

LOCALIZZAZIONE:

COMUNE DI LONATO DEL GARDA
LOC. SEDENA

OGGETTO DELL'ELABORATO:

PIANO DI RECUPERO
VIA CUCCAGNA

RELAZIONE TECNICA IDROLOGICA - IDROGEOLOGICA
A SUPPORTO DEL PROGETTO DI INVARIANZA
IDRAULICA

ai sensi del R.R. 23 novembre 2017, n°7 e
R.R. 19 aprile 2019, n°8

STUDIO A CURA DI:

Dott. Giovanni Bembo - Geologo

Dott.ssa Loredana Zecchini - Geologo

TIMBRI E FIRME



GIUGNO
2023

REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI BRESCIA

Studio Associato di
Geologia Applicata
ed Ambientale

Via Trieste, 45 Bogliaco
25084 Gargnano (Bs)
Tel/Fax 0365 791070
Cell. 347-7838837 /347-5747290

E-mail bembozecchini@virgilio.it
Casella PEC
giovanni.bembo@pec.epap.it
loredana.zecchini@pec.epap.it



Geol. Bembo Giovanni
&
Geol. Zecchini Loredana

DATA
09/06/2023

AGG
22/03/2024

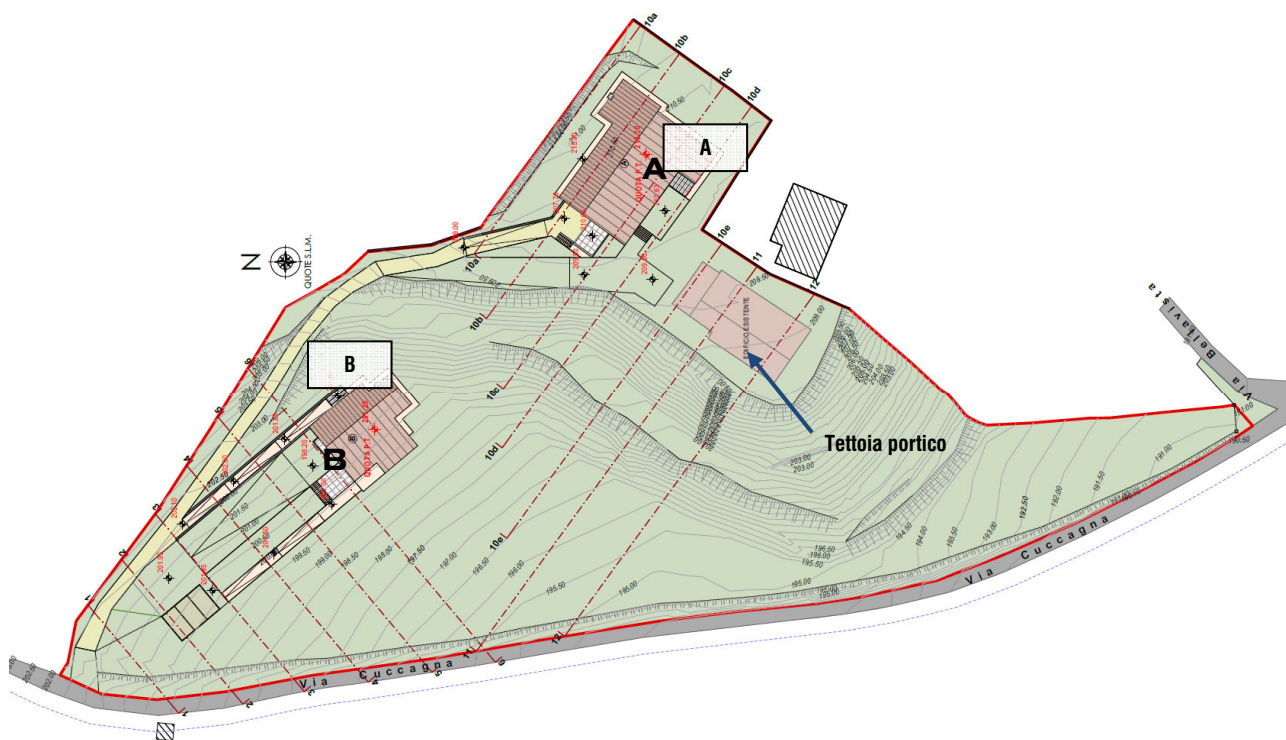
INDICE

1. Premessa	- 3 -
2. Inquadramento geologico e geomorfologico generale	- 5 -
3. Inquadramento idrogeologico e stima della conducibilità idraulica	- 8 -
4. Indagini geognostiche eseguite	- 11 -
5. Caratteristiche generali di conducibilità idraulica del terreno in sito - stima del coefficiente di conducibilità idraulica	- 16 -
6. Relazione tecnica idrologica	- 18 -
7. Ipotesi progettuale di invarianza idraulica per la zona 1 (Soluzione 1) - dimensionamento dei pozzi perdenti	- 24 -
Verifica vaso di laminazione	- 25 -
Verifica sistema di dispersione e del tempo di svuotamento	- 26 -
8. Stima dei tempi di svuotamento delle vasche di laminazione (Zona 1 - Zona 2 e Zona 3) e conclusioni	- 28 -

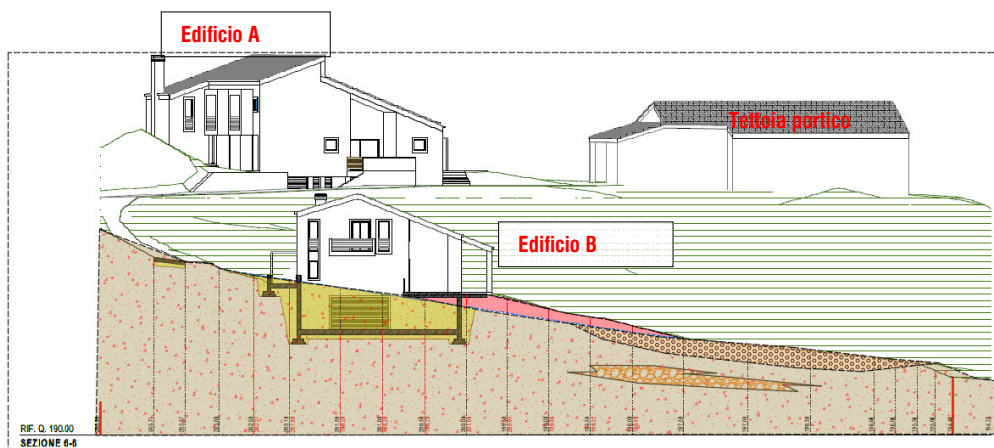
1. Premessa

Il presente documento, elaborato dallo Studio Associato di Geologia Applicata ed Ambientale con sede in Bogliaco di Gargnano (Bs) su incarico e per conto della Soc. Gandal srl di Calvagese della Riviera, rappresenta la Relazione tecnica idrologica ed idrogeologica a supporto del Progetto di invarianza idraulica connesso all'intervento relativo al Piano di recupero in Via Cuccagna, loc. Sedena in Comune di Lonato del Garda (Bs).

L'intervento prevede la realizzazione di nella zona a monte prevista la demolizione con Ricostruzione ed ampliamento di un edificio esistente (edificio 1 diventa edificio A) e demolizione di un altro edificio (edificio 2) con realizzazione di una tettoia/ pergolato, mentre nella zona di valle è prevista la nuova edificazione di un edificio residenziale unifamiliare (edificio B).



