

Studio di Geologia - Dott. Geol. Luigi Renna - Dott. Geol. Niccolò Crestana
Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 349 2936733 - 347 9428449
mail: renna@crestanasrls.com - crestana@crestanasrls.com

COMUNE DI POZZOLENGO

PROVINCIA DI BRESCIA
Regione Lombardia

PIANO DI LOTTIZZAZIONE AT-R7, IN VIA MONZAMBANO

RELAZIONE IDROGEOLOGICA ED IDRAULICA

ai sensi del R.R. n°8 del 19 Aprile 2019 (D.G.R. XI/1516 del 15/04/2019) “*Disposizioni sull’applicazione dei principi di **invarianza idraulica ed idrologica**. Modifiche al R. R. 23 novembre 2017, n° 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n° 12 “Legge per il governo del territorio”*)

Committente: *Caiola Costruzioni S.r.l.*

Data:

08 Maggio 2024

I Tecnici:

Dott. Geol. Niccolò Crestana

Ordine dei Geologi della Lombardia n°1691

Dott. Geol. Luigi Renna

Ordine dei Geologi della Lombardia n°1667



INDICE

1. PREMESSA	3
1.1 Riferimenti Normativi.....	3
2. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEL SITO	4
2.1 Inquadramento Geologico.....	4
2.2 Caratteri Idrogeologici locali.....	6
2.3 Permeabilità dei terreni.....	8
2.4 Rete Idrografica locale.....	8
2.5 Piano di Gestione Rischio Alluvioni.....	9
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE - DATI DIRETTI	10
4. PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA	11
4.1 Localizzazione dell'intervento.....	11
4.2 Individuazione delle superfici impermeabili di progetto.....	13
4.3 Definizione del coefficiente medio ponderale e del requisito minimo richiesto.....	14
4.4 Calcolo del volume di laminazione - Procedura dettagliata (Metodo Razionale).....	15
5. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI LAMINAZIONE E DISPERSIONE	18
5.1 Dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche.....	18
6. PIANO DI MANUTENZIONE DEL SISTEMA DI INVARIANZA IDRAULICA	21
6.1 Operazioni di manutenzione straordinaria.....	21
6.2 Operazioni di manutenzione ordinaria.....	22
7. CONCLUSIONI	23

1. PREMESSA

Su incarico conferito da *Caiola Costruzioni S.r.l.*, è stata redatta una Relazione Tecnica a carattere idrogeologico, relativa la definizione degli interventi atti a garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica, in merito al Piano di lottizzazione AT-R7, in Via Monzambano, nel Comune di Pozzolengo (BS).

Lo studio viene eseguito in ottemperanza a quanto prescritto dal **R.R. n°8 del 19 Aprile 2019** (D.G.R. XI/1516 del 15/04/2019) *“Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al R. R. 23 novembre 2017, n° 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n° 12 “Legge per il governo del territorio”)*.

Il presente elaborato tiene conto, inoltre, di quanto disposto dalla normativa nazionale (D.Lgs. 3 aprile 2006 n° 152), da quella regionale (R.R. 4 del 24/03/2006) e quanto previsto dalla Provincia di Brescia (Area ambientale-Servizio Acqua e Suolo) in materia di rilascio delle autorizzazioni agli scarichi sul suolo e nei primi strati del sottosuolo.

Per la verifica della fattibilità dell'opera di progetto ci si attiene alla D.G.R. 30 Novembre 2011 – n° IX/2616 *“Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio”*.

1.1 Riferimenti Normativi

- R.R. n°8 del 19 Aprile 2019 *“Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al R. R. 23 novembre 2017, n° 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n° 12 “Legge per il governo del territorio”)*
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 *“Norme in materia ambientale”* con riferimento alla Parte Terza *“Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche”* - Sezione II *“Tutela delle acque dall'inquinamento”*
- R.R. n°4 del 24 Marzo 2006 *“Disciplina dello smaltimento delle acque meteoriche e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26”*
- D.G.R. 30 Novembre 2011 – n° IX/2616 *“Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n° 12”, approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n° 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n° 8/7374”*
- D.G.R. 19 Giugno 2017 – n° X/6738 *“Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po”*
- Associazione Geotecnica Italiana *“Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche in sito”* (1977).

2. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEL SITO

Nel presente capitolo viene redatto, un inquadramento idrografico ed idrogeologico mirato propedeutico alla parametrizzazione tecnica dello studio di invarianza idraulica ed idrologica del progetto.

2.1 Inquadramento Geologico

L'area di progetto si colloca immediatamente ad Est dei rilievi morenici di Monte Roccofino, al di sopra del quale sorge l'abitato storico di Pozzolengo. Nello specifico il lotto d'interesse ricade in un contesto da debolmente a mediamente inclinato in direzione E-SE e ad una quota altimetrica compresa tra circa 106 e 114 m s.l.m..

Dal punto di vista geologico il territorio di Pozzolengo si colloca entro il Basso Garda Bresciano, nell'ambito dell'anfiteatro morenico del Garda, caratterizzato da un complesso ambiente deposizionale di origine glaciale formatosi a seguito del verificarsi di fasi glaciali e interglaciali susseguitesi in epoca Quaternaria. Nonostante da parte di diversi autori non esista uniformità di classificazione delle cerchie moreniche con le singole glaciazioni, le cerchie più interne sono ricondotte alla fase glaciale di età *Würmiana* mentre quelle più esterne sono attribuite alla fase di età *Rissiana*.

La geologia del territorio in esame è caratterizzata dalla presenza di depositi morenici che costituiscono le cerchie dell'anfiteatro gardesano; inoltre, si riscontrano depositi fluvioglaciali e depositi di natura alluvionale recenti, che caratterizzano le valli intermoreniche. La successione stratigrafica delle unità presenti nel territorio in oggetto è rappresentata prevalentemente da terreni riferibili al Quaternario.

I depositi morenici di cordone formano le cerchie moreniche e rappresentano, i fronti di massima espansione glaciali, in corrispondenza dei quali si aveva l'accumulo caotico dei materiali trasportati dal ghiacciaio. Essi sono rappresentati in prevalenza da materiali eterogenei con uno scheletro grossolano costituito da ghiaie e sabbie in matrice fine limoso argillosa, in percentuale molto variabile. Possono essere presenti depositi più francamente limoso argillosi con presenza subordinata di sabbie e ghiaie. Frequentemente si rinvencono grossi ciottoli e grossi trovanti poligenici. Da un punto di vista pedologico si hanno suoli argilloso-limosi che possono localmente risultare ben sviluppati ed assumere spessori fino a valori di qualche metro.

I depositi fluvioglaciali affiorano lungo le depressioni o valli fluvioglaciali e rappresentano l'ambito di deposizione di materiali di tipo glacio-alluvionale con sequenze maggiormente selezionate da un punto di vista idraulico. Sono contraddistinti in superficie da depositi ghiaioso-sabbiosi e/o talora da depositi limoso-sabbiosi. Tali depositi occupano i settori sub-pianeggianti interposti tra le diverse cerchie moreniche, talora possiedono estensione limitata e andamento meandriforme. In questa porzione del territorio di Pozzolengo, sono rappresentati prevalentemente da terreni ghiaioso-sabbiosi con in subordine frazione limoso-sabbiosa. I depositi fluvioglaciali lungo le aree più depresse sono stati nel tempo rielaborati dai corsi d'acqua olocenici ed attuali.

Lungo alcuni tratti del reticolo idrico possono essere riscontrati depositi alluvionali olocenici e recenti costituiti da terreni fini limoso-sabbiosi debolmente argillosi. In corrispondenza degli stagni e delle zone dove i corsi d'acqua tendono ad impaludarsi si hanno aree di pertinenza dei depositi torbosi.

L'area oggetto d'indagine rientra in un ambito morenico, in cui affiorano depositi glaciali appartenenti all'Unità di Solferino (**Fig. 1**) Questi si presentano prevalentemente massivi per lo più a supporto clastico e localmente a supporto di matrice argilloso-limosa.

