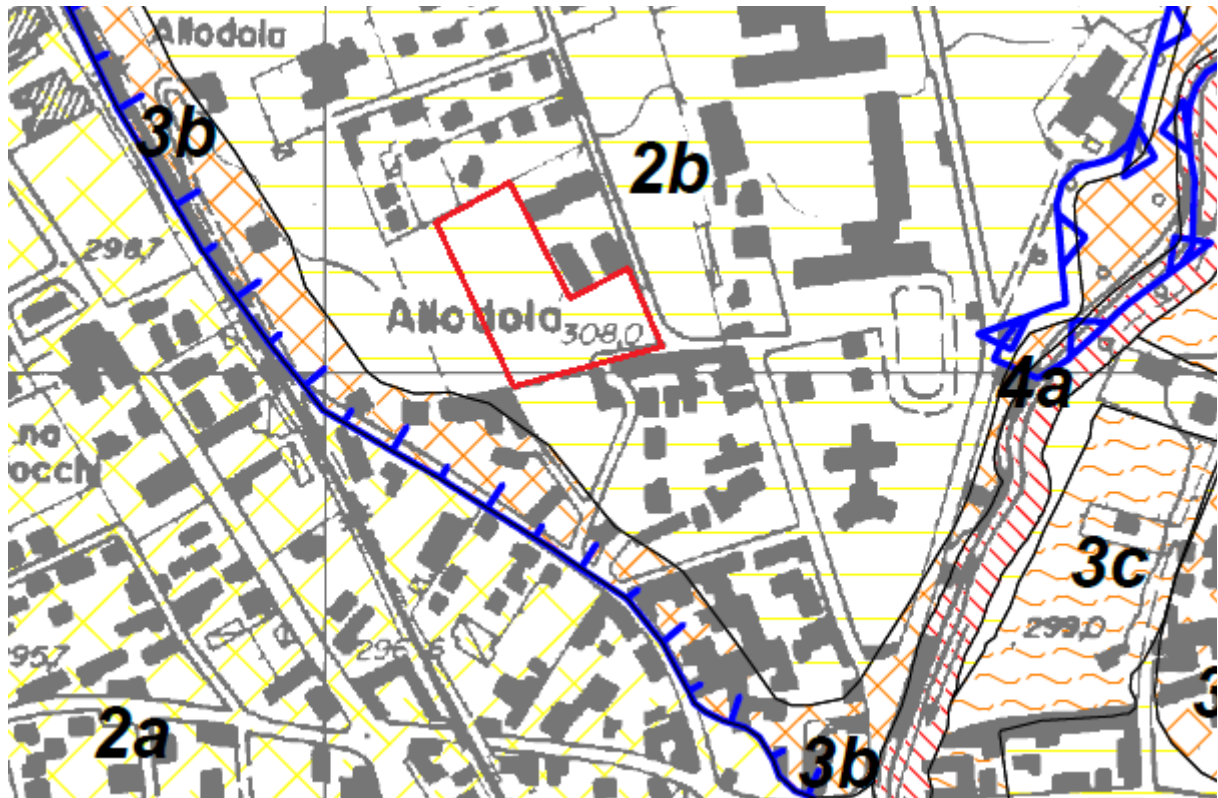
Possibile presenza di acque di primo sottosuolo e cavità geologiche di dimensioni metriche "occhi pollini" che si rinvencono nei primi 10 m di profondità.

Il parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso è favorevole con modeste limitazioni di carattere geotecnico.

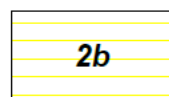
È ammissibile qualunque tipo di azione edificatoria.

Per tutte le azioni edificatorie e opere ammissibili è sempre necessaria un'indagine geognostica (IGT) commisurata alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008.

Sono sempre da prevedere opere per la regimazione delle acque meteoriche (RE) e l'eventuale drenaggio di acque di primo sottosuolo (DR).



CLASSE DI FATTIBILITA' D.G.R. 9/2616/11



Aree pianeggianti con terreni eterogenei

Stralcio carta di fattibilità, fonte PGT

1.2 Principali normative osservate

Il presente documento è stato redatto seguendo gli estremi del:

RR 19 Aprile 2019 n. 8 recante aggiornamenti in materia d'invarianza idraulica;

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 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

(BURL n. 11, suppl. del 18 Marzo 2016), Art. 7 (Invarianza idraulica, invarianza idrologica e drenaggio urbano sostenibile. Modifiche alla l.r. 12/2005 – modifiche art 58 bis del testo unico ambiente);

D.Lgs. 3/4/2006 n. 152 Norme in materia ambientale;

Delibera 4/02/1977 Criteri, metodologie e norme tecniche generali della legge 10/05/1976 n. 319 recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, successivi e similari.

1.3 Obiettivi

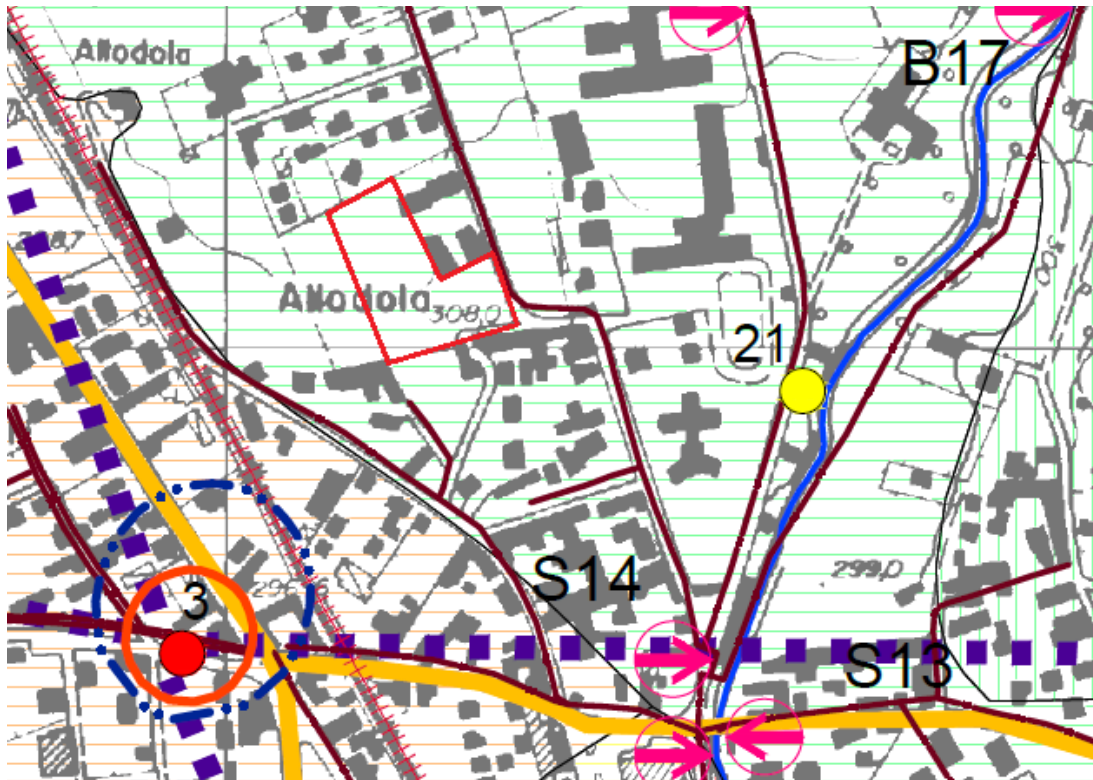
Pertanto la presente relazione valuta le caratteristiche meteoriche, idrologiche ed idrogeologiche locali in relazione alle peculiarità delle opere in progetto con lo scopo di rispettare i principi dell'invarianza idrologica idraulica, vale a dire il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione; con lo scopo di ridurre sia il degrado qualitativo delle acque sia i fenomeni di allagamento urbano favorendo lo sviluppo di sistemi di drenaggio urbano sostenibile (sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche e a ridurre il degrado qualitativo delle acque.

