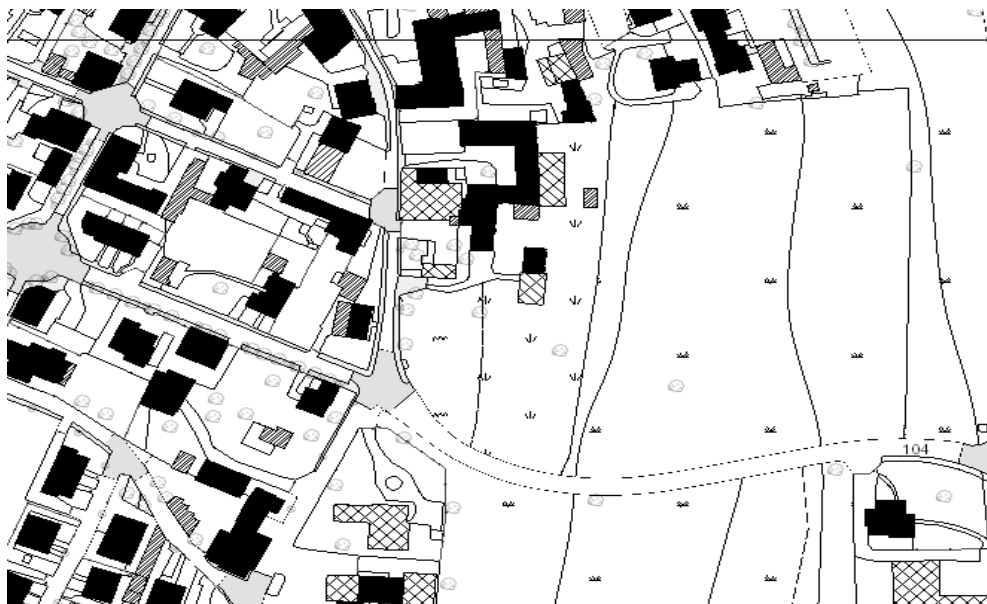


COMUNE DI POZZOLENGO PROVINCIA DI BRESCIA

INVARIANZA IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

PIANO DI RECUPERO SANTA MARIA RISTRUTTURAZIONE URBANISTICA

(R.R. 7 del 23 novembre 2017-R.R. 8 del 19 aprile 2019)



Committente:

SANTORUM NADIA

Geologo:

Dott. Rosario Spagnolo

San Giorgio Bigarello, Marzo 2023

INDICE DEI CAPITOLI

Sommario

A RELAZIONE TECNICA	1
1 PREMESSA	1
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
3 VERIFICA SUPERFICIE IMPERMEABILE	4
4 STUDIO DEL PGT	6
5 VALUTAZIONE IDROLOGICHE	11
6 CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E METODOLOGIA DI CALCOLO	15
7 CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE	16
8 SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE	20
9 TEMPO DI SVUOTAMENTO	23
10 CONCLUSIONI.....	24
B. DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE.....	25
C. PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA	25
D. ALLEGATO E	26

A RELAZIONE TECNICA

1 PREMESSA

La presente relazione di progetto è volta al dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ai sensi del R.R. 7 del 23 novembre 2017 e s.m.i. da realizzare in comune di Pozzolengo, relativa al Piano di Recupero Santa Maria. L'area è catastalmente identificata al foglio 16 e mappali 382 parte – 563-564, ed è inserita all'interno della sezione E6d4 della Carta Territoriale Regionale.

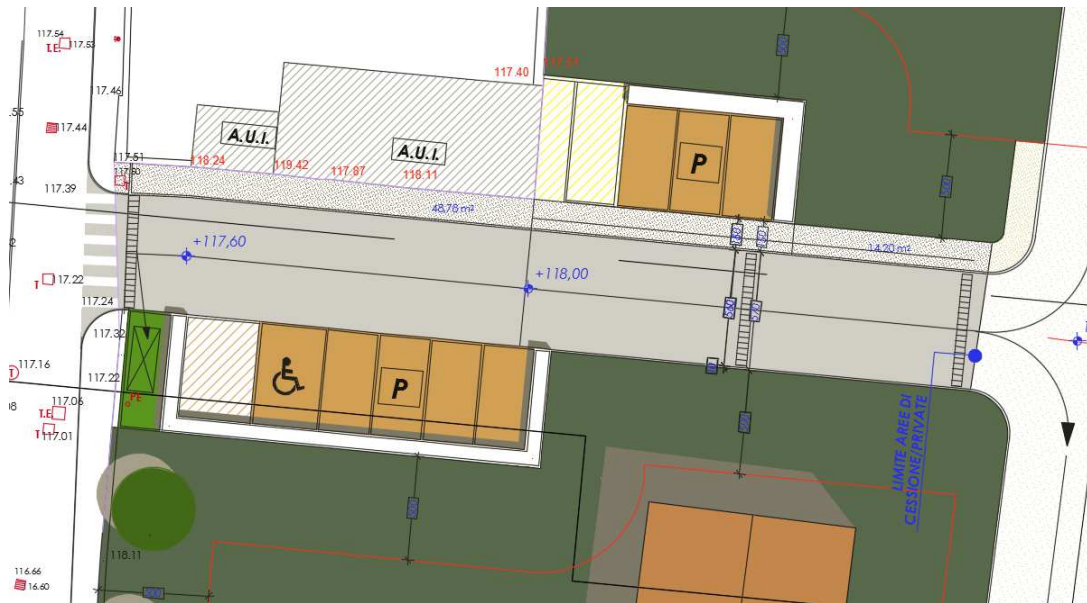


— PERIMETRO PIANO DI RECUPERO

La relazione descrive il dimensionamento degli elementi destinati allo smaltimento delle acque meteoriche e reflue e dei manufatti necessari alla laminazione delle portate meteoriche, al fine di rispettare l'invarianza idraulica.