Nell'ambito del complesso modello deposizionale morenico è possibile riscontrare eterogeneità litologiche con variazioni nel contenuto di frazione fine che risultano talora molto accentuate anche in zone contigue. È possibile riscontrare quindi settori con litologia più francamente limoso-argillosa e in questi casi i depositi glaciali assumono tipica colorazione grigia (più argillosa) o color ocra-nocciola (più limosa).

A tal proposito si specifica che l'assetto lito-stratigrafico dell'area d'interesse, ipotizzato all'interno del presente elaborato, dovrà necessariamente essere verificato mediante la realizzazione di specifiche indagini geognostiche in sito (Sondaggi geognostici e/o prove penetrometriche), che verifichino puntualmente le caratteristiche geotecniche dei terreni di appoggio e i loro rapporti stratigrafici in termini di spessori e variabilità laterale.

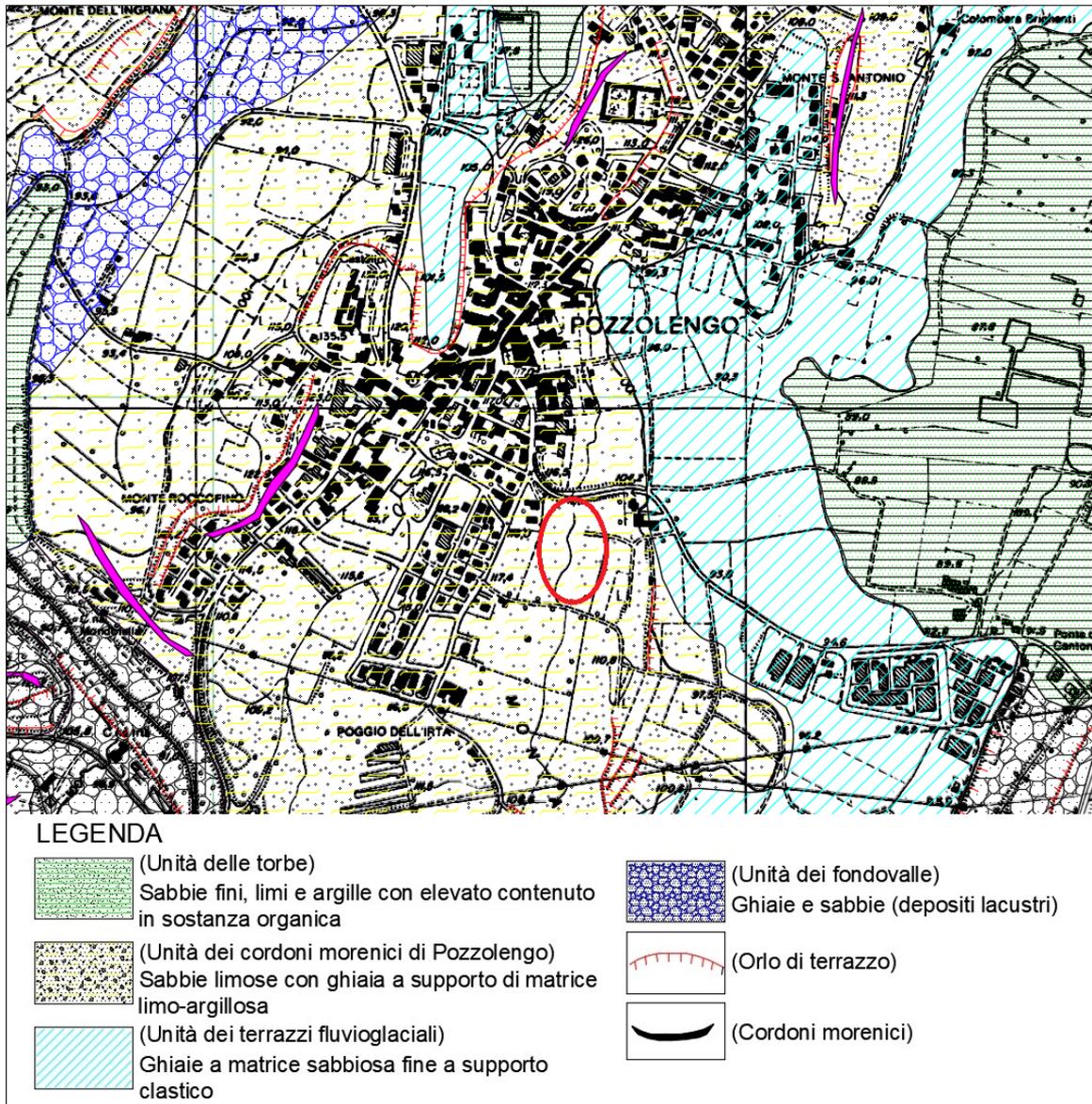


Fig. 1 - Stralcio della "Carta della litologia di superficie" (Tav. 1), allegata allo Studio Geologico del P.G.T. comunale, con ubicazione dell'area d'interesse.

2.2 Caratteri Idrogeologici locali

L'assetto idrogeologico del territorio di Pozzolengo è legato alla circolazione idrica sotterranea che si instaura in funzione della permeabilità delle unità litologiche sopra descritte e ai loro rapporti stratigrafici. Nell'area in esame, il modello idrogeologico di riferimento è caratterizzato da acquiferi superficiali sospesi, discontinui e poco produttivi che circolano all'interno di lenti a granulometria più grossolana, presenti superficialmente nei depositi di origine glaciale. La falda superficiale, caratteristica dell'area oggetto di indagine, posta a pochi metri di profondità dal piano campagna, è di tipo freatico superficiale, delimitata alla base dai depositi glaciali impermeabili o semimpermeabili, spesso ricchi di frazione argilloso-limoso; essa è alimentata essenzialmente dall'infiltrazione diretta delle acque meteoriche.