Estratto Tavole Progettuali a cura di Arch. Andrea Venturelli



Estratto Tavole Progettuali – Sez- 6-6 di progetto a cura di Architetto Andrea Venturelli

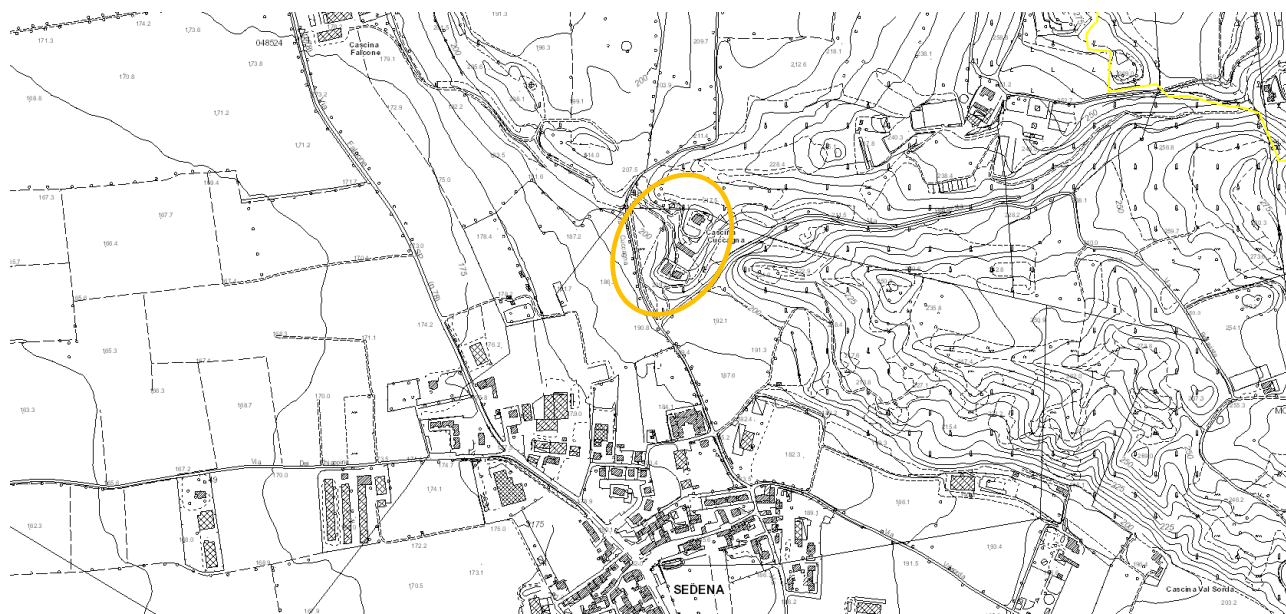
Lo scopo del presente studio è quello di effettuare la valutazione e definire sulla base delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del sito, le metodologie più appropriate da porre in opera ai fini del rispetto delle Norme sull'invarianza idraulica RR n°7 del 23 novembre 2017 - Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n°12 (Legge per il governo del territorio) e s.m.i.

Ai fini del presente studio sono state prese in considerazione le evidenze geologiche ed idrogeologiche dirette ed desumibili dall'indagine geologica condotta nel lotto ai fini della redazione dello studio Geologico e geotecnico ai sensi delle NTC 2018 DM 17/01/2018, del mese di maggio 2023 a cura dello scrivente Studio Associato di geologia – Dott. Geol. G. Bembo e Dott.sa Geol. L.Zecchini

Nell'ambito del presente studio si sono stimati i valori di conducibilità idraulica dei terreni presenti con una valutazione del volume di acqua da infiltrare e/o laminare, procedendo al calcolo del numero e delle caratteristiche dei pozzi disperdenti e vasche da porre in opera con ubicazione e sezioni schematiche della disposizione dei medesimi.

2. Inquadramento geologico e geomorfologico generale

Il lotto all'attenzione si attesta ad una quota variabile da circa 198 metri slm nella porzione di valle a circa 216-217 m slm ubicato poco a nord dell'abitato di Sedena frazione di Lonato del Garda in Via Cuccagna, ricadente cartograficamente nel Fg.113 Lonato del Garda - Sez. D6e2 della CTR Carta tecnica regionale.

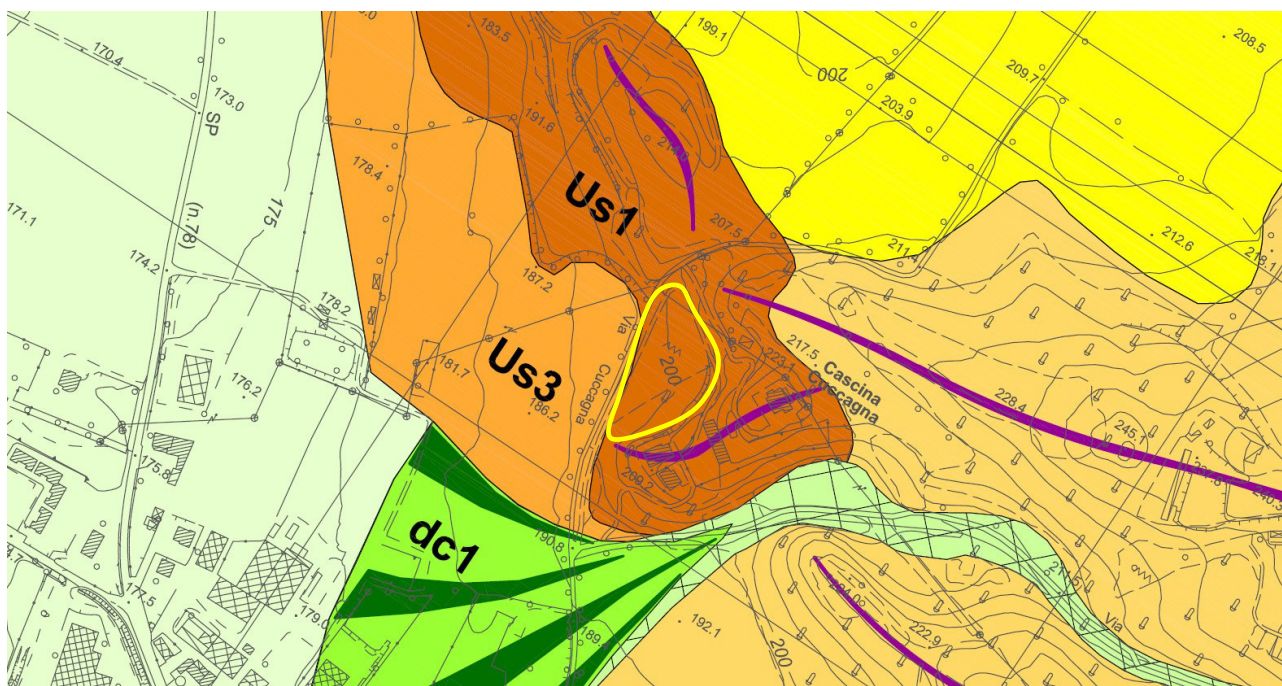


Corografia generale estratta da GFMaplet portale della Provincia di Brescia

Il contesto morfologico generale è di bassa collina dell'entroterra morenico del Garda, rotto da spianate di origine fluvioglaciale e dorsali moreniche di differente età.

Alla mesoscala l'intervento previsto, inserito in un contesto poco o punto urbanizzato, si presenta variamente articolato ponendosi per una parte in corrispondenza della sommità di un cordone morenico con la presenza dei due edifici (1 e 2) che saranno demoliti e ricostruiti parzialmente su nuovo sedime e trasformati rispettivamente nell'edificio A (con interrato) e nuova tettoia/pergolato, mentre l'edificio B piscina si collocheranno in corrispondenza di un declivio blandamente inclinato, 3°-5° di inclinazione, anch'esso di natura morenica, che funge da raccordo fra i versanti del cordone morenico e la sottostante piana fluvioglaciale. Tale area è delimitata ad ovest dalla via cuccagna.

Da un punto di vista geologico quanto sopra detto è contestualizzato nella carta geologica seguente ove appare chiaro lo sviluppo della zona cacuminale del cordone morenico appartenente all'unità di Sedena **US1** che lascia il passo alla base alle coltri fluvio-glaciali della medesima unità **US3**



Estratto carta geologica – da PGT vigente e, sotto, legenda

UNITA' DI SEDENA (Pleistocene medio-superiore)

Us1	Depositi glaciali
Us2	Depositi glaciolacustri di depressione intermorenica o di fronte glaciale
Us3	Depositi fluvio-glaciali

ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

	Orlo di scarpata di contatto glaciale < 10 m
	Orlo di scarpata di contatto glaciale > 10 m
	Laghetti

	Cordone morenico
	Conoide di deiezione
	Conoide di deiezione antico

La configurazione generale suggerisce, in analogia alle evidenze degli studi di Bini e Zuccoli del 2004 (identificanti i sedimenti dell'Unità di Sedena con l'Alloformazione di M.te Forca – ex Riss II del Venzo), come la fascia di transizione fra i due sedimenti, evidenziata in giallo, possa essere caratterizzata dalla presenza depositi di natura morenica sormontati da livelli e coltri di colluvium di potenza variabile provenienti dalla sommità della dorsale a monte ad andamento N-S.