2 INQUADRAMENTO idroGEOLOGICO GENERALE DELL'AREA INDAGATA - permeabilità

Dalla documentazione consultata si evince che l'area oggetto di indagine s'intesta alla quota media di 308 m slm e risulta compresa tra la curva isopiezometrica 270 m slm a NE e 260 m slm a SW, ciò dà luogo ad una soggiacenza delle acque sotterranee compresa tra i 38 e i 48 metri dal p.c. con una direzione di scorrimento rivolta verso SW.

L'acquifero è di tipo libero in materiali alluvionali, protetto in superficie da depositi prevalentemente fini di spessore inferiore a 5 m.

Il grado di vulnerabilità è medio mentre la permeabilità superficiale è bassa.



POZZI E SORGENTI (CON RELATIVO NUMERO O SIGLA IDENTIFICATIVA)

- Pozzo di pubblico acquedotto
- Pozzo chiuso

PREVENTORI E/O RIDUTTORI DELL'INQUINAMENTO

- Zona di rispetto delle opere di captazione di acque destinate al consumo umano definite con criterio temporale (t = 60 gg, D.G.R 15137/96).
- Proposta di zona di protezione, definita con criterio temporale (t = 180 gg, D.G.R 15137/96)

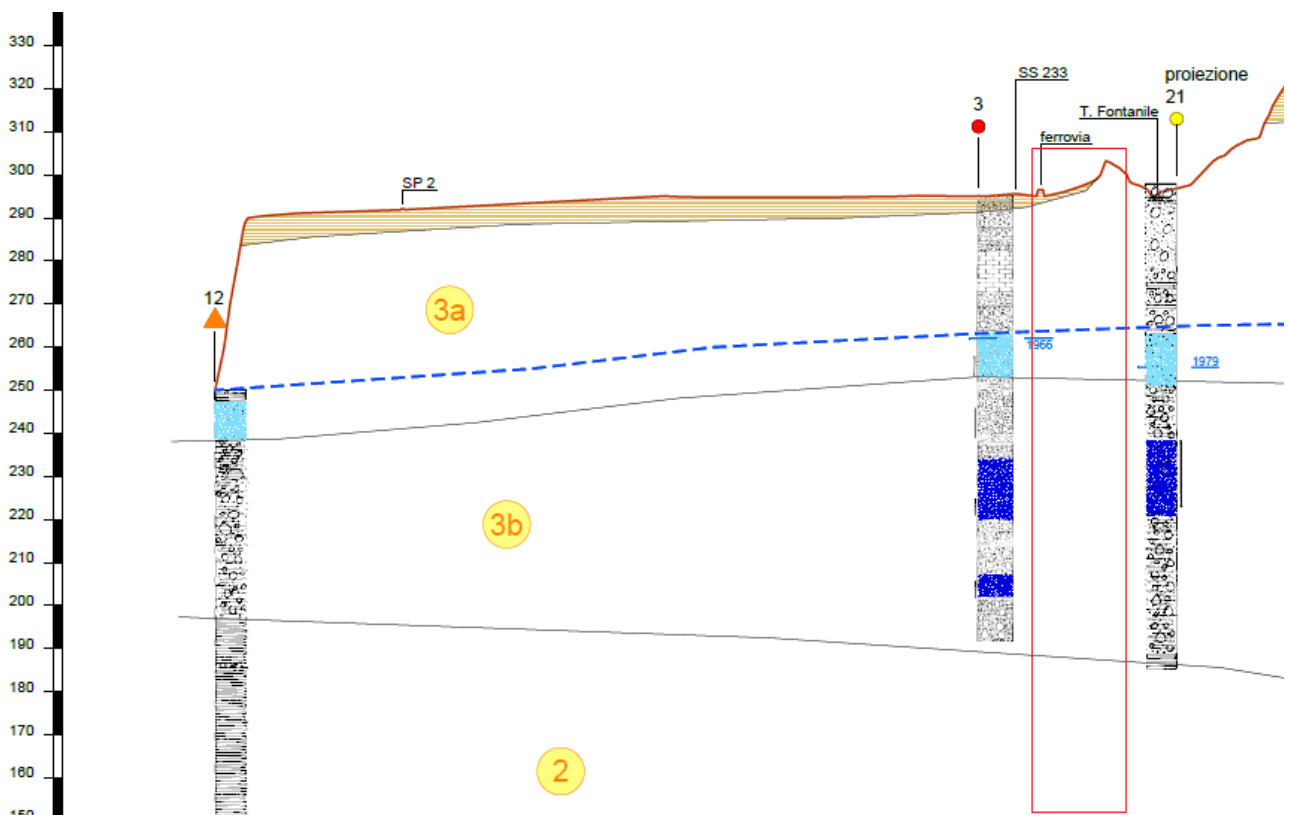
1 Traccia delle sezioni idrogeologiche

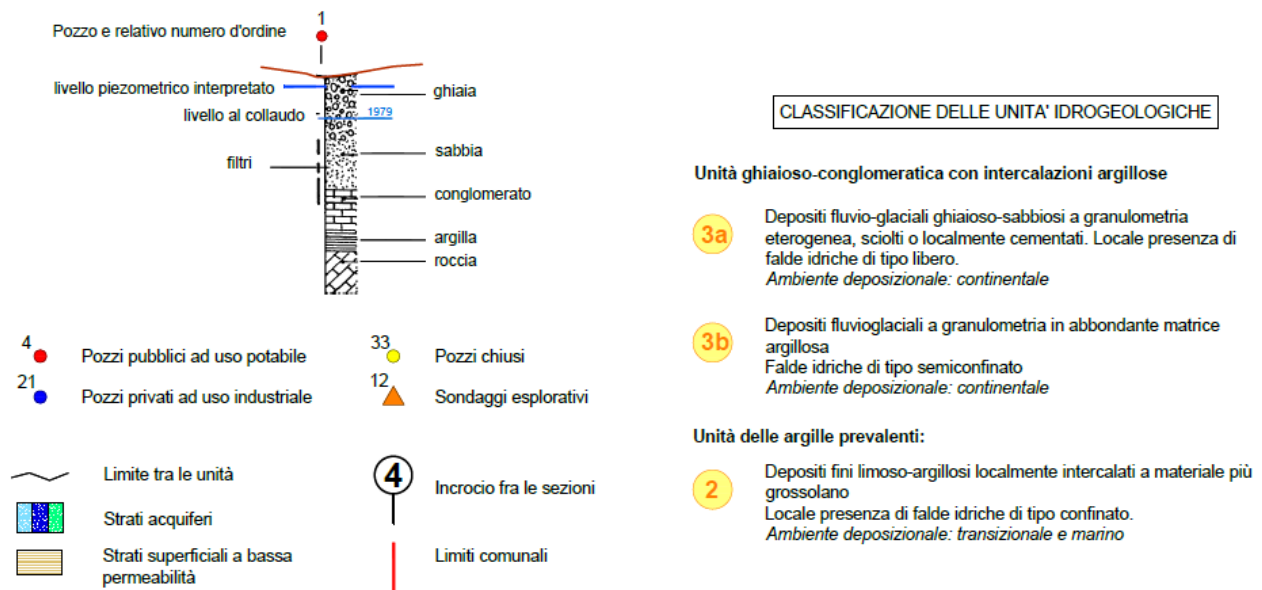
GRADO DI PERMEABILITA' DEI TERRENI SUPERFICIALI				GRADO DI VULNERABILITA'						CARATTERISTICHE DELL'ACQUIFERO
A	M	B	BB	ee	e	a	m	b	bb	
		X					m2			Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali <u>protetto</u> in superficie da depositi prevalentemente fini di spessore inferiore a 5 m. Soggiacenza della falda superiore a 35 m.

Stralcio della carta idrogeologica, fonte PGT

k (m/s)	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	
GRADO DI PERMEABILITÀ	alto			medio		basso		molto basso		impermeabile			
DRENAGGIO	buono				povero				praticamente impermeabile				
TIPO DI TERRENO	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 modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo					terreni impermeabili argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici	

Ai terreni presenti in sito, grazie alla documentazione consultata, è attribuibile una permeabilità bassa, k da 10^{-5} a 10^{-7} m/s.





Sezione idrogeologica n°3, fonte PGT

3 PECULIARITA' DELLE OPERE IN PROGETTO

Il progetto oggetto di analisi è di seguito analizzato in merito alla peculiarità delle superfici:

Tipologia superfici	Superfici reali mq	Coefficiente deflusso	Superfici di progetto mq
<i>Intero lotto</i>	<i>2268</i>		
Superfici impermeabili	383+428	1	811
Superfici semi impermeabili	253+74	0,7	229
Superfici permeabili		0.3	
Totale	1138		1040

Coefficiente di deflusso medio ponderale: 0,9