Inoltre, non si esclude che le acque di infiltrazione meteorica possano alimentare, specialmente durante periodi di intense e prolungate precipitazioni, falde superficiali discontinue e/o sospese, a partire da circa -2,0/-3,0 m dal p.c., circolanti all'interno dei depositi glaciali superficiali, delimitati alla base da depositi a minore permeabilità.

Pertanto, durante l'esecuzione delle indagini geognostiche propedeutiche alla realizzazione delle future opere progettuali, si consiglia di verificare l'eventuale presenza di acquiferi superficiali, mediante l'installazione di tubi piezometrici per il monitoraggio dei livelli di falda, e di adottare di conseguenza in fase esecutiva congrue scelte progettuali.

In profondità sono presenti falde confinate o semiconfinate contenute negli acquiferi ghiaioso-sabbiosi o ghiaioso-conglomeratici compresi tra intervalli prevalentemente argillosi della sequenza glaciale. Nel territorio in esame le falde profonde sono contenute al di sotto di livelli argilloso-limosi, a profondità di oltre 60,0/80,0 m dal p.c., e risultano possedere un discreto grado di artesianesimo. Esse risultano avere un'alimentazione di tipo distale, non direttamente collegata alle precipitazioni meteoriche.

Il grado di Vulnerabilità delle acque sotterranee, così come indicato all'interno della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del P.G.T. del Comune di Pozzolengo (**Fig. 2**), risulta medio, in funzione soprattutto della soggiacenza della falda ipotizzata a profondità maggiori di 5,0 m dal p.c..