Di seguito si riporta la planimetria di progetto:

Planimetria generale



Il progetto preliminare di invarianza idraulica si è articolata nelle seguenti fasi:

- Localizzazione dell'intervento con definizione area di criticità comunale ricadente
- Individuazione superficie impermeabile di copertura in progetto
- Definizione del coefficiente medio ponderale
- Verifiche idrologiche locali e stima del bilancio idrologico
- Definizione della superficie di invaso richiesta
- Proposte di dispersione delle acque all'interno della proprietà

L'indagine, ai sensi DEL D. M. 17.1.2018, DELLA D.G.R. IX/2616 DEL 30.11.2011 E DELLA D.G.R. 30.3.2016 N. X/5001, si prefigge i seguenti obiettivi:

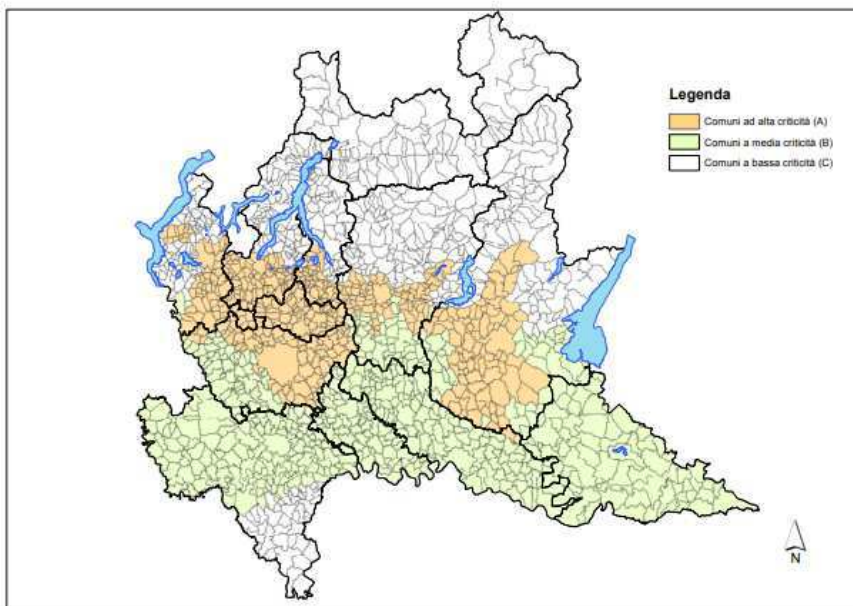
- valutare la situazione geologico-morfologica locale per verificare la stabilità dell'area;
- definire la natura e la stratigrafia dei terreni interessati dall'intervento;
- definire il livello della superficie piezometrica locale;

La verifica di compatibilità idraulica valuta l'ammissibilità degli interventi di trasformazione, considerando le interferenze con le pericolosità idrauliche presenti e la necessità di prevedere interventi per la mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione della specifica pericolosità. Le norme contemplano altresì la previsione delle misure compensative, rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza idraulica della trasformazione.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'intervento in progetto si trova nel Comune di Pozzolengo. Ai sensi del R.R. del 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 (Allegato C del R.R. del 19 aprile 2019, n.8):

- A- alta criticità
- B- Media criticità
- C- Bassa criticità.



Distribuzione Aree di criticità idraulica e idrologica Regione Lombardia

POZZOLO MARTESANA	MI	A	1
POZZOLENGO	BS	B	1
POZZOLO D'ADDA	MI	A	1

Il territorio di Pozzolengo, oggetto del nostro intervento ricade in area di criticità B come si osserva dallo stralcio dell'Allegato C del citato R.R. del 19 aprile 2019, n. 8 di seguito allegato. Poiché il progetto è un piano di recupero, si adotteranno i parametri relativi all'area di criticità A.

3 VERIFICA SUPERFICIE IMPERMEABILE

L'intervento in progetto prevede le seguenti nuove superfici impermeabili:

	SUPERFICIE IMPERMEABILE MQ ($\Phi=1$)	SUPERFICIE TOTALE MQ
Intervento in progetto	415	415

Ai sensi del R.R. n.8 le verifiche idrauliche sono condotte attraverso diversi approcci progettuali a seconda della superficie dell'intervento:

1. Superficie fino a 300 m²
2. Superficie > 300 m² e ≤1.000 m²
3. Superficie > 1.000 m² e ≤ 10.000 m²
4. Superficie > 10.000 m² e ≤100.000 m²
5. Superficie > 100.000 m²

Nel nostro caso ci troviamo nel punto 2. Superfici comprese tra 300 e 1.000 m²

Pertanto come prevede il R.R. con superfici comprese tra 300 e 1.000 m² si potrà utilizzare il Metodo delle sole piogge ai sensi dell'art. 11 Coma 2 del citato R.R.7 e s.m.i..

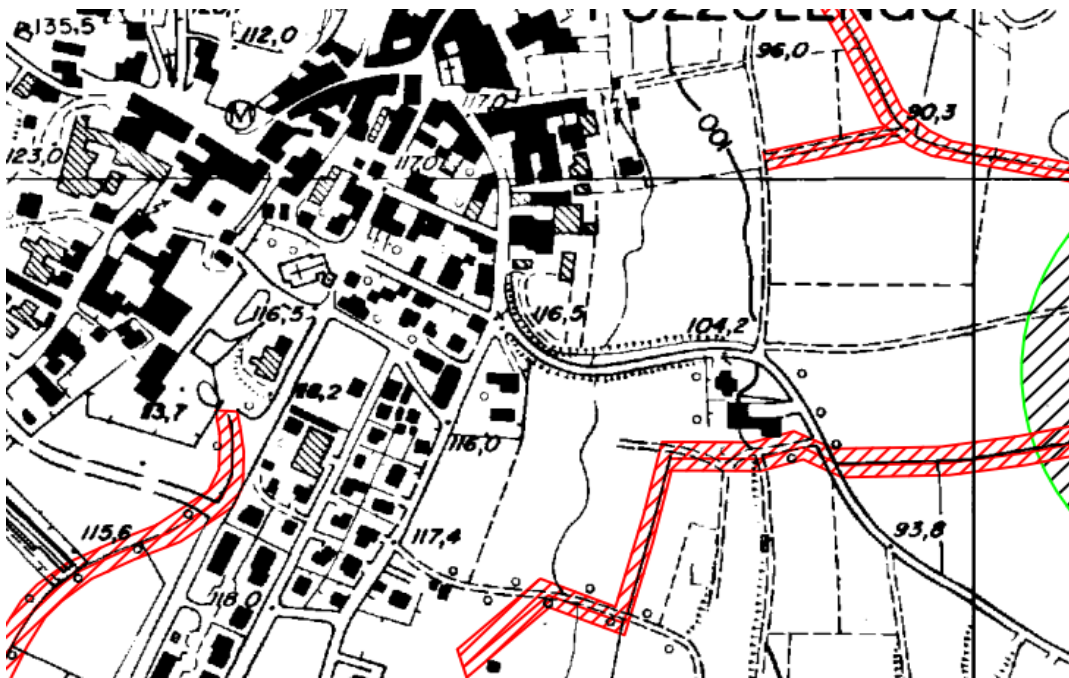
Di seguito si riporta uno schema che identifica la metodologia di calcolo del progetto di Invarianza idraulica e idrologica.