L'area oggetto d'indagine rientra in un comune classificato come a "alta criticità idraulica" A, e l'estensione dell'intervento oggetto di studio è compresa tra 300 e 1000 mq (impermeabilizzazione potenziale media); pertanto nell'approccio di studio è possibile utilizzare il "Metodo delle sole Piogge", articolo 11, comma 2, lettera d ed allegato G del Regolamento Regionale 23 Novembre 2017 – n. 7 e del RR n. 8 del 19 Aprile 2019.

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
			Aree A, B	Aree C	
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 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 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		

Tabella classi d'intervento, superfici, coefficienti deflusso, modalità di calcolo

4 PIOGGIA DI PROGETTO APPORTO METEORICO

Per dimensionare le componenti del sistema di drenaggio si procede valutando l'apporto meteorico (altezza di pioggia) al sistema individuando la precipitazione massima relativa ad un tempo predeterminato. Tale valutazione deve essere riferita al tempo di ritorno impostato, e può essere confrontata con l'analisi di dati meteorologici e idraulici storici. La determinazione dell'altezza di pioggia relativa a un prestabilito tempo di ritorno si ottiene con l'utilizzo di modelli statistici che, partendo dalle serie storiche di dati pluviometrici, costruiscono quelle che vengono definite Curve di Possibilità Climatica o pluviometrica LSPP. Tali curve mettono in relazione l'altezza delle precipitazioni h con la loro durata t e sono generalmente espresse nella forma: $h = a \times t^n$ con $a =$ costante funzione del tempo di ritorno e $n =$ funzione della natura del bacino.

Secondo la metodologia suggerita dal regolamento si sono identificate le CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA tramite sito <http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml> di ARPA Lombardia che fornisce i parametri della curva di possibilità pluviometrica valida per ogni località della Lombardia espressa nella forma:

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

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

in cui h è l'altezza di pioggia, D è la durata, a1 è il coefficiente pluviometrico orario, wT è il coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T, n è l'esponente della curva (parametro di scala), α, ε, k sono i parametri delle leggi probabilistiche GEV adottate; a = a1 x Wt. Poiché tali parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia si riferiscono generalmente a durate di pioggia maggiori dell'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.