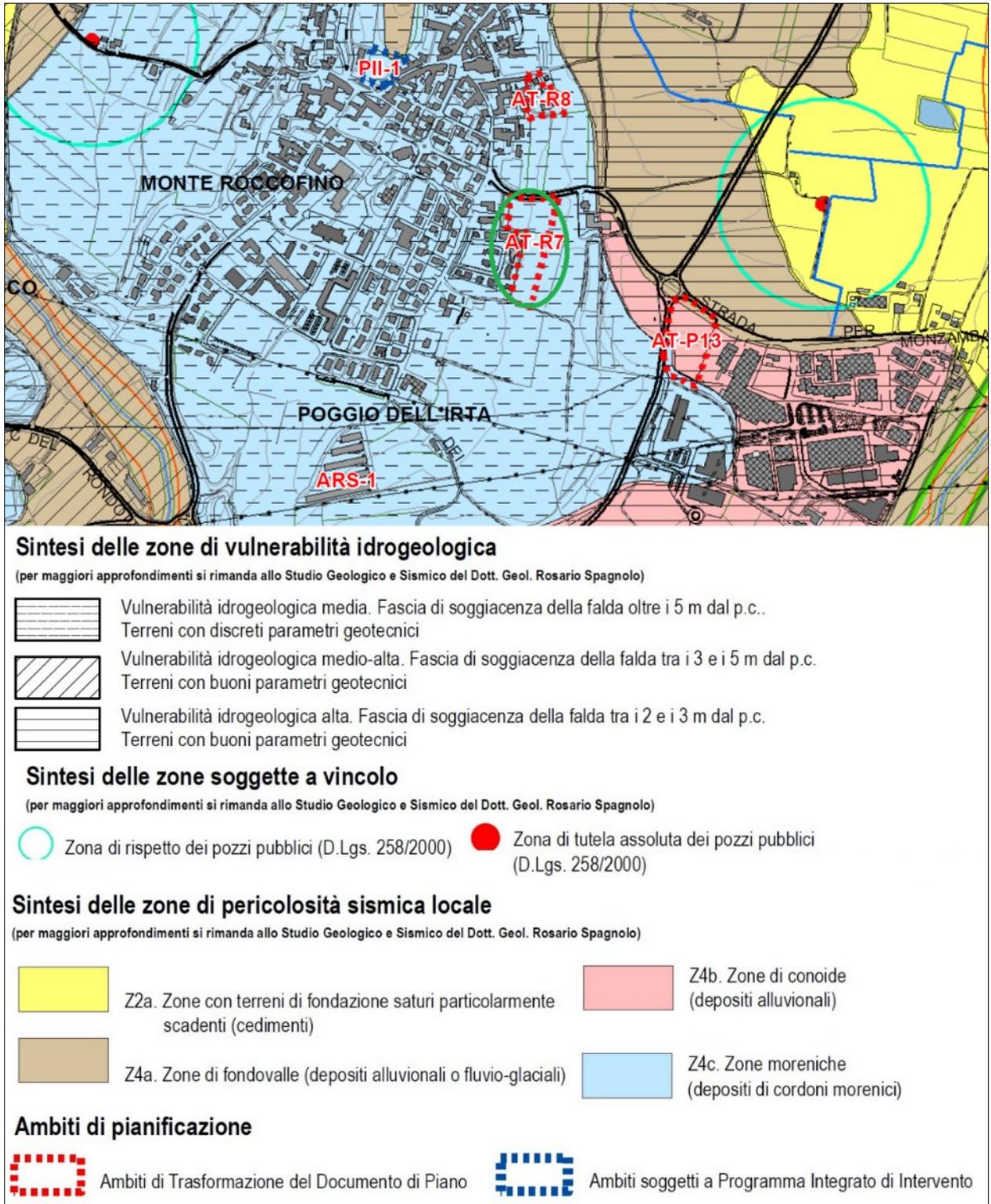


Fig. 2 - Stralcio della "Carta di Sintesi della Pericolosità Sismica, Vulnerabilità Idrogeologica e Reticolo Idrico" (Tav. 13a), allegata allo Studio Geologico del P.G.T. comunale, con ubicazione dell'area d'interesse.

2.3 Permeabilità dei terreni

La circolazione idrica sotterranea dell'area di progetto è in funzione della permeabilità delle unità idrogeologiche presenti. In merito, il lotto d'interesse è costituito in superficie da depositi glaciali, permeabili per porosità, caratterizzati da una permeabilità complessivamente medio-bassa, con sequenze limoso-sabbiose-argillose che limitano notevolmente la filtrazione idrica verticale.