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		




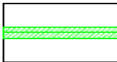
4 STUDIO DEL PGT

4.1 RISCHIO IDRAULICO


Dall'analisi del PGT la zona interessata non presenta vincoli di carattere idraulico.



LEGENDA

-  Zona di tutela assoluta dei pozzi pubblici (D.LGS. 258 del 2000)
-  Zona di rispetto dei pozzi pubblici (D.LGS. 258/2000)
-  Fascia di rispetto del reticolo idrografico minore (Allegato B - D.G.R. 25.01.02 - 7.7868)
-  Fascia di rispetto del reticolo idrografico principale (R.D. n° 523 del 1904)

Ambito Territoriale RSP

-  Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H) con Tr 20 anni

4.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

L'evoluzione geologica, dell'area oggetto di studio, è riferibile alle numerose avanzate glaciali e ritiri (Quaternario), nei mesi climatici miti, determinando l'anfiteatro morenico. Le cerchie moreniche segnano le diverse fasi di espansione dei ghiacciai; da un punto di vista cronostratigrafico le cerchie moreniche possiedono in linea generale età crescente allontanandosi dalla linea di riva del Garda.

Vengono individuati 5 differenti avanzate glaciali lasciandovi altrettante serie di depositi correlati.

L'ultima avanzata glaciale quaternaria, avvenuta nella fase terminale del pleistocene superiore, ha creato il sistema di cerchie moreniche presente nel comune di Pozzolengo.

Durante lo scioglimento delle masse glaciali si originavano torrenti fluvio-glaciali che smantellavano i cordoni morenici già formati e deponevano il materiale nelle depressioni rimaste entro le diverse cerchie.

Tra i rilievi morenici sono presenti ampi ripiani, delimitate da scarpate, che corrispondono a terrazzi di Kame formati durante le fasi di ritiro del ghiacciaio. Il dilavamento del fronte delle masse di ghiaccio ad opera delle acque di fusione, ha determinato l'accumulo di materiali a contatto con le stesse masse glaciali.

In alcuni casi il modellamento dei cordoni morenici è avvenuto ad opera degli scaricatori fluvio-glaciali, in grado di smantellare parzialmente i rilievi morenici precedentemente depositi. Talora le cerchie moreniche appaiono discontinue a seguito dell'azione di sfondamento praticata dagli stessi corsi d'acqua fluvio-glaciali.

È preponderante il ritrovamento, nel territorio comunale, di depositi incoerenti di natura glaciale, organizzati morfologicamente in cordoni morenici, terrazzi di kame e piane retromoreniche.

I sedimenti trasportati e depositati da un ghiacciaio si presentano poco selezionati, costituiti da un miscuglio eterogeneo di massi, ghiaia, sabbia e sedimenti fini; mentre i depositi fluvio-glaciali si presentano geometricamente ordinati e sottoposti a una cernita granulometrica.

ASSETTO IDROGEOLOGICO

La distribuzione delle unità litologiche superficiali è legata all'assetto geomorfologico del territorio e di conseguenza ai fenomeni di erosione e deposizione fluviale antichi e recenti.

I processi di sedimentazione delle particelle dipendono dal loro comportamento idraulico, ovvero dalla risposta nei confronti dell'agente al quale sono sottoposti; esso è condizionato da numerosi parametri, quali la dimensione, la forma ed il peso specifico.

Il territorio bresciano, in funzione della sua altimetria, si riesce a suddividerlo in quattro zone:

- zona delle colline moreniche;
- zona dell'alta pianura;
- zona della media pianura;
- zona della bassa pianura.

Il territorio di Pozzolengo è ubicato a sud di Brescia, ai confini con la provincia di Mantova.

Avvicinandosi alle aree di defluenza degli scaricatori principali (Mincio, Oglio e Chiese) i depositi sono generalmente più grossolani e riconducibili a periodi di sedimentazione che vanno dall'Interglaciale Mindel-Riss al Postglaciale (recente).

Si possono distinguere 4 zone:

- zona influenzata dal Mincio;
- zona influenzata dall'Oglio;
- zona influenzata dagli scaricatori secondari (fossi e seriole);
- zona influenzata dal Po.

ASSETTO IDROGEOLOGICO

L'assetto idrogeologico del territorio comunale è condizionato dalla presenza di una area riconducibile ad un ambito morenico, piuttosto articolato con presenza di numerose cerchie collinari interrotte da piane intramoreniche e/o fluvioglaciali ad andamento sinuoso e con sedimenti di spessore variabile e per lo più contenuto, cui si contrappone l'ambito fluvioglaciale della piana occidentale, ampio settore pianeggiante, caratterizzato da spessori considerevoli di sedimenti.

Entro i depositi morenici, a profondità differenti e di norma di alcune decine di metri dal p.c., sono presenti falde medie e profonde confinate o semiconfinate che rappresentano gli acquiferi più sviluppati e di maggiore produttività nell'area di studio. I sistemi acquiferi multistrato risultano separati tra loro da intervalli argilloso-limosi ripartitori. Si tratta di falde normalmente dotate di un certo grado di artesianesimo non direttamente influenzate dall'andamento delle precipitazioni e collegate ad alimentazioni distali.

Nel territorio in esame gli acquiferi captati presentano una profondità media di 50 m e 100 m dal p.c. evidenziando una certa continuità areale di tali acquiferi.

La falda freatica non è stata individuata durante i sondaggi.

4.2 CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA' DEL SITO

Al fine di determinare le caratteristiche della permeabilità dei terreni studiati è stata ricostruita la stratigrafia a seguito di studi pregressi realizzati in occasione della redazione della relazione geologica per la costruzione di detti edifici.

La successione litostratigrafia dell'area in esame è la seguente:

LITOSTRATIGRAFIA	
A	0.0 - 0.40 m terreno vegetale con materiale di riporto
B	0.40 - 10.00 m deposito sabbioso limoso con ghiaia

La falda non è stata intercettata durante le prove. La si colloca oltre i 7 m da p.c..

La determinazione del coefficiente di permeabilità K è stata effettuata tramite una prova di permeabilità tipo Lefranc a livello variabile, secondo le norme AGI 1977. Essa è stata realizzata durante l'esecuzione del sondaggio geognostico.