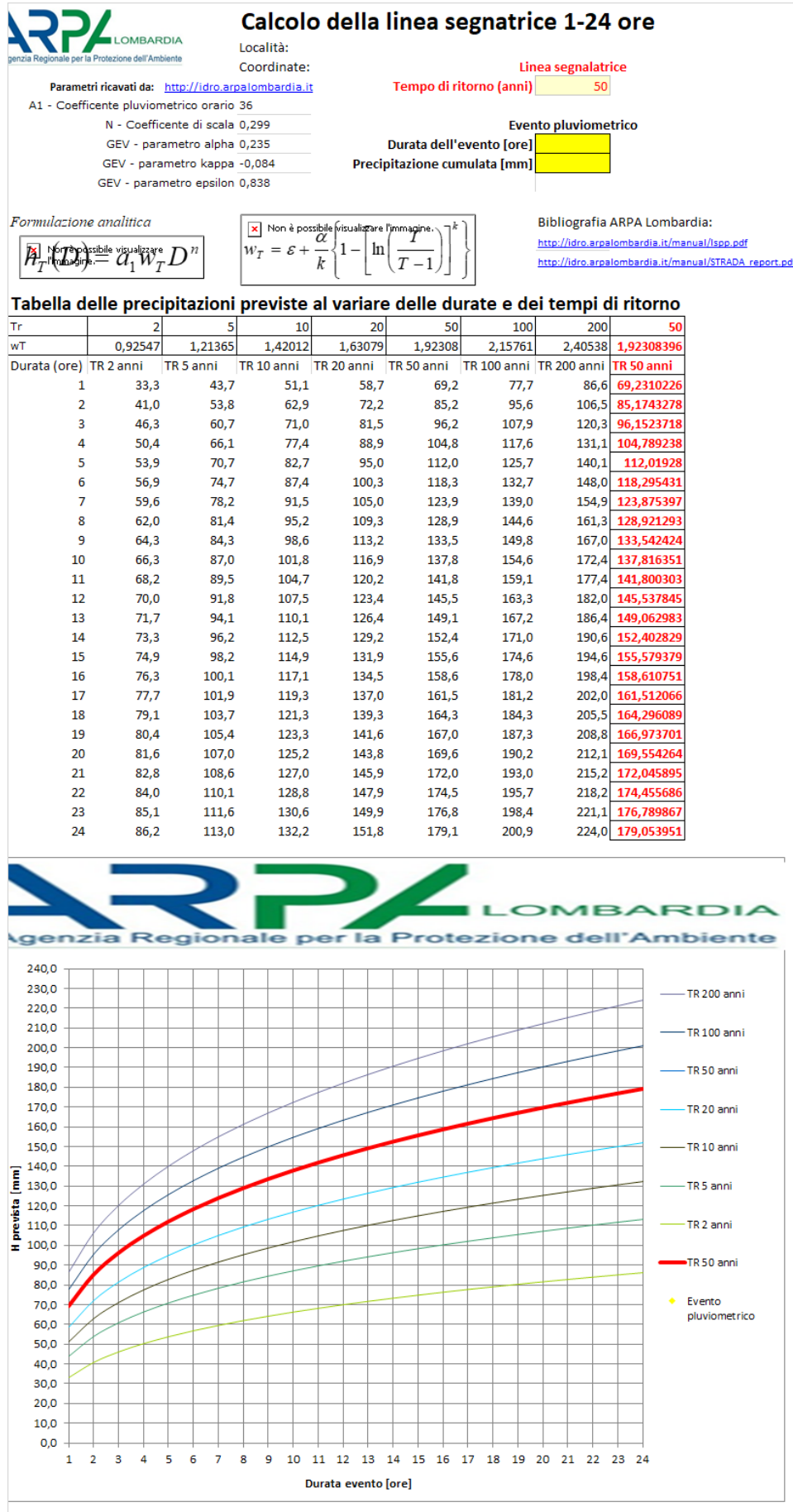
Di seguito tramite grafici e tabelle appositi si sono reperiti i dati necessari per ottenere due curve di possibilità pluviometrica, l'una con tempo di ritorno Tr 50 anni e l'altra con Tr 100 anni.

Tabella 3.4. Stima dei parametri della LSPP relativamente alle durate 1-24 ore.

STAZIONE	d [ore] = 1, 3, 6, 12, 24				
	a ₁ [mm/ore ⁿ]	n	ε	α	κ
Varese	36.3	0.335	0.812	0.241	-0.17
Venegono Inferiore	36.8	0.288	0.861	0.241	0.031
Gallarate	36	0.297	0.828	0.202	-0.222
Busto Arsizio	35	0.278	0.851	0.259	0.022

Se ne deduce da quanto sopra esposto che per l'area indagata la media delle a1= 36; n = 0,299; epsilon = 0,838; alfa = 0.235, k = - 0,084, per durate 1-24 ore (media dei parametri significativi tra Varese e Busto Arsizio).

Applicando tali dati al calcolo della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica, emergono i valori della pioggia di progetto per un tempo di ritorno di 50 anni (Tr 50) pari, coefficiente a = a1 x Wt = 36 x 1,9 = 68.4 mm/ora; per un tempo di ritorno di 100 anni a = a1 x Wt = 36 x 2.1 = 75.6 mm/ora n.



Linea segnatrice di probabilità pluviometrica

5 METODI DI CALCOLO RELATIVO SVILUPPO del volume di laminazione

6.1 IL METODO DELLE SOLE PIOGGE

Il “Metodo delle sole piogge” (nel caso di “Impermeabilizzazione potenziale media” in ambiti territoriali a criticità alta o media) si basa sulle seguenti assunzioni: l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa $Q_e(t)$ nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata D e portata costante Q_e 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. La portata costante entrante è quindi pari a:

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

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

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

in cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso, ϕ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo (pari a 1 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, tetti verdi e giardini pensili sovrapposti a solette comunque costituite e pavimentazioni continue quali strade, vialetti, parcheggi; pari a 0,7 per le pavimentazioni drenanti o semipermeabili, quali strade, vialetti, parcheggi; pari a 0,3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo).

Quindi $S \cdot \phi$ è la superficie scolante impermeabile dell'intervento, D è la durata di pioggia, $a = a_1 w_T$ e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica espressa nella forma:

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

L'onda uscente $Q_u(t)$ è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante $Q_{u,lim}$ (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle

portate massime ammissibili di cui all'articolo 8 del regolamento. La portata costante uscente è quindi pari a:

$$Q_{u,lim} = S \cdot u_{lim}$$

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

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

in cui u_{lim} è la portata specifica limite ammissibile allo scarico, 10l/s per ettaro nelle aree ad alta criticità, 20 l/s per ettaro nelle altre aree. Sulla base di tali ipotesi semplificative il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia. Conseguentemente, il volume di dimensionamento della vasca è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione. Quindi, il volume massimo ΔW che deve essere trattenuto nell'invaso di laminazione al termine dell'evento di durata generica D (invaso di laminazione) è pari a:

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando rispetto alla durata D la differenza $W = W_e - W_u$, si ricava la durata critica D_w per l'invaso di laminazione e di conseguenza il volume di laminazione W_0 :

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

$$W_0 = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - Q_{u,max} \cdot D_w$$

Se si considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica:

W_0	in [m ³]
S	in [ha]
a	in [mm/ora ⁿ]
θ	in [ore]
D_w	in [ore]
$Q_{u,lim}$	in [l/s]

le equazioni (4) e (5) diventano:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w$$

Introducendo in esse la portata specifica di scarico $u_{lim} = Q_{u,lim}/S$ (in l/s per ettaro) e il volume specifico di invaso $w_0 = W_0/S$ (in mc/ha) si ha:

$$D_w = \left(\frac{u_{lim}}{2.78 \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$w_0 = 10 \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot u_{lim} \cdot D_w$$

in alternativa a tali formule è possibile affidarsi a dei diagrammi semplificativi.