Per la stima dei valori di permeabilità k sono stati reperiti dati sia da letteratura, riguardanti le caratteristiche di permeabilità dei terreni, sia da stratigrafie di alcuni pozzi terebrati in aree limitrofe a quella di studio.

In tali terreni i valori del coefficiente di permeabilità risultano variabili, passando da sequenze in prevalenza limoso sabbiose maggiormente permeabili ($k=1,0 \cdot 10^{-4} / 1,0 \cdot 10^{-5}$) a sequenze ricche di frazione limoso-argillosa che ne riducono drasticamente la permeabilità ($k=1,0 \cdot 10^{-7} / 1,0 \cdot 10^{-8}$). Ne consegue che, sulla base dei dati bibliografici raccolti, ai terreni presenti all'interno dell'area d'interesse, possono essere attribuiti valori di permeabilità medio-bassi (compresi tra $1,0 \times 10^{-6}$ e $1,0 \times 10^{-5}$ m/s) con mediocri capacità di drenaggio.

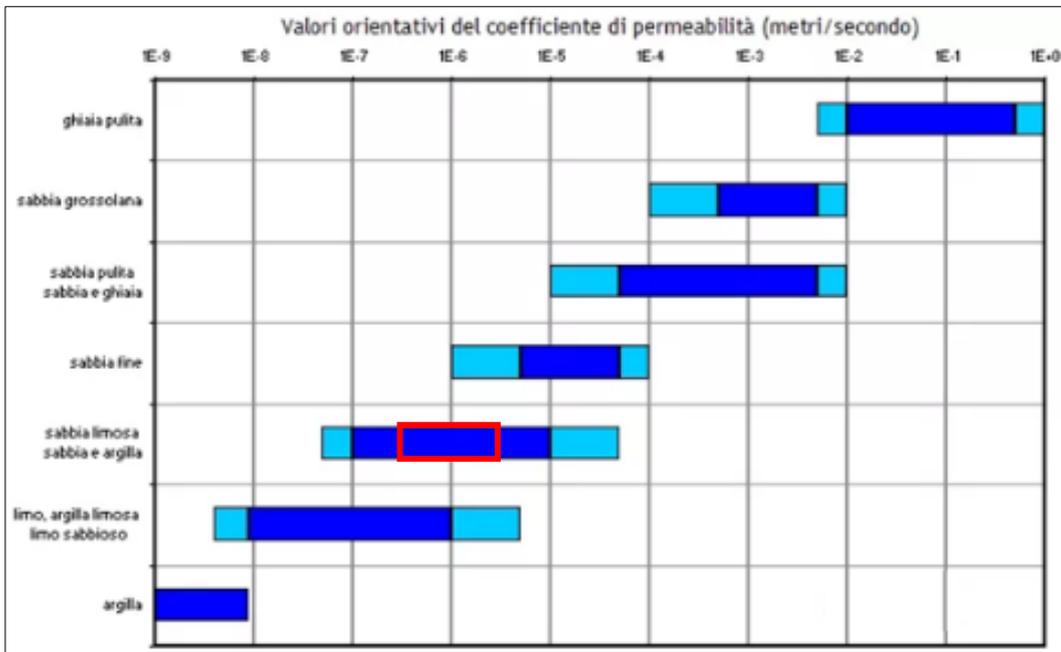


Fig. 3 - Valori indicativi del coefficiente di permeabilità.

2.4 Rete Idrografica locale

La rete idrografica superficiale nelle aree moreniche, e nei settori limitrofi ad esse, è solitamente poco sviluppata, con presenza di rari impluvi che fungono da vettori per le acque meteoriche di scorrimento superficiale. I corsi d'acqua di maggiore importanza possiedono un andamento irregolare, prendono origine dalla base dei versanti collinari, raccolgono le acque delle aste idriche minori e afferiscono al reticolo idrografico del Fiume Mincio che scorre ad Est del territorio comunale di Pozzolengo.