Tale alloformazione risulta inoltre caratterizzata in sommità da livelli anche se discontinui di materiale cementato, di potenze anche di 30-50 cm. Tuttavia non è raro che tali livelli conglomeratici possano essere eterogeneamente distribuiti all'interno del deposito.

Litologicamente, in generale i terreni morenici sono rappresentati da materiali misti costituiti da ghiaie e ciottoli in matrice limoso sabbiosa da addensati a molto addensati; il contenuto di matrice limosa risulta estremamente variabile.

Il rilievo geologico geomorfologico condotto in alcune aree limitrofe al lotto esaminato, ad esempio la pendice a confine NNE con l'edificio 1 (futuro edificio A) mostra, in riferimento al deposito morenico suddetto, la presenza di ghiaie sabbiose e ciottoli e clasti arrotondati con una componente limosa apprezzabile, che tuttavia soggetta a dilavamento nella porzione superficiale del deposito lascia emergere i ciottoli di dimensioni maggiori mentre i clasti di ghiaia grossolana privi a seguito dell'erosione / allontanamento e decadimento delle caratteristiche geotecniche della matrice sabbioso limosa si accumulano al piede della scarpata formando delle evidenti sacche trattenute dalla rete di confine; questo a significare come la matrice limosa, distribuita in modo eterogeneo all'interno del deposito, non possa garantire valori di coesione significativi ai fini geotecnici.

Come anticipato ai terreni glaciali di natura morenica si affiancano materiali rimaneggiati e/o di riporto presumibilmente caratterizzati da qualità geotecniche mediocri scadenti, che localmente li sormontano con livelli anche superiori al metro. I rilievi morfologici eseguiti evidenziano il probabile rimaneggiamento dei terreni del ciglio della scarpata superiore nonché di quelli in corrispondenza della berma intermedia che spezza la continuità della scarpata di cordone.

Per quanto attiene il contesto idrografico superficiale non sono presenti nell'area corsi d'acqua che possano direttamente interessare il sito in esame.

3. Inquadramento idrogeologico e stima della conducibilità idraulica

L'assetto idrogeologico del territorio di Lonato è condizionato dalla presenza di una vasta area riconducibile ad un **ambito morenico**, piuttosto articolato con presenza di numerose cerchie collinari interrotte da piane intramoreniche e/o fluvioglaciali ad andamento irregolare e/o sinuoso e con sedimenti di spessore variabile ma in generale molto limitato, in cui si inserisce l'area in studio, a cui si contrappone l'**ambito fluvioglaciale della piana**, ampio settore pianeggiante sviluppantesi ad occidente, caratterizzato da spessori considerevoli di sedimenti e sede di acquiferi di notevole spessore ed importanza.

Relativamente alle **caratteristiche idrogeologiche** generali del sito si è fatto riferimento ai dati geologico-strutturali, stratigrafici ed idrogeologici a disposizione, a Studi tecnici e di settore riguardanti il territorio in generale, nonché allo studio geologico allegato al Piano di Governo del Territorio. Per quanto attiene all'analisi di dettaglio gli aspetti idrogeologici sono stati valutati sulla base delle indagini eseguite.

Nell'analisi si è fornita una valutazione circa il grado di permeabilità dei depositi presenti in generale.

CARATTERISTICHE DELLE UNITA' IDROGEOLOGICHE		
LITOLOGIA	PERMEABILITA' DELL'ACQUIFERO	SIGNIFICATO IDROGEOLOGICO

Depositi superficiali		
Depositi rimaneggiati	Media e bassa per porosità	Depositi da mediamente a poco permeabili con circolazione idrica nel complesso discontinua, puntualmente potenzialmente più sviluppata in corrispondenza di livelli sabbioso-ghiaiosi.
Depositi colluviali di alterazione	Bassa per porosità	Depositi poco permeabili in ragione del prevalente contenuto limo argilloso, puntualmente potenzialmente più sviluppata in termini comunque limitati in corrispondenza di livelli a maggiore contenuto ghiaioso.

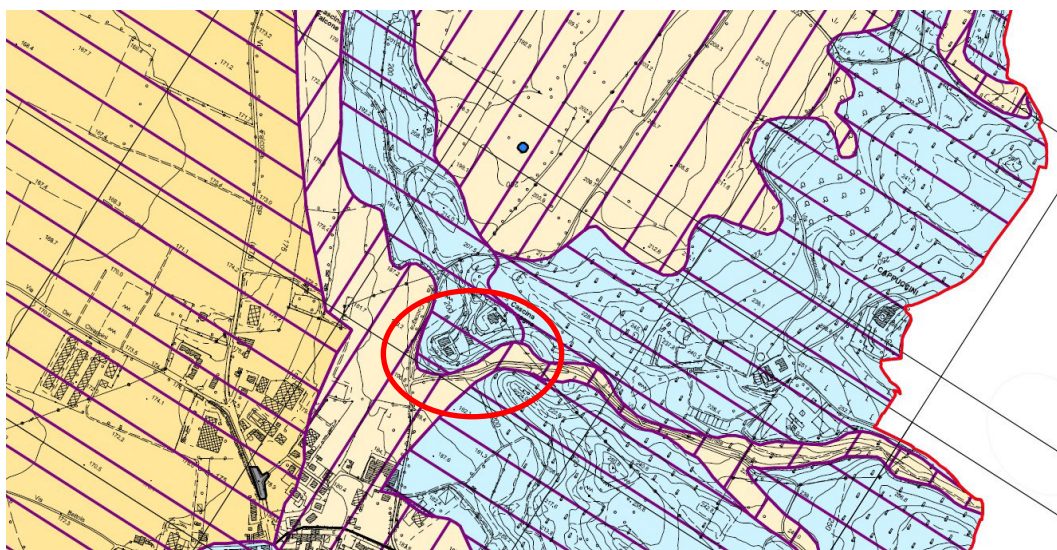
Depositi morenici	Media e medio bassa per porosità	Depositi in generale poco permeabili in ragione del contenuto di matrice limosa; eventuale circolazione idrica può essere più sviluppata in corrispondenza di livelli sabbioso-ghiaiosi e localmente discontinua nei livelli limosi. I valori di conducibilità idraulica si possono attestare intorno a valori più alti per la presenza di minore componente limosa nella matrice.
------------------------------	-------------------------------------	---

Nei depositi glaciali, in relazione alle condizioni morfologiche ed idrogeologiche locali, acquiferi discontinui e poco produttivi circolanti al tetto di livelli limoso argillosi impermeabili, generalmente di bassa potenzialità, alimentati prevalentemente dalle precipitazioni meteoriche. Tali falde possono dare origine, al piede delle colline moreniche, a manifestazioni sorgentizie di portata per lo più trascurabile (es. sorgenti di Sedena e Maguzzano).

Numerosi pozzi superficiali, scavati a mano nel passato e prevalentemente in disuso, lungo i bordi collinari e/o sui rilievi morenici, interessano gli acquiferi sospesi. Particolarmente significativa appare la realizzazione, in passato, di numerosi pozzi di questo tipo presso il centro storico di Lonato o presso svariate cascine presenti nell'ambito collinare.

Falde acquifere più produttive, confinate e caratterizzate anch'esse da una certa discontinuità si localizzano a profondità più elevate.