Risultato sviluppo calcolo volume laminazione:

	Volume da installare	Volume con eventuale riduzione 30%
Tr 50	94,15 mc	
Tr 100	108,6 mc	

DETERMINAZIONE TEMPO CRITICO DI LAMINAZIONE E VOLUME DI LAMINAZIONE

TR 50

Detrminazione portata limite

$$Q_{u,lim} = S \cdot \varphi \cdot u_{lim} =$$

S ha	fi	u lim l/s	Qu lim l/s
0,104	0,9	10	0,936

Determinazione Durata Critica

n	1/(n-1)	a mm/ora
0,299	-1,427	68,4

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} =$$

11,9	ore
------	-----

Volume Invaso Occorrente

Dwn
2,10

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w =$$

mc
94,15

TR 100

Detrminazione portata limite

S ha	fi	u lim l/s	Qu lim l/s
0,104	0,9	10	0,936

$$Q_{u,lim} = S \cdot \varphi \cdot u_{lim} =$$

Determinazione Durata Critica

n	1/(n-1)	a mm/ora
0,299	-1,427	75,6

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} =$$

13,8	ore
------	-----

Volume Invaso Occorrente

Dwn
2,19

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w =$$

mc
108,60

.Report foglio calcolo tempo critico laminazione e volume critico laminazione

6 AFFLUSSO METEORICO e dimensionamento pozzi disperdenti

In base all'apporto meteorico H (m) si ricava l'afflusso idrico da smaltire (mc) mediante la relazione: $\text{afflusso} = S \times H$

Dove, S (mq) è un parametro derivante dal calcolo delle superfici drenanti ricavabile da :

$$S = (1 \times A) + (0,7 \times B) + (0,3 \times C)$$

dove "A" rappresenta la superficie coperta e/o pavimentata (non drenante) prevista dal progetto edificatorio, "B" la superficie (semidrenante) "C" la superficie drenante per la quale si prevede eventualmente la raccolta delle acque.

Calcolato l'afflusso (mc), al dimensionamento del pozzo perdente si arriva tramite il calcolo della portata di drenaggio dello stesso, secondo la relazione:

$$Q = n \times K \times c \times L$$

dove: "n" rappresenta il numero di pozzi, "K" (m/s) la permeabilità del terreno, "c" (m) un coefficiente di forma che tiene conto del diametro del pozzo, "L" (m) la profondità del pozzo.

Il coefficiente di forma "c" si ricava dalla:

$$c = \frac{\pi 3L}{\ln \left(1,5 \frac{L}{D} + \sqrt{1 + \left(1,5 \frac{L}{D} \right)^2} \right)}$$

nella quale entrano "L" (m) e "D" (m) che sono rispettivamente profondità e diametro del pozzo.

Il deflusso complessivo delle acque (mc), è dato dalla seguente formula:

$$\text{deflusso} = (Q \times T) + \left(\pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 \times L \times n \right)$$

dove il primo termine corrisponde al drenaggio del pozzo (m³), dato dalla portata di drenaggio dello stesso per il tempo "T" in secondi, mentre il secondo termine corrisponde al volume d'invaso totale (mc).

Il pozzo o i pozzi disperdenti saranno adeguatamente dimensionati se il rapporto tra il deflusso complessivo delle acque, calcolato sopra, e l'afflusso idrico da smaltire, risulta sempre ≥ 1 , per ogni durata di pioggia "T" considerata:

$$\frac{\text{deflusso}}{\text{afflusso}} \Rightarrow \frac{(Q \times T) + \left(\pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 \times L \times n \right)}{S \times H} \geq 1$$

Se tale fattore di sicurezza non è verificato, si dovranno modificare le dimensioni dei singoli pozzi ("L" e "D") e/o il numero degli stessi.

IN CALCOLISTICA SI E'UTILIZZATO UN VALORE DI PERMEABILITA' PARI A : K 10-5 M/S

DIMENSIONAMENTO SISTEMA INFILTRANTE					
Calcolo dell'apporto meteorico per unità di superficie H (mm) con l'applicazione della relazione:					
$H = a \times T^n$ dove T (ore) rappresenta la durata generica della pioggia. In particolare per determinare l'altezza relativa alla pioggia critica si assume $T = T_c$ dove T_c è il tempo di corrivazione (tempo impiegato da una goccia d'acqua caduta nel punto più alto del bacino a raggiungere il punto più basso dello stesso).					
H	a	T	n	Temp rit.	
mm		ore		anni	
143,43	68,4	11,9	0,299	50	
Calcolo dell'afflusso idrico da smaltire tramite la formula:					
$S \times H$ dove H è il parametro sopra calcolato mentre S (mq) è un parametro derivato dal calcolo delle superfici drenanti:					
$S = (1 \times A) + (0,7 \times B) + (0,3 \times C)$ dove A (mq) rappresenta la superficie coperta o non drenante B (mq) la superficie semidrenante, C la superficie permeabile per la quale si prevede la raccolta delle acque.					
Catteristiche sup. drenante	S	A	B	C	
	mq	mq	mq	mq	
	1039,9	811	327	0	
Portata d'acqua da smaltire o afflusso	Afflusso	H	S		
	mc	m	mq		
	149,2	0,1434	1039,9		
Calcolato l'afflusso, al dimensionamento del pozzo perdente si arriva tramite il calcolo della portata di drenaggio dello stesso, secondo la relazione:					
$Q = n \times K \times c \times L$ dove n rappresenta il numero di pozzi, K (m/s) la permeabilità del terreno, c (m) un coefficiente di forma che tiene conto del diametro del pozzo D, L (m) la profondità del pozzo.					
	c	L (h)	D	Vol pozzo	
	m	m	m	mc	
	17,7	2,8	2	8,8	
Portata di drenaggio mc/ora	Q	n	K	c	L
10,72	mc/s		m/s	m	m
	0,00298	6	0,00001	17,7	2,8
Il deflusso complessivo delle acque (mc) è dato da:					
	Deflusso	Q	T	Vol pozzi mc	
	mc	mc	s	mc	
	180,4	0,002979	42840	52,8	
				Volume mc laminabile nel dreno	
				41,4	
				Vol tot mc	
				94,1	
Il pozzo o i pozzi risultano adeguatamente dimensionati quando il rapporto tra il deflusso/afflusso risulta >1					
Svuotamento ore	Cap De flus	Afflusso	Rapporto	Post laminazione	
13,9	180,4	149,15	1,21	mc/s	Deflusso
				0,0014	