L'idrografia del territorio è di fatto poco articolata e subordinata interamente alla presenza della Fossa Redone ed ai suoi differenti rami. Si tratta di un corso d'acqua con andamento irregolare, a tratti meandriforme in funzione della debole pendenza dell'alveo.

Nella Fossa Redone confluiscono, mediante fossi e corsi d'acqua minori, i deflussi superficiali del territorio comunale, secondo linee di drenaggio poco accentuate.

Nello specifico, il deflusso idrico superficiale entro l'area di indagine ed in quelle limitrofe avviene essenzialmente per spaglio superficiale e tramite i collettori idrici a servizio degli edifici a destinazione residenziale presenti nelle immediate vicinanze dell'area di progetto. All'interno della proprietà oggetto d'intervento non si segnalano inoltre zone soggette a problematiche di tipo idraulico.

L'area progettuale non risulta interessata da alcun corso d'acqua e non rientra in alcuna fascia di tutela per essi istituita.

Per quanto riguarda il reticolo idrografico superficiale, l'area progettuale, come riportato nella "Carta dei Vincoli e Fasce di Rispetto: Sud" (Tav. DP 4 Sud – Febbraio 2019), non risulta interferire con alcun elemento del reticolo idrografico e non rientra all'interno delle fasce di tutela per essi istituite.

2.5 Piano di Gestione Rischio Alluvioni

Il **Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)** è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana, in particolare dal D.Lgs. n. 49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali. Esso deve essere predisposto a livello di distretto idrografico.

Per **alluvione** si intende qualsiasi evento che provoca un allagamento temporaneo di un territorio non abitualmente coperto dall'acqua, purché direttamente imputabile a cause di tipo meteorologico. Per il Distretto Padano, cioè il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d'acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente fino allo sbocco in mare, è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (PGRA-Po).

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

I dati in termini di pericolosità e di rischio da alluvione, in attuazione a quanto disposto dal D.Lgs. 49/2010 e dai successivi indirizzi del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare, come previsti nell'ultimo Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (Revisione 2022), evidenziano l'assenza di limitazioni derivanti da quanto previsto dalla D.G.R. X/6738 del 19/06/2017 vigente in materia (nessun scenario di pericolosità e rischio).

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE - DATI DIRETTI

A supporto della presente relazione tecnica, è stato redatto un **modello stratigrafico** medio del sito di progetto, utilizzando i dati derivanti dallo Studio Geologico allegato al P.G.T. e quindi dalle stratigrafie di alcuni Pozzi terebrati in contesti geologici omologhi a quello in cui ricade l'area oggetto di studio.

L'area di progetto, come sopra riportato, afferisce ad un ambito di versante da debolmente a moderatamente inclinato, contraddistinto dalla presenza di depositi glaciali costituiti da miscele di limo-sabbia-ghiaia generalmente ben addensati.

Secondo quanto riportato nello Studio Geologico del PGT comunale, e alle informazioni reperite dalle stratigrafie di alcuni pozzi, è possibile ipotizzare che l'area di progetto sia caratterizzata da depositi glaciali con buone caratteristiche geotecniche. Inoltre, l'area di studio potrebbe essere caratterizzata da terreni vegetali rimaneggiati e/o di riporto o comunque rimaneggiati, in relazione ad interventi di regolarizzazione della topografia.

In generale, su tutto il lotto è possibile supporre che l'area d'interesse sia caratterizzata dalla presenza di un primo strato superficiale costituito da Terreno vegetale, a tratti con materiale rimaneggiato e/o con terreni di riporto (Unità S), di spessore variabile da un minimo di 0,5 m ad un massimo di 1,0/2,0 m dal p.c..

Oltre si riscontra una seconda unità geotecnica rappresentativa dei Depositi Glaciali (Unità G).