Si riporta di seguito un estratto della carta idrogeologica evidenziante le caratteristiche generali degli acquiferi :



Estratto carta idrogeologica e, sotto, legenda

UNITA' PERMEABILI PER POROSITA'

-  Materiali di riporto
-  Depositi grossolani (prevalentemente ghiaioso-sabbiosi) a permeabilità elevata
-  Depositi grossolani (prevalentemente ghiaioso sabbiosi) a permeabilità da media a medio-elevata.
-  Depositi fini (prevalentemente limoso-sabbiosi e limoso-argillosi) a permeabilità da medio-bassa a bassa
-  Depositi glaciali a permeabilità complessivamente da bassa a molto bassa

CLASSI DI VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI SUPERFICIALI

-  Vulnerabilità mediamente alta
-  Vulnerabilità alta
-  Vulnerabilità molto alta

Da quanto sopra specificato si evince come i depositi morenici siano in generale contraddistinti da permeabilità bassa ma da un punto di vista idrogeologico di dettaglio essi, seppure caratterizzati da una struttura massiva e caotica, possano essere sede di lenti e/o porzioni più francamente sabbioso-ghiaiose potenzialmente rappresentanti una via preferenziale di scorrimento delle acque sotterranee (limitati acquiferi circolazione idrica subsuperficiale) che scaturiscono sottoforma di emergenze sorgentizie in caso di troncature topografiche o per differenza di permeabilità. Localmente, il contenuto minore di matrice limosa o argillosa, è reso più palese dalla presenza di clasti incrostati e/o livelli cementati che testimoniano una circolazione idrica sub superficiale.

Dr. Geologo Giovanni Bembo - Dr. Geologa Loredana Zecchini

- STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA APPLICATA ED AMBIENTALE -

25084 Bogliaco di Gargnano (Bs) Via Trieste 45 - Tel./ Fax - 0365 79 10 70

4. Indagini geognostiche eseguite

Scavi esplorativi

Le buche esplorative hanno permesso di verificare visivamente le caratteristiche tessiturali dei materiali presenti in sito; mediante le osservazioni geotecniche e le prove di cantiere eseguite si è giunti ad un riconoscimento (descrizione) dei materiali secondo le Norme AGI accompagnato dalla Classificazione secondo AASHO e USCS. Dalle osservazioni condotte si sono stimate le caratteristiche dei terreni con un range di variabilità.

Durante l'approfondimento si sono osservati i depositi descritti nel seguito :

Prof. (m) da p.c. esistente	Scavo 1 – porzione superiore
0.00 a 0.150	Terreno agrario superficiale di colore grigio scuro
Da 0.15 a 1.70	Deposito morenico costituito da ghiaia sabbiosa debolmente limosa di colore bruno chiaro grigio ocraceo, poco umida, molto addensata con locale diminuzione dell'addensamento in corrispondenza di porzioni più sabbiose; ciottoli di natura poligenica (sedimentari carbonatici e tonalitici), arrotondati e subarrotondati, presenza di trovanti, poco umido. Deposito morenico.
	

Prof. (m) da p.c. esistente	Scavo 2 – porzione superiore
0.00 a 0.30	Terreno agrario superficiale di colore grigio scuro
Da 0.30 a 1.30	Terreno rimaneggiato e di riporto costituito da limo argilloso con clasti immersi di colore bruno scuro, mediamente addensato, poco umido.
Da 1.30 a 1.80	Deposito morenico costituito da ghiaia sabbiosa da limosa a debolmente limosa di colore bruno chiaro grigio ocraceo, umida, addensata; ciottoli – 10/20 cm di dimensione - di natura poligenica (sedimentari carbonatici e tonalitici), arrotondati e subarrotondati, presenza di numerosi piccoli trovanti.
	

Prof. (m) da p.c. esistente	Scavo 3 – porzione inferiore zona piscina
0.00 a 0.30	Terreno agrario superficiale di colore grigio scuro
Da 0.30 a 1.70	Deposito morenico superficialmente rimaneggiato costituito da ghiaia con ciottoli arrotondati sub angolari poligenici (presenza di clasti alpini disgregati); si nota un incremento l'addensamento con la profondità al fondo scavo si nota una porzione cementata.
	

Prof. (m) da p.c. esistente	Scavo 4 – porzione al piede della pendice
0.00 a 0.36	Terreno agrario superficiale di colore grigio scuro con clasti carbonatici immersi
Da 0.36 -1.20	Terreno rimaneggiato e di riporto costituito da limo argilloso con clasti immersi di colore bruno scuro, mediamente addensato, poco umido. Con l'approfondimento si riscontra un incremento di contenuto in ciottoli e piccoli trovanti. Alla profondità di circa 1.20 m il colore del deposito vira verso una tonalità di arancio.
Da 1.20 – 2.30	Terreno limoso argilloso con clasti immersi che aumentano di percentuale con la profondità, di colore bruno rossastro (presumibilmente colluvium) mediamente addensato. Dalla profondità di 2.10 m aumenta l'addensamento contestualmente al contenuto di ghiaia.
Da 2.3-2.50	Deposito morenico costituito da ghiaia sabbiosa da limosa a debolmente limosa di colore bruno chiaro grigio ocreo, umida, addensata; ciottoli di natura poligenica (sedimentari carbonatici e tonalitici), arrotondati e subarrotondati.
	

Prof. (m) da p.c. esistente	Scavo 5 – porzione sud
0.00 a 0.30	Terreno agrario superficiale di colore bruno scuro
0.30- 1.40	Terreno rimaneggiato costituito da ghiaia (ghiaietto non grossolano) immersa in matrice limosa di colore bruno scuro, poco addensata, umido
Da 1.40-1.60	Deposito morenico costituito da ghiaia sabbiosa debolmente limosa localmente con sabbia di colore bruno chiaro grigio ocraceo, poco umida, addensata - molto addensata; ciottoli di natura poligenica (sedimentari carbonatici e tonalitici), arrotondati e subarrotondati, presenza di trovanti, poco umido.
	

Gli elementi significativi del sito in riferimento ai terreni presenti sono rappresentati da:

Dr. Geologo Giovanni Bembo - Dr. Geologa Loredana Zecchini

- STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA APPLICATA ED AMBIENTALE -

25084 Bogliaco di Gargnano (Bs) Via Trieste 45 - Tel./ Fax - 0365 79 10 70

- In alcuni scavi, ubicati in vicinanza al ciglio della scarpata superiore (sc2) ed al piede della scarpata morenica (sc4) si è riscontrata la presenza di terreni rimaneggiati a forte componente limosa, anche se localmente con clasti immersi - **Livello 2**;
- Inferiormente a tale livello ma solo nello scavo 4 si è rinvenuto un orizzonte argilloso limoso **Livello 3** - rappresentante i depositi colluviali sviluppatosi al piede della scarpata morenica per una potenza intorno al metro;
- Inferiormente si rinviene uniformemente in tutti gli scavi un deposito autoctono da addensato a molto addensato localmente con crostoni cementati ascrivibile al deposito morenico dell'unità di Sedena (ex Riss II di Venzo) – **Livello 4** , caratterizzato da buone ottime qualità geotecniche.

5. Caratteristiche generali di conducibilità idraulica del terreno in sito - stima del coefficiente di conducibilità idraulica

I terreni glaciali, così come descritti e rinvenuti nelle indagini geognostiche eseguite, in relazione alla composizione granulometrica osservata, sono caratterizzati dalla prevalenza di componente granulare sabbiosa ghiaiosa e in minor misura da componente limosa.