Si tratta di una prova puntuale la quale ha interessato lo strato di terreno compreso tra 0.4 m da p.c. fino al fondo scavo. Tra 0.4 e 1.4 m da p.c. si è costruita la lanterna entro la quale si è calcolata K, mentre la parte rimanente del foro è stata rivestita con tubo in PVC. L'esecuzione della prova consiste nel riempire con acqua pulita la parte vuota del tubo, ovvero la parte sopra falda. Quindi, all'istante in cui si sospende l'immissione dell'acqua si misura l'altezza del livello e si fa partire il contasecondi annotando ora e minuti di partenza. Poi successivamente, si eseguono le letture del livello a intervalli di tempo annotando sia il livello dell'acqua che il tempo di ciascuna lettura.

Il valore di K trovato è:

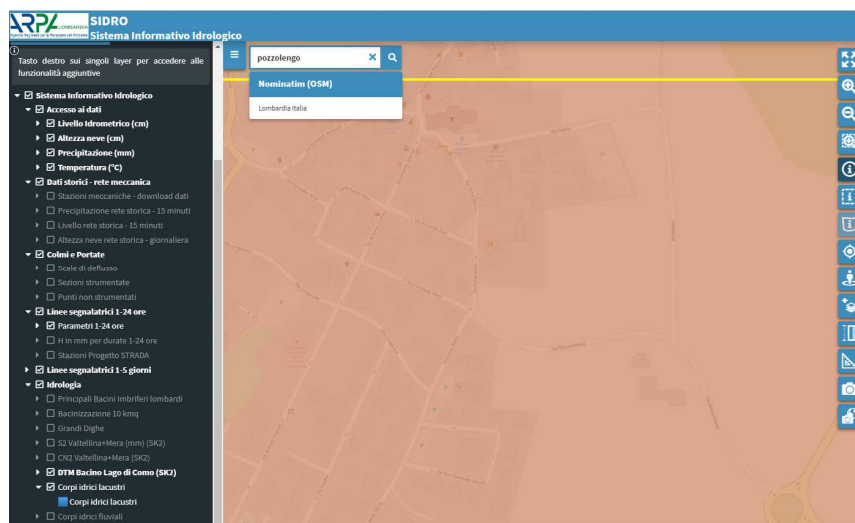
Sondaggio	Intervallo di prova (m dal p.c.)	Litozona	K (m/s)
S1	0.4-1.4	Deposito sabbioso limoso con ghiaia	1×10^{-3}

5 VALUTAZIONE IDROLOGICHE

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 in studio.

Valutazione Idrologiche con programma ARPA – Individuazione area in esame

Livello: Parametri 1-24 ore




Parametri 1-24 ore (1)		
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	N - Coefficiente di scala	GEV - parametro alpha
26.85	0.2597	0.2697
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	26.85	
N - Coefficiente di scala	0.2597	
GEV - parametro alpha	0.2697	
GEV - parametro kappa	-0.0466	
GEV - parametro epsilon	0.8312	
Foglio di calcolo	Apri	

Di seguito si riportano i coefficienti ricavati con tempi di ritorno 50, 100 e 200 anni:

PIOGGIA INTENSA IN mm/h	
TEMPO DI RITORNO	
50	53.30
100	59.46
200	65.81

Di seguito si riportano la tabella di calcolo della linea segnalatrice 1-24 ore e il diagramma delle Linee Segnalatrici di probabilità pluviometrica tratto dal programma idrologico di ARPA Lombardia per tempi di ritorno di 5-10-20-50-100 e 200 anni.



ARPA LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località:
Coordinate:

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

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 26,85
N - Coefficiente di scala 0,2597
GEV - parametro alpha 0,2697
GEV - parametro kappa -0,0466
GEV - parametro epsilon 0,8312

Linea segnatrice
Tempo di ritorno (anni) **50**

Evento pluviometrico
Durata dell'evento [ore] **1**
Precipitazione cumulata [mm] **53,3053062**