.Pozzi necessari a smaltire l'afflusso di progetto Tr 50 e volume laminazione Tr 50

DIMENSIONAMENTO SISTEMA INFILTRANTE					
Calcolo dell'apporto meteorico per unità di superficie H (mm) con l'applicazione della relazione:					
$H = a \times T^n$ dove T (ore) rappresenta la durata generica della pioggia. In particolare per determinare l'altezza relativa alla pioggia critica si assume $T = T_c$ dove T_c è il tempo di corrivazione (tempo impiegato da una goccia d'acqua caduta nel punto più alto del bacino a raggiungere il punto più basso dello stesso).					
H	a	T	n	Temp rit. anni	
mm		ore		100	
165,71	75,6	13,8	0,299		
Calcolo dell'afflusso idrico da smaltire tramite la formula:					
$S \times H$ dove H è il parametro sopra calcolato mentre S (mq) è un parametro derivato dal calcolo delle superfici drenanti:					
$S = (1 \times A) + (0,7 \times B) + (0,3 \times C)$ dove A (mq) rappresenta la superficie coperta o non drenante B (mq) la superficie semidrenante, C la superficie permeabile per la quale si prevede la raccolta delle acque.					
Catteristiche sup. drenante	S	A	B	C	
	mq	mq	mq	mq	
	1039,9	811	327	0	
Portata d'acqua da smaltire o afflusso	Afflusso	H	S		
	mc	m	mq		
	172,3	0,1657	1039,9		
Calcolato l'afflusso, al dimensionamento del pozzo perdente si arriva tramite il calcolo della portata di drenaggio dello stesso, secondo la relazione:					
$Q = n \times K \times c \times L$ dove n rappresenta il numero di pozzi, K (m/s) la permeabilità del terreno, c (m) un coefficiente di forma che tiene conto del diametro del pozzo, L (m) la profondità del pozzo.					
	c	L (h)	D	Vol pozzo	
	m	m	m	mc	
	17,7	2,8	2	8,8	
Portata di drenaggio mc/ora	Q	n	K	c	L
10,72	mc/s		m/s	m	m
	0,0030	6	0,00001	17,7	2,8
Il deflusso complessivo delle acque (mc) è dato da:					
	Deflusso	Q	T	Vol pozzo laminabile nei dreni	
	mc	mc	s	41,4	
	200,7	0,0030	49680	Vol tot mc	
				94,1	
Il pozzo o i pozzi risultano adeguatamente dimensionati quando il rapporto tra il deflusso/afflusso risulta >1					
	Svuotamento ore	Cap De flus	Afflusso	Rapporto	Post laminazione Deflusso mc/s
	16,1	200,7	172,32	1,16	0,0020

.Pozzi necessari a smaltire l'afflusso di progetto Tr 100 e volume laminazione Tr 50

La calcolistica sopra esposta dimostra che al fine di soddisfare il volume di laminazione di progetto ed al contempo al fine di smaltire l'afflusso indotto dalla pioggia di progetto caduta sulla superficie scolante saranno necessari 6 pozzi perdenti diametro 2 m altezza superficie drenante alta 2,8 m, dreno spesso 80 cm all'intorno avvolto in geotessuto 400 g/mq.

Anche il volume d'acqua in afflusso con Tr 100 potrà essere smaltito dai volumi di laminazione dimensionati secondo Tr 50.

Tempo svuotamento da 14 a 16 ore (Tr 50 e Tr 100).

7 CALCOLO DIMENSIONAMENTO CONDUTTURE, PLUVIALI, GRIGLIE E/O CADITOIE

Portata in afflusso dalle coperture Tr 50: 116,3 mc in 12 ore = 9,7 mc/ora = 0,0027 mc/s = 2,7 l/s

Portata in afflusso dalle pavimentazioni Tr 50: 32,8 mc in 12 ore = 2,7 mc/ora = 0,00076 mc/s = 0,76 l/s

Diametro D (mm)	pendenza (%)									
	0,25		0,5		1,0		2,0		3,0	
	Q	τ_0	Q	τ_0	Q	τ_0	Q	τ_0	Q	τ_0
110	2,96	0,82	4,19	1,64	5,92	3,28	8,38	6,57	10,26	9,85
125	4,17	0,93	5,89	1,87	8,33	3,73	11,78	7,46	14,43	11,19
140	5,64	1,04	7,97	2,09	11,27	4,18	15,94	8,36	19,52	12,53
160	8,05	1,19	11,38	2,39	16,09	4,77	22,76	9,55	27,87	14,32
180	11,01	1,34	15,58	2,69	22,03	5,37	31,15	10,74	38,15	16,11
200	14,59	1,49	20,63	2,98	29,17	5,97	41,26	11,94	50,53	17,91
225	19,97	1,68	28,24	3,36	39,94	6,71	56,48	13,43	69,18	20,14
250	26,45	1,87	37,40	3,73	52,90	7,46	74,81	14,92	91,62	22,38
280	35,78	2,09	50,60	4,18	71,56	8,36	101,20	16,71	123,95	25,07
315	48,98	2,35	69,27	4,70	97,97	9,40	138,55	18,80	169,68	28,20
355	67,37	2,65	95,28	5,30	134,75	10,59	190,56	21,19	233,39	31,78
400	92,62	2,98	130,99	5,97	185,24	11,94	261,97	23,87	320,85	35,81

Portate Q in l/s, in relazione alla pendenza ed al diametro

Pluviali: secondo la tabella sottostante nel caso oggetto di studio considerando la lunghezza del perimetro del tetto, in via di minima saranno necessari 11 pluviali, diametro 100 mm.

Dimensionamento

Superficie tetto m ²	Sez. min. pluviali cm ²	N° pluviali	Diam. pluviali (mm)
100	100	2	80
200	200	3	100
300	300	5	100
400	400	6	100
500	500	7	100
600	600	8	100
700	700	10	100
800	800	11	100
900	900	12	100
1000	1000	14	100

La regola pratica per il dimensionamento dei tubi pluviali stabilisce che la loro sezione espressa in cm² deve essere pari alla superficie del tetto in m²: Inoltre è preferibile aumentare il numero di pluviali piuttosto che la sezione degli stessi (non adottare sezioni superiori a 113 cm², cioè con diametro di 120 mm).
Calcolare un pluviale ogni 70-100 m² di tetto e ogni 13 metri di gronda.