Nell'ambito di una stima del coefficiente di conducibilità idraulica derivato da osservazione dei terreni evidenziati negli scavi, si può stimare per la sola unità morenica glaciale attorno a valori di permeabilità estrapolabili dalla seguente tavola nell'ordine di :

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}
<i>Grado di permeabilità</i>	alto				medio		basso		molto basso		impermeabile	
<i>Drenaggio</i>	buono					povero			praticamente impermeabile			
<i>Tipo di terreno</i>	ghiaia pulita		sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita			sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati			terreni impermeabili argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici			
						terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo						

Tabella dei valori permeabilità dei terreni

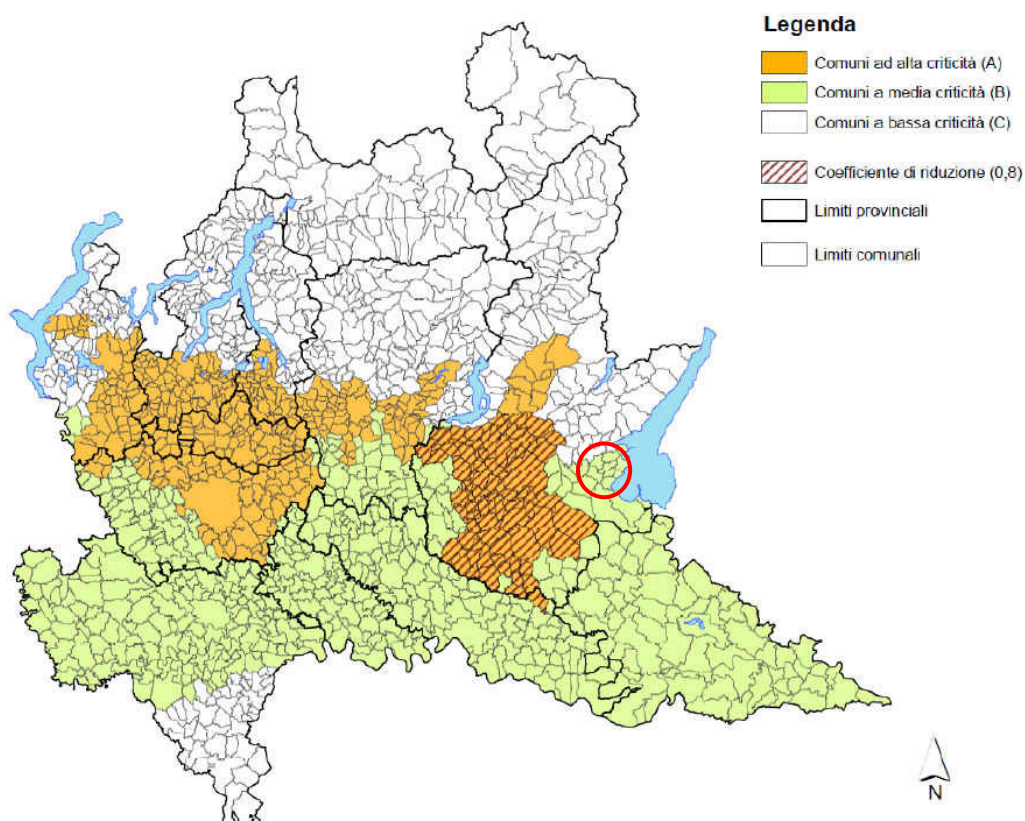
Terreno	Conducibilità idraulica K (m/s)	Grado di permeabilità (Terzaghi e Peck, 1967)
Ghiaia sabbiosa limosa	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-5}$	Permeabilità di valore medio-basso

6. Relazione tecnica idrologica

Il lotto in cui si inserisce l'intervento si ubica in un contesto di campagna poco urbanizzato in Via Cuccagna poco a nord della loc. Sedena di Lonato del Garda.

Il comune di Lonato del Garda sulla base della criticità dei bacini dei corsi d'acqua ricettori (Allegato B) è classificato nell'**Ambito B a Media Criticità**.

Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica:



Allegato B – Elenco dei bacini idrografici a criticità alta e media

Comune di **Lonato del Garda**

Provincia **Brescia**

Livello di criticità **Area B - criticità media**

Q. massima scaricabile **20** l/(s*ha_{imp})

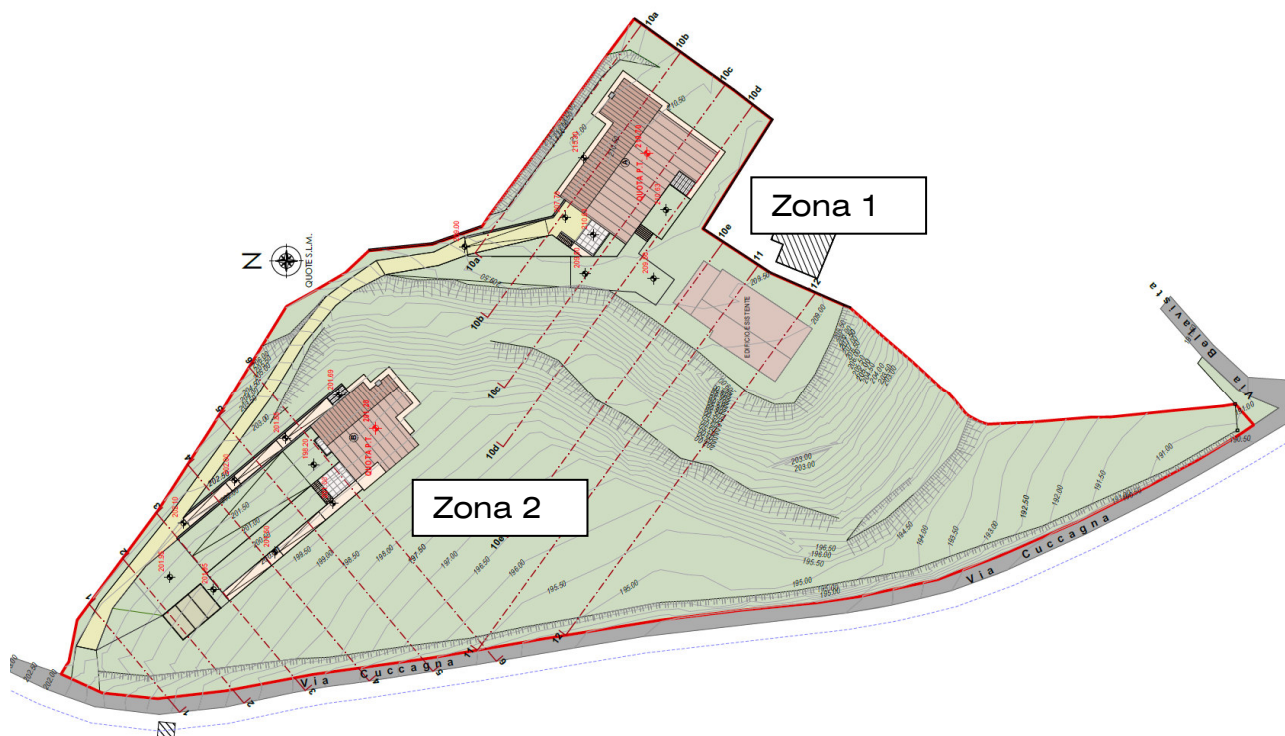
Dr. Geologo Giovanni Bembo - Dr. Geologa Loredana Zecchini

- STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA APPLICATA ED AMBIENTALE -

25084 Bogliaco di Gargnano (Bs) Via Trieste 45 - Tel./ Fax - 0365 79 10 70

Essendo, tuttavia, l'intervento inquadrato come Piano di recupero nella fattispecie con intervento soggetto alla redazione del progetto di Invarianza idraulica, in ottemperanza all'art. 5 della normativa vigente si applicano per il calcolo i limiti dell' Area A .

Ai fini della valutazione particolareggiata si è suddivisa l'area di intervento in 2 zone come di seguito evidenziato :



Le superfici sono così distribuite:

Definizione aree

Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso Φ
Zona 1 - vialetti drenanti	Cat. 2 - Area semi-impermeabile	536,8	0,50
Zona 1 - Tetti e marciapiedi scale	Cat. 1 - Area impermeabile	802,3	1,00
Zona 2 - vialetti drenanti	Cat. 2 - Area semi-impermeabile	535,7	0,50
Zona 2 - Tetti e marciapiedi scale	Cat. 1 - Area impermeabile	457,3	1,00

Superficie totale 2.332,1 m²

Coefficiente afflusso medio ponderale φ_m 0,77

Dr. Geologo Giovanni Bembo - Dr. Geologa Loredana Zecchini

- STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA APPLICATA ED AMBIENTALE -

25084 Bogliaco di Gargnano (Bs) Via Trieste 45 - Tel./ Fax - 0365 79 10 70

Procedura di calcolo proposta

Metodo sole piogge (art. 11 c.2)

Classe dell'intervento

Classe 2 - Impermeabilizzazione potenziale media

Procedura di calcolo adottata

Metodo sole piogge (art. 11 c.2)

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	

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
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		

Si applica il metodo delle sole piogge per il Comune di Lonato.