Formulazione analitica

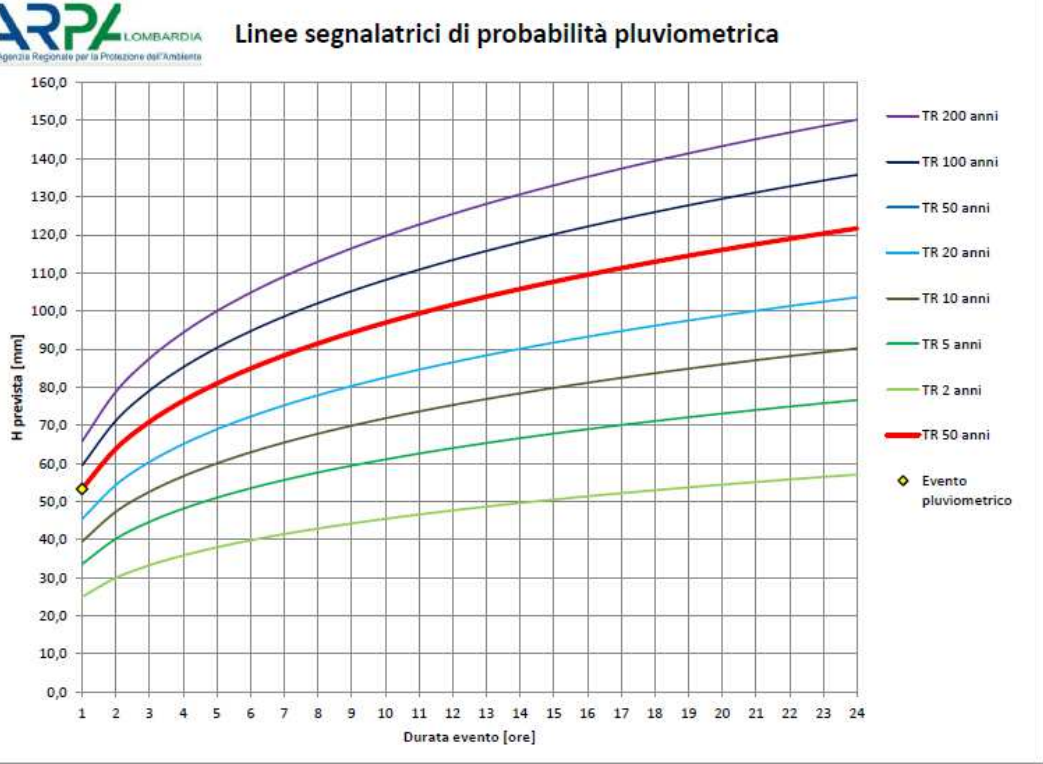
$$h_T(D) = \alpha_1 w_T D^n$$

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

Bibliografia ARPA Lombardia:
<http://idro.arpalombardia.it/manual/lspg.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	0,93090	1,25021	1,47109	1,69035	1,98530	2,21487	2,45116	1,98530005
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	25,0	33,6	39,5	45,4	53,3	59,5	65,8	53,3053062
2	29,9	40,2	47,3	54,3	63,8	71,2	78,8	63,8186969
3	33,2	44,7	52,5	60,4	70,9	79,1	87,5	70,9053218
4	35,8	48,1	56,6	65,1	76,4	85,2	94,3	76,4056408
5	38,0	51,0	60,0	68,9	81,0	90,3	100,0	80,9641858
6	39,8	53,5	62,9	72,3	84,9	94,7	104,8	84,8899587
7	41,4	55,6	65,5	75,2	88,4	98,6	109,1	88,3572933
8	42,9	57,6	67,8	77,9	91,5	102,1	112,9	91,475104
9	44,2	59,4	69,9	80,3	94,3	105,2	116,4	94,3164014
10	45,5	61,0	71,8	82,5	96,9	108,1	119,7	96,9327296
11	46,6	62,6	73,6	84,6	99,4	110,9	122,7	99,3619538
12	47,7	64,0	75,3	86,5	101,6	113,4	125,5	101,632782
13	48,7	65,3	76,9	88,4	103,8	115,8	128,1	103,767542
14	49,6	66,6	78,4	90,1	105,8	118,0	130,6	105,783978
15	50,5	67,8	79,8	91,7	107,7	120,2	133,0	107,696439
16	51,4	69,0	81,2	93,2	109,5	122,2	135,2	109,516713
17	52,2	70,1	82,4	94,7	111,3	124,1	137,4	111,254613
18	52,9	71,1	83,7	96,1	112,9	126,0	139,4	112,918399
19	53,7	72,1	84,9	97,5	114,5	127,8	141,4	114,515099
20	54,4	73,1	86,0	98,8	116,1	129,5	143,3	116,050745
21	55,1	74,0	87,1	100,1	117,5	131,1	145,1	117,530557
22	55,8	74,9	88,1	101,3	119,0	132,7	146,9	118,959084
23	56,4	75,8	89,2	102,5	120,3	134,3	148,6	120,34032
24	57,1	76,6	90,2	103,6	121,7	135,7	150,2	121,677787



Linee segnatrici di probabilità pluviometrica

The graph plots predicted precipitation (H prevista [mm]) on the y-axis (0 to 160) against event duration (Durata evento [ore]) on the x-axis (1 to 24). Multiple curves represent different return periods (TR): 200, 100, 50, 20, 10, 5, 2, and 50 years. A red diamond marker indicates the pluviometric event at 1 hour duration and approximately 53.3 mm precipitation.

*Invarianza idraulica e idrologica
ai sensi del R.R. n.7 del 23 novembre 2017 e s.m.i.*



ARPA LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: _____
Coordinate: _____

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

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 26,85
N - Coefficiente di scala 0,2597
GEV - parametro alpha 0,2697
GEV - parametro kappa -0,0466
GEV - parametro epsilon 0,8312

Linea segnatrice
Tempo di ritorno (anni)

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

Formulazione analitica

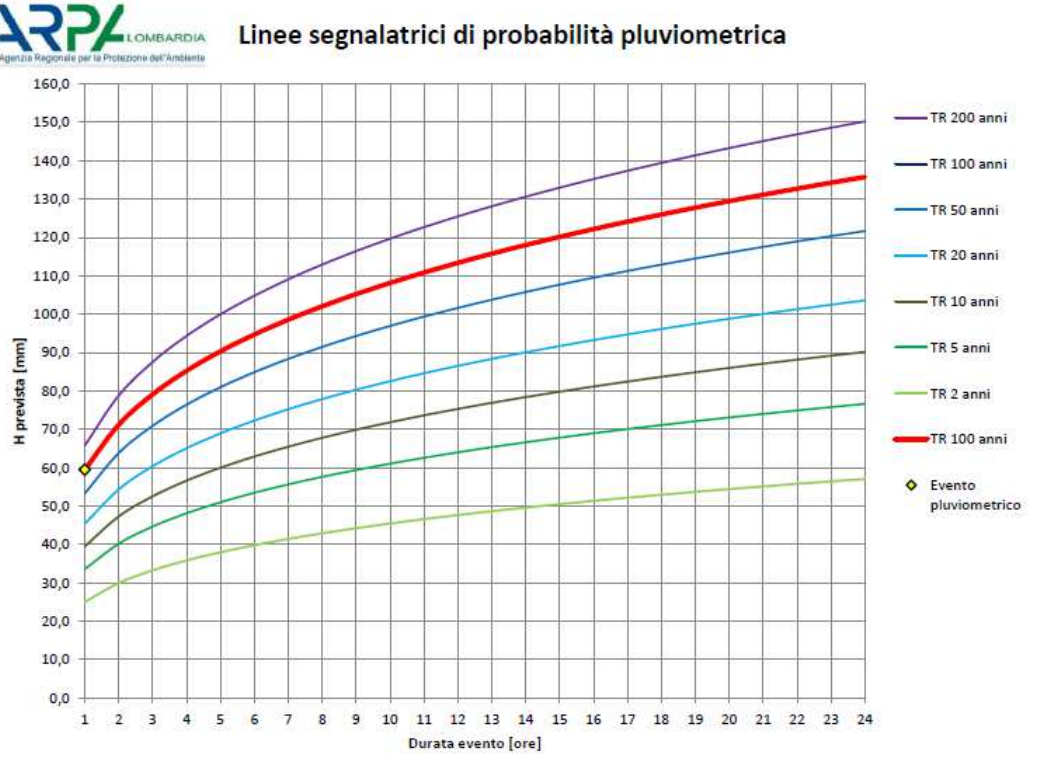
$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