Caditoie e griglie

.In genere una caditoia può smaltire fino a 10 l/s ogni 0,25 mq, tenendo conto di possibili fenomeni d'intasamento delle caditoie non si dovrebbe mai scendere sotto la proporzione di una caditoia ogni 400-500 mq.

Secondo l'ATV - Abwasser Technische Vereinigung tedesca, la superficie di competenza di ciascun pozzetto stradale non dovrebbe superare 500 m² nelle strade extraurbane e 400 m² in quelle urbane; l'area servita diminuisce sensibilmente se si considerano gli effetti degli intasamenti (particolarmente penalizzanti nel caso delle caditoie a grata). La distanza massima tra due pozzetti non dovrebbe superare 30 m nelle strade principali e 45 m in quelle secondarie. Altri autori (Marzolo, 1963) in base ad una pratica progettuale empirica, suggeriscono di disporre le caditoie ogni 40 - 50 metri con aree servite di circa 500 - 800 m², indipendentemente dalle condizioni pluviometriche e dalla geometria stradale; altri ritengono più adeguate distanze non inferiori ai 25 - 30 metri (Centro Studi Deflussi Urbani - Sistemi di Fognatura - Manuale di Progettazione).

Estratto da "Verifica di funzionalità delle caditoie stradali", 2000, Strafella, Bazzurro, sopra le premesse, sotto le conclusioni del suddetto studio

- necessità di riconsiderare l'utilità e il dimensionamento dei sifoni di cui sono dotati i pozzetti sottostanti gli elementi di assorbimento
- opportunità di prevedere, ove necessari, veri e propri pozzetti di decantazione
- adottare griglie di tipo misto (elemento piano + bocca di lupo) la fine di minimizzare gli effetti delle ostruzioni
- prevedere superfici di competenza di ciascuna griglia comprese fra 200 e 100 m², rispettivamente nel caso di contributi esterni nulli e in quello con contributi esterni non trascurabili
- nel caso di caditoie a bocca di lupo nelle strade acclivi, mantenere una distanza fra gli elementi intorno a 20 m.

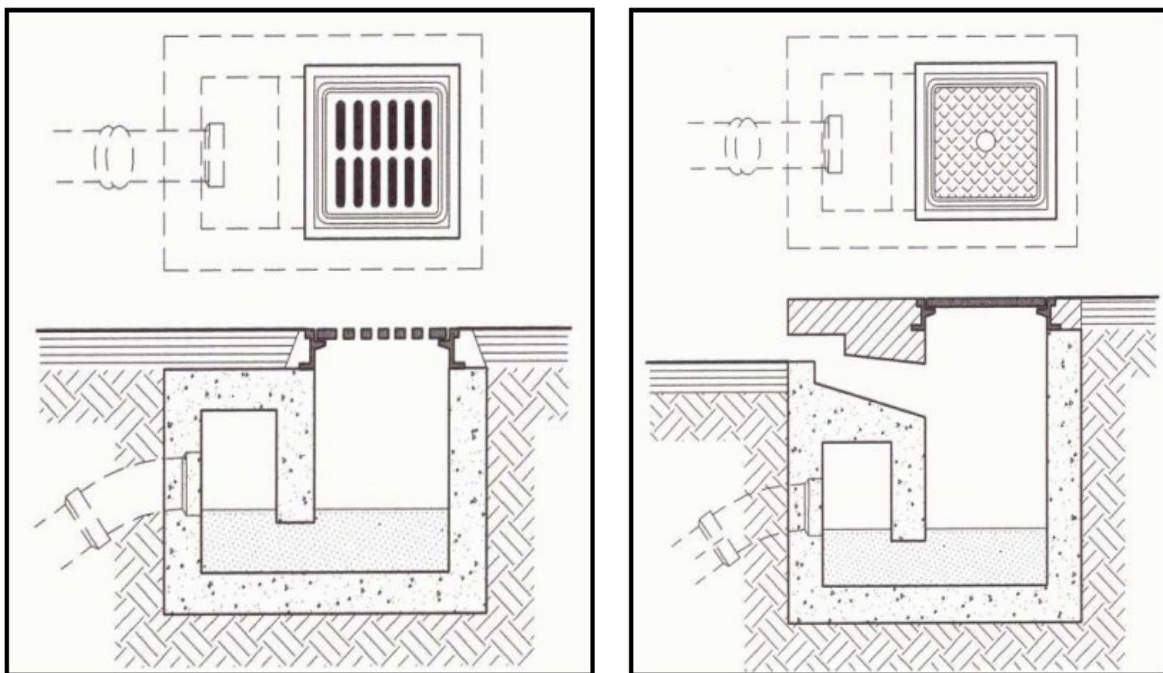
Le caditoie devono essere collocate in prossimità di eventuali incroci e nelle aree più depresse delle strade e/o parcheggi.

La densità necessaria delle caditoie dipende però anche dalla tipologia di caditoie e dalla pendenza della superficie scolante; come regola generale ad esempio, in una strada o piazzale pianeggiante la distanza tra due caditoie non dovrebbe superare i 50 m (sullo stesso lato o su lati contrapposti o al centro), indipendentemente dalla larghezza della carreggiata.

Circa la pendenza, invece, si osserva che contrariamente a quanto può sembrare logico, il numero di caditoie deve essere infittito con l'aumentare della pendenza (pendenza superiori ai 2-4%).

Infatti il ruscellamento stradale nelle vie ripide, tende, per effetto della velocità, a saltare la caditoia, rimpinguando il deflusso a valle, aumentandone quindi la velocità e formando dei veri e propri torrentelli in aderenza al marciapiede.

Una regola pratica è quella di aumentare il numero delle caditoie calcolato secondo la densità sopra vista, di una percentuale pari a quella del doppio della pendenza della strada.







.Schema e prestazioni caditoie più diffuse, piana a sx e a bocca di lupo a dx:

60x60 cm (0,36 mq), portata 14,4 l/s = 51 mc/ora

60x50 cm (0,3 mq), portata 12 l/s = 43 mc/ora

45x45 cm (0,2 mq), portata 8 l/s, 29 mc/ora

Apertura griglie parallele alla direzione di provenienza acqua

CARATTERISTICHE GRIGLIE			ASSORBIMENTO DELLA GRIGLIA IN BASE ALLA LARGHEZZA DELLA CANALETTA		
Tipologia griglia	Classi di carico	154	204	254	
		(litri al secondo per metro lineare)			
Griglia a pioli		A15	3,4	4,0	4,6
Griglia a maglia		B125 C250	9,0	13,0	17,0
Griglia in ghisa sferoidale		C250 D400 E600 F900	4,5	7,3	10,0
Griglia in PE-HD		Pedonabile Carrabile	7,5	10,5	13,5

Capacità smaltimento griglie, media 10 l/s ogni 0,25 mq

8 PIANO MANUTENZIONE

In seguito a precipitazioni intense e/o prolungate si consiglia di verificare le condizioni di eventuali griglie e tombinature liberandoli in caso di accumulo di sedimenti o materiale quali foglie e rametti; analogamente si consiglia di verificare l'efficienza drenante dei pozzi in seguito a precipitazioni intense.