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:

<http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>

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/oraⁿ]: 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 d'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.

Poiché tali parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia si riferiscono generalmente a durate di pioggia maggiori di un'ora, per le durate inferiori a un'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.

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/oraⁿ]: 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/oraⁿ]: coefficiente pluviometrico orario

In alternativa a tali precipitazioni di progetto, possono essere assunti valori diversi solo nel caso si disponga di dati ufficiali più specifici per la località oggetto dell'intervento, dichiarandone l'origine e la validità.

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^3/s]: portata uscente massima

W_0 [m^3]: volume di laminazione

a [mm/ora^n]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

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

A [ha]: area totale interessata dall'intervento

φ [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

La portata uscente massima si calcola come:

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

Q_{umax} [m^3/s]: portata massima in uscita dall'invaso

A [ha]: area totale dell'intervento

φ [-]: 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]

Si ricorda che il gestore del ricettore può imporre limiti più restrittivi, qualora sia limitata la capacità idraulica del ricettore stesso ovvero ai fini della funzionalità del sistema di raccolta e depurazione delle acque reflue.

Le linee segnalatrici di pioggia sono definite per due campi di durata:

$$D \leq 1 \text{ [ora]} \rightarrow a_1, n_1$$

$$1 \text{ [ora]} < D \leq 24 \text{ [ore]} \rightarrow a_2, n_2$$

I parametri a_2, n_2 sono ricavati dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia; per i parametri a_1, n_1 il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 suggerisce di porre $a_1 = a_2, n_1 = 0,5$ [-].

In alternativa all'applicazione delle formule possono essere utilizzati i grafici proposti dal Regolamento Regionale n.7 del 23-11-2017 (Figure 5a-h) che permettono il calcolo della durata critica d'invaso D_w [ore] e del volume specifico critico d'invaso w_0 [m^3/ha] in funzione del parametro n [-] coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia e del coefficiente di afflusso medio ponderale φ [-] per diversi valori del parametro della linea segnalatrice di pioggia a [mm/ora^n] e della portata scaricata specifica per unità d'area u [$l/(s \cdot ha)$].

Dopo aver calcolato la durata critica di pioggia si deve procedere alla seguente verifica:

- se la durata critica d'invaso D_{w_i} ricade nello stesso campo di durata dei parametri a, n ipotizzati per la linea segnalatrice di pioggia, si può procedere al calcolo del volume di laminazione W_0 ;
- se la durata critica d'invaso D_{w_i} non ricade nello stesso campo di durata dei parametri a, n ipotizzati per la linea segnalatrice di pioggia, si devono ripetere i calcoli utilizzando i parametri a, n della linea segnalatrice di pioggia dell'altro campo di durata:
 - se il nuovo valore di durata critica d'invaso D_{w_i} ricade nello stesso campo di durata dei parametri a, n ora utilizzati per la linea segnalatrice di pioggia, si può procedere al calcolo del volume di laminazione W_0 ;
 - se il nuovo valore di durata critica d'invaso D_{w_i} non ricade nello stesso campo di durata dei parametri a, n ora utilizzati per la linea segnalatrice di pioggia, si sceglie come valore del volume di laminazione W_0 il massimo tra quelli ottenuti.

Il volume di progetto dell'invaso W , risulta il massimo tra il volume ottenuto con l'applicazione del metodo delle sole piogge W_0 e il volume d'invaso minimo W_{min} definito per l'ambito a cui appartiene il Comune in cui è ubicato l'intervento oggetto di analisi dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017:

$$W = \max(W_0; W_{min})$$

Per ogni area, i valori ottenuti si confrontano con i volumi calcolati da metodo requisiti minimi per Area A-area a criticità alta, adottando quale volume di progetto (W_p) il valore maggiore .

Si riportano di seguito i risultati riassuntivi del calcolo.

Zona 1

Superficie intervento 1339.1 m² Coefficiente afflusso medio ponderale ϕ 0.80

Volume di invaso			
Superficie intervento		0,13	ha
Volume minimo specifico di invaso – Area A		800	m ³ /ha,imp
Volume laminazione metodo sole piogge	Wf	70,1	m ³
Volume minimo Wm	Wm	85,7	m3
Volume di progetto da Area A Da laminare o infiltrare	Wp	85,7	m3

Zona 2

Superficie intervento 993,0 m² Coefficiente afflusso medio ponderale ϕ_l 0.73

Volume di invaso			
Superficie intervento		<u>0,1</u>	ha
Volume minimo specifico di invaso – Area A		<u>800</u>	m ³ /ha,imp
Volume laminazione metodo sole piogge	Wf	37,0	m³
Volume minimo Wm	Wm	58,0	m3
Volume di progetto da laminare da Area A	Wp	58,0	m3

7. Ipotesi progettuale di invarianza idraulica per la zona 1 (Soluzione 1) - dimensionamento dei pozzi perdenti

In relazione all'assetto geomorfologico del sito si valuta la realizzazione per la **zona 1** di pozzi di infiltrazione. Si considera nel seguito anche la realizzazione di una vasca di laminazione per ognuna delle aree.

La natura del terreno e la profondità della falda sono tali da ipotizzare la dispersione del carico idrico in profondità con pozzi perdenti, seppure condizionata da alcuni aspetti di seguito esplicitati.

Si considera un pozzo perdente di profondità di 4 m da pc piazzale, in modo da mantenere una distanza dal livello freatico di almeno 1 m, con altezza filtrante massima 2.5 m alloggiata all'interno del deposito ghiaioso sabbioso limoso morenico. Il valore di conducibilità idraulica considerato tiene conto di un'aliquota di componente limosa tipica dei depositi morenici, maggiore di quella effettivamente riscontrata.

Il progetto di invarianza idraulica ed idrologica prevede di sfruttare i volumi dei pozzi perdenti come vasche di laminazione e verificarne lo svuotamento entro 48 ore come richiesto dal Regolamento Regionale.

I pozzi perdenti sono 7 di diametro 200 cm e altezza 400 cm e serviranno allo smaltimento delle acque bianche.

Dr. Geologo Giovanni Bembo - Dr. Geologa Loredana Zecchini

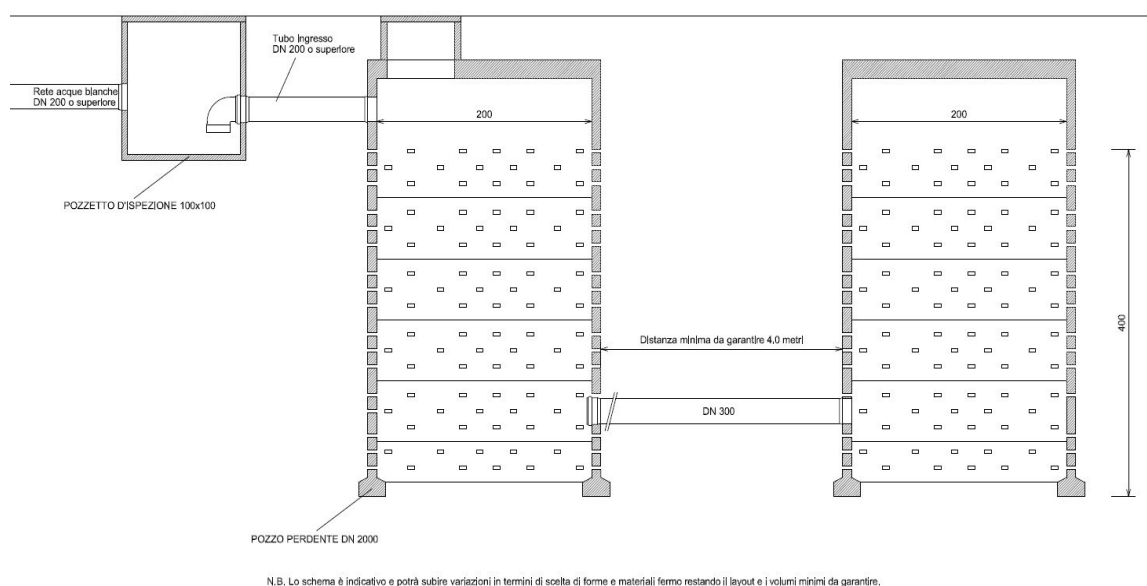
- STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA APPLICATA ED AMBIENTALE -

25084 Bogliaco di Gargnano (Bs) Via Trieste 45 - Tel./ Fax - 0365 79 10 70

Lo schema idraulico prevede che le acque meteoriche confluiscono nei pozzi perdenti prima di essere transitate attraverso pozzetti dissabbiatori realizzati all'interno degli stessi pozzetti di raccolta (griglie e caditoie).