Bibliografia ARPA Lombardia:
<http://idro.arpalombardia.it/manual/lspg.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	100
wT	0,93090	1,25021	1,47109	1,69035	1,98530	2,21487	2,45116	2,21487244
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	25,0	33,6	39,5	45,4	53,3	59,5	65,8	59,4693251
2	29,9	40,2	47,3	54,3	63,8	71,2	78,8	71,1984436
3	33,2	44,7	52,5	60,4	70,9	79,1	87,5	79,1045382
4	35,8	48,1	56,6	65,1	76,4	85,2	94,3	85,2408928
5	38,0	51,0	60,0	68,9	81,0	90,3	100,0	90,3265702
6	39,8	53,5	62,9	72,3	84,9	94,7	104,8	94,7063043
7	41,4	55,6	65,5	75,2	88,4	98,6	109,1	98,5745881
8	42,9	57,6	67,8	77,9	91,5	102,1	112,9	102,05293
9	44,2	59,4	69,9	80,3	94,3	105,2	116,4	105,222784
10	45,5	61,0	71,8	82,5	96,9	108,1	119,7	108,141655
11	46,6	62,6	73,6	84,6	99,4	110,9	122,7	110,851785
12	47,7	64,0	75,3	86,5	101,6	113,4	125,5	113,385202
13	48,7	65,3	76,9	88,4	103,8	115,8	128,1	115,766819
14	49,6	66,6	78,4	90,1	105,8	118,0	130,6	118,016427
15	50,5	67,8	79,8	91,7	107,7	120,2	133,0	120,150037
16	51,4	69,0	81,2	93,2	109,5	122,2	135,2	122,180801
17	52,2	70,1	82,4	94,7	111,3	124,1	137,4	124,119665
18	52,9	71,1	83,7	96,1	112,9	126,0	139,4	125,975845
19	53,7	72,1	84,9	97,5	114,5	127,8	141,4	127,757181
20	54,4	73,1	86,0	98,8	116,1	129,5	143,3	129,470403
21	55,1	74,0	87,1	100,1	117,5	131,1	145,1	131,121335
22	55,8	74,9	88,1	101,3	119,0	132,7	146,9	132,715052
23	56,4	75,8	89,2	102,5	120,3	134,3	148,6	134,256008
24	57,1	76,6	90,2	103,6	121,7	135,7	150,2	135,748134



Linee segnatrici di probabilità pluviometrica

ARPA LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

The graph plots predicted precipitation (H prevista [mm]) on the y-axis (0.0 to 160.0) against event duration (Durata evento [ore]) on the x-axis (1 to 24). Multiple curves represent different return periods (TR): TR 200 anni (purple), TR 100 anni (red), TR 50 anni (blue), TR 20 anni (cyan), TR 10 anni (green), TR 5 anni (light green), TR 2 anni (yellow-green), and TR 100 anni (dark red). A diamond marker indicates the 'Evento pluviometrico' at approximately 1 hour duration and 60 mm precipitation.

*Invarianza idraulica e idrologica
ai sensi del R.R. n.7 del 23 novembre 2017 e s.m.i.*

6 CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E METODOLOGIA DI CALCOLO

Il calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale è il risultato della somma delle superfici scolanti impermeabili moltiplicate per il proprio coefficiente di deflusso.

$$\varphi = \frac{\varphi_{verde} \cdot A_{verde} + \varphi_{copertura} \cdot A_{copertura} + \varphi_{passaggi} \cdot A_{passaggi}}{A_{tot.}}$$

Coefficienti di deflusso:

$\Phi = 1$ per le superfici impermeabili

$\Phi = 0.7$ per pavimentazioni drenanti o semipermeabili

$\Phi = 0.3$ per aree permeabili di qualsiasi tipo

$\Phi = 0$ per superfici incolte o di uso agricolo

Coefficiente di deflusso medio ponderale:

	SUPERFICIE IMPERMEABILE MQ ($\Phi=1$)	Φ	SUPERFICIE TOTALE MQ
Intervento in progetto	415	1	415
Sup. eq.	415		415

Si può determinare la classe di intervento e la metodologia di calcolo da applicare al nostro progetto.

Classe d'intervento: 2 impermeabilizzazione potenziale media

Modalità di calcolo: metodo delle sole piogge

7 CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

RICHIAMI TEORICI

Nel caso di “Impermeabilizzazione potenziale media” in ambiti territoriali a criticità alta o media si può adottare il metodo delle sole piogge.

Il “Metodo delle sole piogge” 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:

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

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

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

in cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all’invaso, è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo calcolabile con i valori standard esposti nell’articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento (quindi $S \cdot \varphi$ 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 (desunti da ARPA Lombardia) 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:

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

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

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

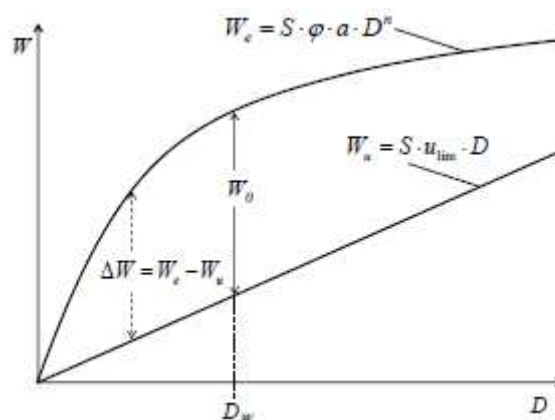
in cui u_{lim} è la portata specifica limite ammissibile allo scarico, di cui all'articolo 8 comma 1 del regolamento.

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:

$$\Delta W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n - S \cdot u_{\text{lim}} \cdot D$$

La figura seguente mostra graficamente la curva $W_e(D)$, concava verso l'asse delle ascisse, in aderenza alla curva di possibilità pluviometrica, e la retta $W_u(D)$ e indica come la distanza verticale ΔW tra tali due curve ammetta una condizione di massimo che individua così l'evento di durata D_W critica per la laminazione.



Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando rispetto alla durata D la differenza $\Delta W = W_e - W_u$, 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 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 m³/ha) si ha:

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

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

Si osservi che il parametro n (esponente della curva di possibilità pluviometrica) da utilizzare nelle equazioni precedenti deve essere congruente con la durata D_w risultante dal calcolo, tenendo conto che il valore di n è generalmente diverso per le durate inferiori all'ora, per le durate tra 1 e 24 ore e per le durate maggiori di 24 ore.