In caso della presenza nelle vicinanze di alberi più alti degli edifici ogni 6 mesi circa sarebbe buona pratica liberare le grondaie dal fogliame.

In generale:

Tombini e griglie ispezione ogni 6 mesi con relativa pulizia – Tubazioni in PVC ogni 12 mesi ispezione e se necessaria pulizia – Pulizia pozzo perdente ogni 10 anni – Pozzo perdente ispezione ogni 6 mesi.

9 CONCLUSIONI

Ambito ad alta criticità idraulica A

Bacino idrografico fiume Lambro

Grado permeabilità medio $k 10^{-5}$ m/s

Superficie intero lotto 2268 mq

Superficie impermeabile/semi permeabile scolante: 1348 mq con fi d a applicare pari a0,9

Durata precipitazione di progetto: 12 ore circa

Afflusso meteorico Tr 50: 149,2 mc, 0,0034 mc/s

Volume di laminazione richiesto da normativa: 94,1 mc;

Soluzioni idonea a soddisfare i volumi di progetto e lo smaltimento dell'afflusso meteorico:

Installazione 6 pozzi perdenti dalla superficie drenante alta 2,8 m, diametro 2 m, volume complessivo pozzi più porosità dreni (spessore 50 cm, porosità 33%) = 94,1 mc

Tempo svuotamento: 14 ore con Tr 50

Non è previsto alcuno scarico in direzione del drenaggio urbano e/o naturale.

Pluviali nr 11 diametro 100 mm

Condutture in pvc diametro 125 mm pendenza media 0,5%

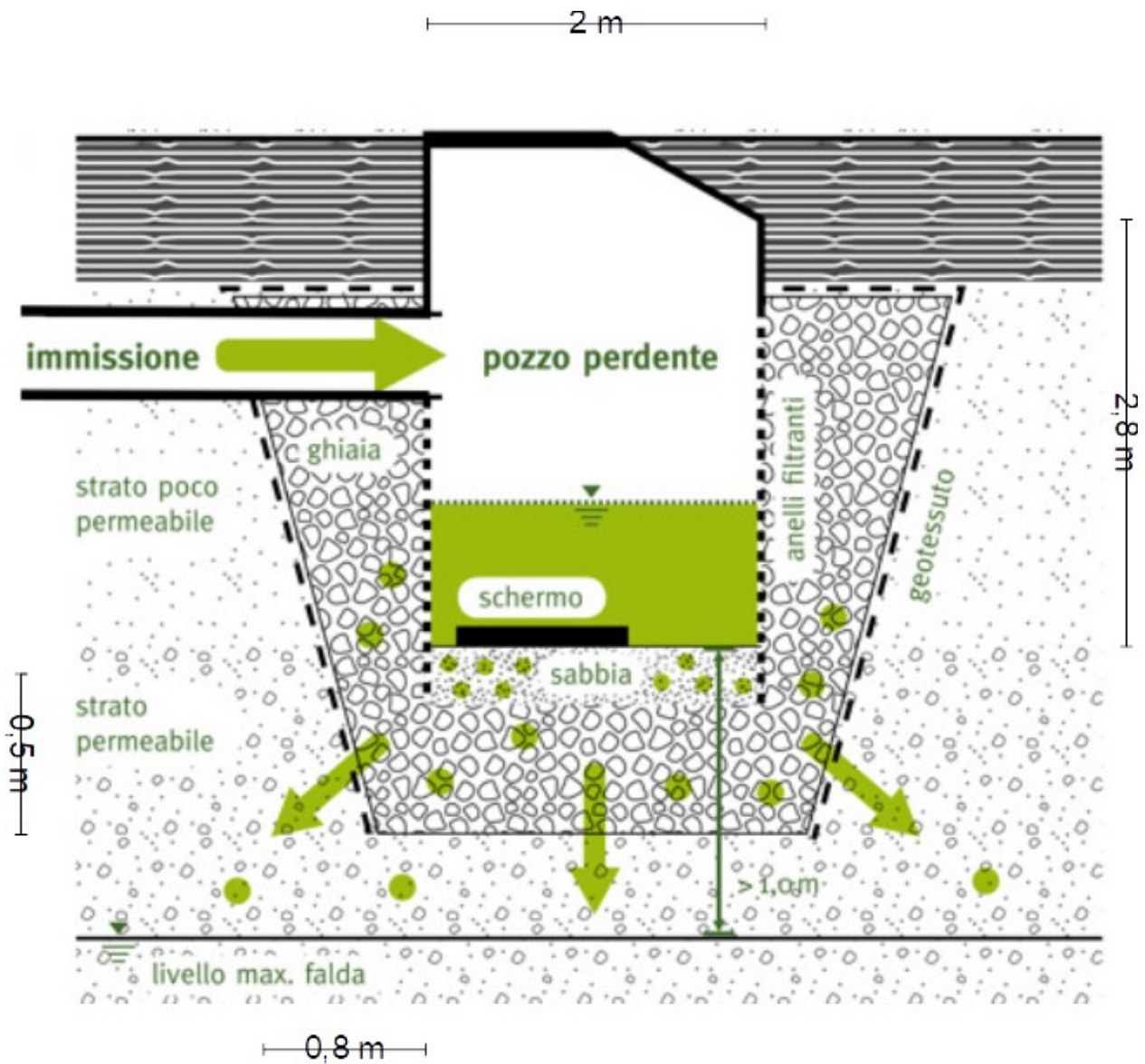
Caditoie una 40x50 cm ogni 150 mq

Dispositivo dell'art. 889 Codice civile

Chi vuole aprire pozzi, cisterne (1), fosse di latrina o di concime presso il confine (2), anche se su questo si trova un muro divisorio, deve osservare la distanza di almeno due metri tra il confine e il punto più vicino del perimetro interno delle opere predette.

Per i tubi d'acqua pura o lurida, per quelli di gas e simili e loro diramazioni deve osservarsi la distanza di almeno un metro dal confine.

Sono salve in ogni caso le disposizioni dei regolamenti locali.



. Sezione pozzo perdente tipo (non in scala), ispezione carrabile in base alle necessità

Nr 6 in progetto