Prima dell'ingresso nei pozzi perdenti è poi presente un pozzetto d'ispezione.

Si riporta di seguito uno schema di massima .



Sezione schematica di collegamento fra due pozzi perdenti

Verifica vaso di laminazione

La realizzazione di 7 pozzi perdenti di diametro netto 2 metri e altezza 4,0 metri soddisfa la richiesta normativa di avere un vaso di laminazione di almeno 85 mc:

$$W = 7 \times 1^2 \times 4,0 = 91,0 \text{ mc}$$

Verifica sistema di dispersione e del tempo di svuotamento

Il dimensionamento del pozzo perdente è stato eseguito considerando la capacità dispersiva del terreno desunto dalle indagini condotte e con il volume d'acqua da disperdere calcolato al capitolo precedente (w_f).

Per il calcolo della dispersione del pozzo perdente non esistono norme precise a cui fare riferimento ma ci si è basati su quanto contenuto in letteratura;

La capacità d'infiltrazione può essere stimata con la legge di Darcy:

$$Q_f = K \cdot J \cdot A$$

con:

J cadente piezometrica [m/m]
A superficie netta d'infiltrazione [m²]
K permeabilità [m/s]

Si assume in sicurezza per la cadente piezometrica valore unitario.

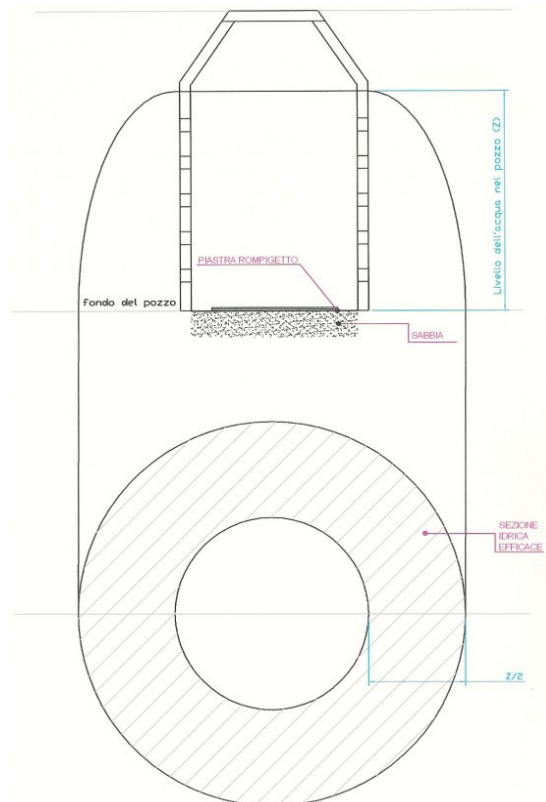
Per la permeabilità del terreno si assume un valore di permeabilità del suolo K pari a $1,0 \times 10^{-5}$ m/s.

Tale valore, in considerazione della natura geologica del sottofondo è conforme a quanto precedentemente espresso e contenuto nella relazione geologica e in base a valori presenti in letteratura:

Permeabilità di alcuni suoli tipici (Francani 1988)

TIPO DI SUOLO	K (M/S)	TIPO DI PERMEABILITÀ
Ciottoli, ghiaia (senza elementi fini)	$>10^{-2}$	elevata
Sabbia, sabbia e ghiaia	$10^{-2} \div 10^{-5}$	buona
Sabbia fine, limo, argilla con limo e sabbia	$10^{-5} \div 10^{-9}$	cattiva
Argilla omogenea	$10^{-9} \div 10^{-11}$	impermeabile

La superficie d'infiltrazione viene assunta come la superficie orizzontale drenante effettiva, calcolabile come quella di un anello di larghezza $z/2$, dove z è l'altezza del pozzo (in questo caso, non tiene conto sulla capacità drenante del fondo del pozzo, per via della sua possibile occlusione)



Pertanto per quanto riguarda il singolo pozzo perdente la superficie d'infiltrazione è pari a:

$$A = \pi \cdot \left(r + \frac{z}{2}\right)^2 - \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 3^2 - \pi \cdot 1^2 = 25,12 \text{ m}^2$$

e la capacità d'infiltrazione Q_f è pari a $0,0002512 \text{ m}^3/\text{s}$ ($0,2512 \text{ l/s}$),

il volume massimo infiltrabile in 48 ore è, per ogni singolo pozzo:

$$w_i = Q_f \cdot D = 0,0002512 \cdot 48 \cdot 3600 = 43,40 \text{ mc}$$

E il volume massimo infiltrabile in 48 ore totale è di:

$$W_i = 7 \times Q_f \times D = 7 \times 0,0002512 \times 48 \times 3600 = 303,9 \text{ mc} > 86 \text{ mc}$$

La verifica risulta pertanto ampiamente soddisfatta; considerando che i pozzi dovranno essere installati ad una distanza reciproca di almeno 4m, si stima un spazio necessario di circa 6 x 20 per 4 m di profondità. In alternativa, in relazione agli spazi necessari per l'installazione e la vicinanza all'edificio con piano interrato, si è proceduto nel seguito alla valutazione della posa di una vasca di laminazione.

8. Stima dei tempi di svuotamento delle vasche di laminazione (Zona 1 - Zona 2) e conclusioni

Per quanto attiene allo scarico nel recettore finale, in questo caso collettore delle acque bianche è necessario considerare il limite della portata di 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile. Si effettua il calcolo per ogni zona considerata.

Zona 1 - Ipotesi vasca di laminazione - portata specifica ultima uscente $u_{ult} = 1.071$ l/s di scarico.

Fissato il volume nella vasca di laminazione pari a circa $V=86$ mc, e considerando uno svuotamento per portata costante si ottiene un tempo di svuotamento (a portata costante) pari a circa :

Laminazione			
Tipologia di svuotamento	<i>Portata costante</i>		
Portata uscente	Q_u	<i>1.071</i>	l/s
Tempo di svuotamento massimo		<i>48,0</i>	h
Tempo di svuotamento dell'invaso	t_{sv}	<i>22,2</i>	h
VERIFICA			<i>Positiva</i>

$$t_{sv} = (86 \text{ mc} \times 1000 \text{ l/mc}) / 1.071 \text{ l/s} = 80299 \text{ sec} = \mathbf{22.3 \text{ h}}$$

inferiore al limite di $t_{max} = 48$ h stabilito dalla Normativa quale limite massimo di tempo entro il quale si deve avere lo svuotamento completo della vasca.

Zona 2 - Vasca di laminazione - portata specifica ultima uscente $u_{ult} = 0.725$ l/s di scarico.