Calcolo del volume W_0 : Metodo delle sole piogge**INTERVENTO IN PROGETTO**

$$S = 0,0415 \text{ ha} \quad A_1 = 26.85 \text{ mm/ora}^n \quad n = 0,2597 \quad \phi = 1 \quad u_{lim} = 10 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

$$W_t = 2.21$$

$$a = W_t \times A_1 = 59.64 \text{ mm/h}$$

$$Q_{u,lim} = S \cdot \phi \cdot u_{lim} = 0.39 \text{ l/s}$$

$$D_w = Q_{u,lim} / (2,78 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot n)^{(1/n-1)} = 7.18 \text{ h}$$

Volume invaso

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w = 30 \text{ mc}$$

Verifica del requisito minimo:

Occorre infine confrontare il valore di laminazione ottenuto dal calcolo con i volumi minimi definiti dall'art. 12 del Regolamento (500 mc per aree a media criticità)

Requisito minimo per l'ambito territoriale B = 500 mc/ha_{imp}

Volume specifico per il caso in esame $w_0 = W_0 / S \cdot \phi = 496 \text{ mc} / \text{ha}_{imp} < 500$

Il volume del invaso è inferiore al volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a 500 m³/ha_{imp}; pertanto è necessario adottare come parametro per il progetto un volume pari a 3 mc.

$$W_0 = 500 \times 0.0415 = 33 \text{ mc}$$

Il coefficiente di permeabilità del terreno è stato desunto da prove in sito come descritto al cap.4.2 "Caratteristiche permeabilità del sito".

Pertanto ai sensi dell'art.11, comma 2, lettera e), punto 3 del Regolamento, è possibile ridurre del 30% il requisito minimo di cui all'art. 12, comma 2, in quanto il progetto prevede la gestione delle acque meteoriche solamente mediante infiltrazione nel terreno senza scarichi verso il ricettore.

Di conseguenza il volume ridotto risulta pari a:

$$\text{volume minimo ridotto: } W_{\min \text{ previsto ridotto}} = 33 \cdot 0.7 = 23 \text{ mc}$$

Pertanto essendo il volume di invaso calcolato minore del volume minimo previsto si adotterà quest'ultimo valore per la verifica del sistema di laminazione.

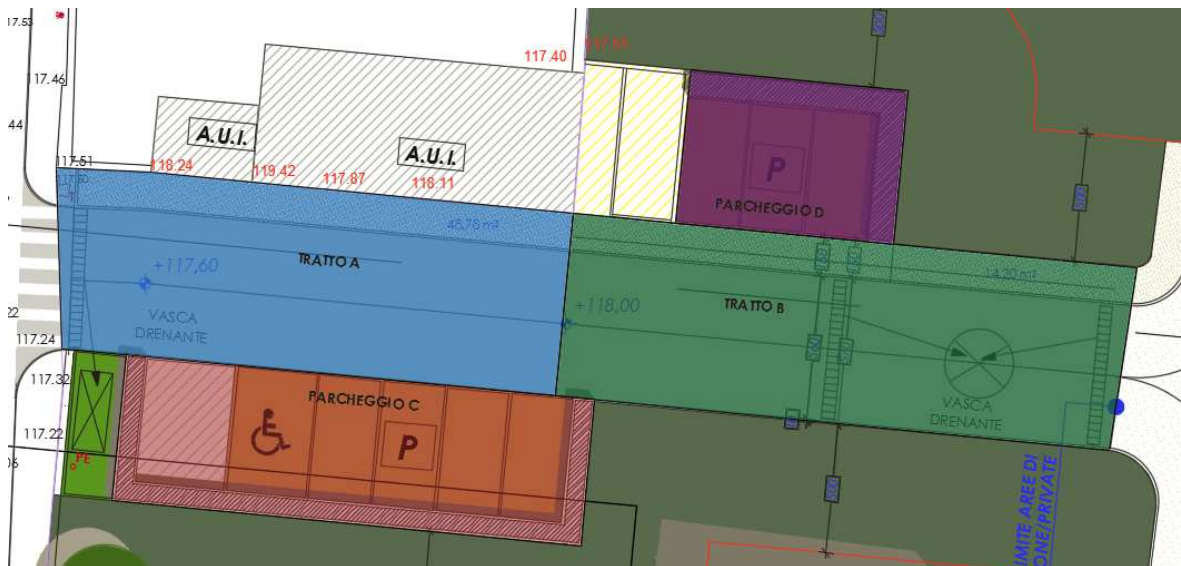
Il volume di laminazione sarà ottenuto realizzando il volume di laminazione / infiltrazione mediante pozzo perdenti e vasche di laminazione / infiltrazione di tipo verde.

8 SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

La presente si prefigge di fornire al committente la possibile soluzione per l'allontanamento delle acque piovane, relativa alla superficie pari a 415 m² da realizzare per tutte le superfici da impermeabilizzare.

La soluzione consiste in un sistema misto di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

Il progetto è stato suddiviso in 4 diverse aree. Di seguito si descrive la metodologia per ogni area:



STRADA E MARCIAPIEDE: 297 mq (TRATTO A + TRATTO B)

Le acque meteoriche saranno raccolte all'interno di n.3 caditoie poste lungo la strada in modo da intercettare le acque attraverso dei tagli trasversali posti lungo la strada.

Da qui le acque saranno convogliate in un sistema di pozzi perdenti dove verranno laminate ed infiltrate nel terreno.

Strada e marciapiede: 297 mq

Tratto A

- VOLUME D'INVASO: 7.7 mc
- VOLUME PIOGGIA CRITICA CON RITORNO 100 ANNI: 59.64mm/h

Caratteristiche del pozzo perdente:

- Diametro \emptyset = 1.5 m;
- Altezza pozzo: 2 m;
- Altezza totale scavo 2.5 m;
- Diametro \emptyset scavo per pozzo= 2.5 m;
- Spessore ghiaione esterno al perdente 0.5m;
- Spessore ghiaione sottostante al perdente 0.5m.

Volume accumulato da un pozzo (volume del pozzo e corona drenante esterna da 0,50 cm) = 5.42 mc

Volume da smaltire: 7.7 mc

Calcolo pozzi perdenti: 2 num

Verifica franchi di sicurezza Tr 100 anni

Ai fini delle verifiche idrauliche di cui ai punti precedenti si è già adottato, a favore di sicurezza, un tempo di ritorno pari a 100 anni, pertanto i franchi di sicurezza sono automaticamente verificati.