Fissato il volume nella vasca di laminazione pari a circa $V=58$ mc, e considerando uno svuotamento per portata costante si ottiene un tempo di svuotamento (a portata costante) pari a circa :

Laminazione			
Tipologia di svuotamento	<i>Portata costante</i>		
Portata uscente	Q_u	<i>0.725</i>	l/s

Dr. Geologo Giovanni Bembo - Dr. Geologa Loredana Zecchini

- STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA APPLICATA ED AMBIENTALE -

25084 Bogliaco di Gargnano (Bs) Via Trieste 45 - Tel./ Fax - 0365 79 10 70

Tempo di svuotamento massimo		48,0	h
Tempo di svuotamento dell'invaso	t _{sv}	22,2	h
VERIFICA			Positiva

$$t_{sv} = (58 \text{ mc} \times 1000 \text{ l/mc}) / 0.725 \text{ l/s} = 80000 \text{ sec} = \mathbf{22.2 \text{ h}}$$

inferiore al limite di t max= 48 h stabilito dalla Normativa quale limite massimo di tempo entro il quale si deve avere lo svuotamento completo della vasca.

Portata uscente totale

In conclusione la somma delle portate uscenti da ogni ambito complesso comportano una portata totale uscente inferiore al limite imposto dalla normativa (10 l/s). Dovrà comunque essere effettuata una verifica presso il gestore per confermare i limiti di normativa ovvero la presenza di valori di portata differenti.

Calcolo della portata uscente totale

Zona	Vlam (mc)	Portata uscente (l/s)
Zona 1	85.7-86	1.071
Zona 2	58	0.725
Portata totale uscente	1.796 l/s < 10 l/s (limite di normativa)	

Eventuali volumi per uso irriguo

Come previsto dall'art. 11 il volume richiesto ai fini dell'invarianza idraulica deve essere aggiuntivo rispetto a quello eventuale ad uso domestico/irriguo che si volesse immagazzinare nella medesima vasca.

Lo schema prevede che le acque non confluiscono nella vasca di laminazione prima di essere transitate in un pozzetto dissabbiatore.

I volumi sono distinti come segue:

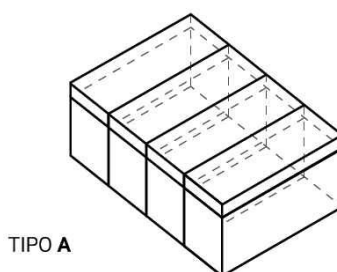
-un volume da utilizzare a richiesta per usi domestici immesso in rete attraverso una pompa sommersa;

-il volume di laminazione che potrà essere scaricato a gravità con uno scarico di fondo o con pompa sommersa.

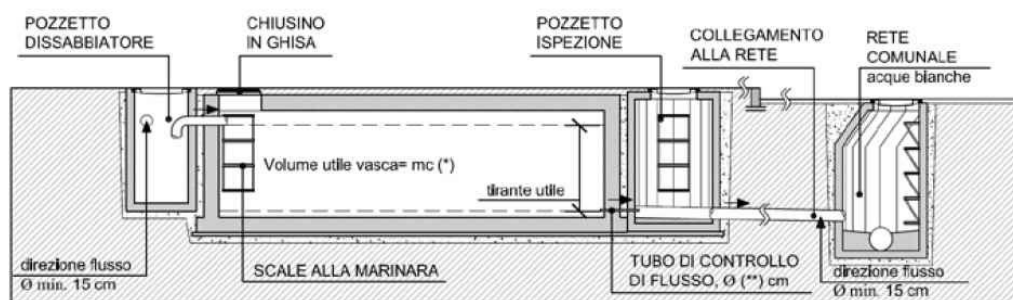
Considerato che il volume di laminazione deve sempre essere disponibile in occasione di ogni nuovo evento di precipitazione, l'eventuale volume ad uso irriguo dovrà essere ricavato al di sotto della quota dello scarico di fondo della vasca di laminazione.

Nella parte superiore è poi presente uno scarico di troppo pieno.

Per la tipologia di vasca è possibile la messa in opera di strutture prefabbricate e modulari.



Si riporta di seguito uno schema delle opere in sezione estratto dal Regolamento Regionale n°7/2017 :

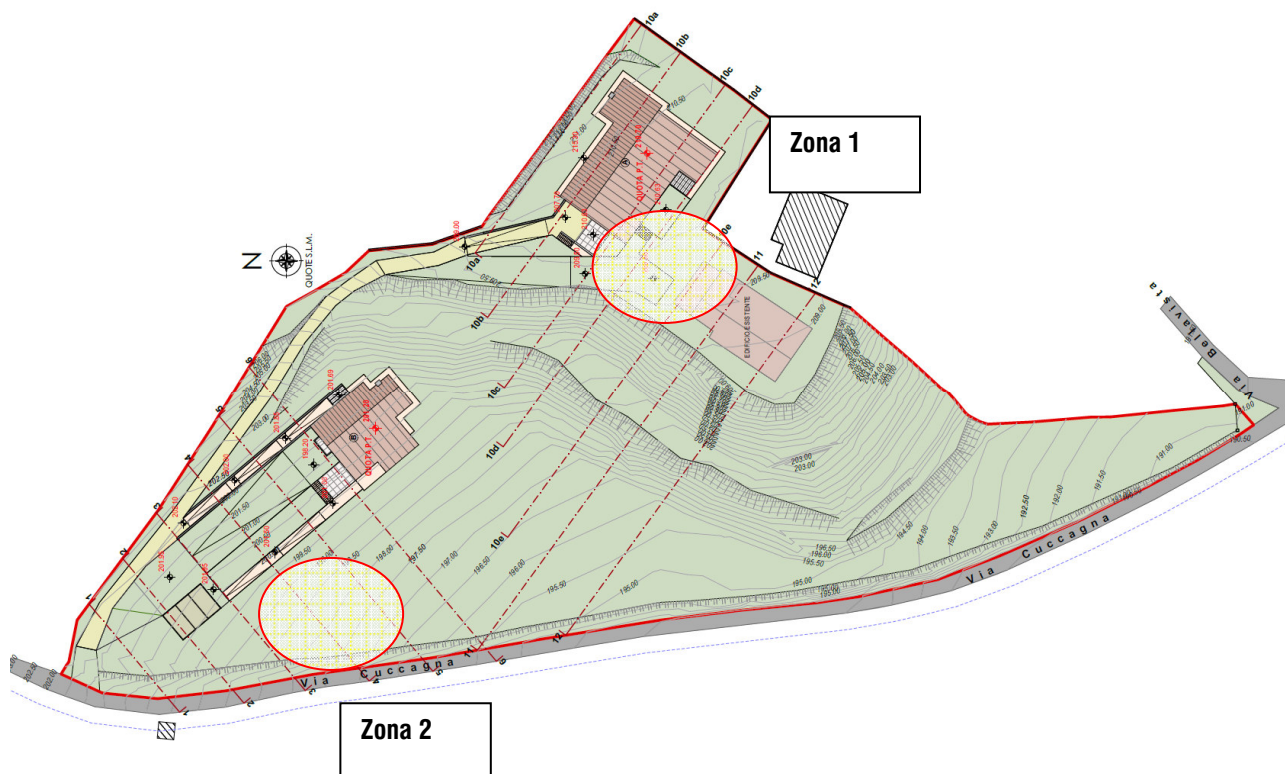


Schema tipo opere di invarianza idraulica

Si rimanda, tuttavia, alla tavola progettuale relativa allo schema finale dei sottoservizi per la definizione dei punti di scarico nella rete idrica.

Si riporta di seguito la planimetria di progetto con proposta di ubicazione delle vasche di laminazione.

In relazione alla posizione definitiva della vasca in seno al ripiano superiore della zona 1, si raccomanda la ricostruzione e stabilizzazione della pendice eventualmente interessata da scavi (es posizionamento vasca o posa di collettore di scarico delle acque, al fine di garantire a lungo termine la stabilità dei paramenti. In caso di realizzazione dei pozzi si consiglia l'installazione almeno ad una distanza maggiore di 5-6 m (per la presenza del piano interrato) dall'edificio. Analogamente dovrà essere garantita la stabilità del paramento della pendice.



Dott. Geol. Giovanni Bembo

Dott. Geol. Loredana Zecchini

Dr. Geologo Giovanni Bembo - Dr. Geologo Loredana Zecchini

- STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA APPLICATA ED AMBIENTALE -

25084 Bogliaco di Gargnano (Bs) Via Trieste 45 - Tel./ Fax - 0365 79 10 70