Tratto B

- VOLUME D'INVASO: 9 mc
- VOLUME PIOGGIA CRITICA CON RITORNO 100 ANNI: 59.64mm/h

Caratteristiche del pozzo perdente:

- Diametro \emptyset = 1.5 m;
- Altezza pozzo: 2 m;
- Altezza totale scavo 2.5 m;
- Diametro \emptyset scavo per pozzo= 2.5 m;
- Spessore ghiaione esterno al perdente 0.5m;
- Spessore ghiaione sottostante al perdente 0.5m.

Volume accumulato da un pozzo (volume del pozzo e corona drenante esterna da 0,50 cm) = 5.42 mc

Volume da smaltire: 9 mc

Calcolo pozzi perdenti: 2 num

Verifica franchi di sicurezza Tr 100 anni

Ai fini delle verifiche idrauliche di cui ai punti precedenti si è già adottato, a favore di sicurezza, un tempo di ritorno pari a 100 anni, pertanto i franchi di sicurezza sono automaticamente verificati.

PARCHEGGI (C+D)

PARCHEGGI C

VASCA DI LAMINAZIOE/INFILTRAZIONE TIPO NATURALE

Area di laminazione/infiltrazione: 20 mq (AREA VERDE)

Profondità media: 0.25 m

Volume di laminazione: 4.5 mc < **5 mc IN PROGETTO**

PARCHEGGI D

VASCA DI LAMINAZIOE/INFILTRAZIONE TIPO NATURALE

Area di laminazione/infiltrazione: 12 mq (AREA VERDE)

Profondità media: 0.25 m

Volume di laminazione: 2 mc < **3 mc IN PROGETTO**

Verifica franchi di sicurezza Tr 100 anni

Ai fini delle verifiche idrauliche di cui ai punti precedenti si è già adottato, a favore di sicurezza, un tempo di ritorno pari a 100 anni, pertanto i franchi di sicurezza sono automaticamente verificati.

VOLUME INVASI: 10.80 mc (A) + 10.80 mc (B) + 5 mc (C) + 3 mc (D)= 29.60 mc > 23 mc richiesti

9 TEMPO DI SVUOTAMENTO

Considerato il tipo di suolo facendo riferimento alla seguente tabella:

tipo di terreno	f_0 [mm/h]	f_∞ [mm/h]	k [h ⁻¹]
A) Terreno con scarsa potenzialità di deflusso. Comprende forti spessori di sabbie con scarsissimo limo e argilla; anche forti spessori di ghiaie profonde, molto permeabili	250	25.4	2
B) Terreno con 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.	200	12.7	2
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.	125	6.3	2
D) Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressochè impermeabili in vicinanza della superficie.	76	2.5	2

Si valuta la portata d'infiltrazione dell'area verde atta a configurare una capacità d'infiltrazione asintotica stimata in base alla natura del suolo sottostante, quindi con una portata d'infiltrazione di:

	Sup. (mq)	Volume da laminare mc	Area di laminazione (mq)	Q_f (l/s)	Tempo di svuotamento (ore)
PARCHEGGIO C	80	4.5	20	0.14	9
PARCHEGGIO D	37	2	12	0.08	7

Portata infiltrata di 1 pozzo perdente:

$$Q_f = 10^{-3}/2 * [(1.5 + 2)^2 - 1.5^2] * 3.14/4 = 3.9 \text{ l/s}$$

$$T_{svuot} = (5.42 * 1000)/3.9 = 1 \text{ ora} < 48 \text{ ore}$$

(limite di 48 ore fissato nell'articolo 11, comma 2, lettera f) dal R.R. n.7 del 23 novembre 2017 e s.m.i.).

10 CONCLUSIONI

Considerando la situazione litostratigrafica e idrogeologica locale, in presenza di un deposito prevalentemente sabbioso limoso con ghiaia per i primi 250 cm e con la piezometrica oltre i 5 m da p.c., si è optato per l'utilizzo di aree di laminazione / infiltrazione naturale (vasche naturali) e pozzi perdenti.

Seguendo le indicazioni del R.R. 7/2017 e s.m.i. della Regione Lombardia, sono stati calcolati:

- le superfici impermeabili;
- le precipitazioni di progetto;
- i volumi di laminazione;
- le portate di infiltrazione dell'opera disperdente;
- i tempi di svuotamento.

Tutti gli elementi esaminati sono risultati conformi ai requisiti previsti dal regolamento.

San Giorgio Bigarello, Marzo 2024

IL TECNICO

Dott. Geol. Rosario Spagnolo

B. DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE

ALLEGATO B

C. PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA

Il presente allegato definisce l'insieme delle informazioni atte a permettere la manutenzione dell'intervento da realizzare nonché a fornire elementi utili a limitare i danni da un utilizzo improprio consentendo di eseguire le operazioni atte alla conservazione.

Le procedure e le indicazioni fornite nel presente documento sono redatte per portare a conoscenza del servizio di gestione quegli aspetti particolari e specifici, caratteristici dell'intervento progettato.

Il presente manuale di manutenzione andrà integrato dall'impresa esecutrice dei lavori con i manuali di manutenzione specifici di ogni sua parte.

Le opere previste in progetto possono essere suddivise così

Condotte in pvc	Disotturazione
Caditoie	Rimuovere i depositi
Pozzi drenanti	Rimuovere i fanghi e i detriti di sedimentazione dal fondo portato dalle acque meteoriche

Area verde di laminazione / infiltrazione / trincee

Attività di verifica e controllo

- Verifica del controllo afflusso delle acque

Attività di manutenzione

- Pulizia scorrimento
- Rimozione di eventuali accumuli di sedimenti

Per le altre componenti dell'impianto:

- pulizia rifiuti;
- rimozione detriti;

- taglio selettivo delle specie vegetali;
- controllo di eventuali specie infestanti;
- eliminazione di problemi di scorrimento e/o intasamento;
- ispezione. controllo dell'efficienza

Gli interventi di manutenzione straordinaria da svolgere successivamente al riscontro di malfunzionamenti e sempre successivamente al verificarsi di eventi straordinari che abbiano danneggiato in tutto o in parte gli impianti di drenaggio.

- pulizia e smaltimento rifiuti;
- rimozione e smaltimento detriti;
- risoluzione di problemi di intasamento;
- ispezione, controllo dell'efficienza e sostituzione di eventuali componenti.

D. ALLEGATO E

Asseverazione in merito alla conformità del progetto ai contenuti del R.R. 7 del 2017 e s.m.i..

La presente asseverazione è in allegato alla relazione con firma digitale.