La stratigrafia presunta viene di seguito riassunta:

MODELLO LITO-STRATIGRAFICO - Via Monzambano - Pozzolengo (BS)		
Unità geologica	Descrizione litologica	Gradi di permeabilità ipotizzato
Unità S - Terreno vegetale	Limi sabbiosi con ciottoli e/o terreno rimaneggiato / riportato	Basso
Unità G - Depositi Glaciali	Depositi morenici di cordone, ghiaioso-sabbiosi con ciottoli, immersi in matrice limoso-argillosa	Medio-Basso

In base ai dati di letteratura consultati, e a quelli reperiti da precedenti indagini, si segnala la possibile presenza della **falda acquifera superficiale** in corrispondenza di tutta l'area oggetto di studio, con livello acquifero superficiale ipotizzato a partire da circa -3,0/-4,0 m dal piano campagna generale.

Pertanto, si ritiene opportuno, durante l'esecuzione delle indagini geognostiche, di verificare l'eventuale presenza di acquiferi superficiali mediante l'installazione di tubi piezometrici per il monitoraggio dei livelli di falda, e di adottare di conseguenza in fase esecutiva congrue scelte progettuali.

Inoltre, si prescrive che a supporto delle nuove opere di invarianza progettuali, dovranno essere predisposte specifiche indagini idrogeologiche (prove di permeabilità), che verifichino puntualmente le caratteristiche idrogeologiche dei terreni in sito, nonché il loro grado di permeabilità. Le informazioni ricavate da tali indagini consentiranno il corretto dimensionamento dei sistemi di infiltrazione delle acque meteoriche progettuali (pozzi perdenti).

4. PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA

Per l'applicazione di quanto richiesto dalla normativa vigente, la presente relazione definisce le modifiche all'assetto idrologico esistente indotte dalle trasformazioni in progetto, al fine di prevenire e mitigare i fenomeni di esondazione e dissesto idrogeologico, provocati dall'impermeabilizzazione dei suoli garantendo il principio di invarianza idraulica.

Il progetto preliminare di invarianza idraulica a corredo delle opere edificatorie per cui è richiesto il titolo abilitativo è stato articolato nelle seguenti fasi:

1. Localizzazione dell'intervento con definizione delle criticità esistenti
2. Individuazione delle superfici impermeabili di progetto
3. Definizione del coefficiente medio ponderale
4. Verifiche idrologiche locali e stima del bilancio idrologico
5. Definizione della superficie di invaso richiesta
6. Proposte di dispersione delle acque all'interno della proprietà

4.1 Localizzazione dell'intervento

Il nuovo piano di lottizzazione di progetto, identificato dal *Mappale n° 418 del Foglio 21* è ubicato in Via Monzambano, nella porzione sud-orientale del territorio comunale di Pozzolengo (**Fig. 4**).



Fig. 4 - Individuazione dell'area oggetto d'interesse su mappa catastale e su immagine da satellite (fonti Viewer Geografico Regione Lombardia).

Il lotto d'interesse, in particolare, è individuato nella CTR RL (*Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia*) alla scala 1:10.000 nella tavola E6a4 e possiede, nel punto mediano, le seguenti coordinate geografiche (Gauss-Boaga): 5028768 latitudine N - 1627698 longitudine E.



Fig. 5 - Individuazione dell'area di interesse progettuale su aerofotogrammetrico.

Ai sensi della D.G.R. del 20 novembre 2017, n. 7372, e successive modifiche (Aprile 2019), il territorio Lombardo è stato suddiviso in tre ambiti in cui sono inseriti i Comuni, in base alla criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori. Ad ogni Comune è associata una criticità: A -alta criticità, B -media criticità, C -bassa criticità (Fig. 6). Il territorio di Pozzolengo ricadrebbe nella classe di criticità media (criticità B). Tuttavia, gli interventi di progetto rientrano all'interno delle Aree di Trasformazione del PGT comunale, pertanto, secondo l'art. 5 comma 7 del regolamento n° 7/2017, si ritiene di assegnare all'area di studio una classe di criticità alta (Area A).

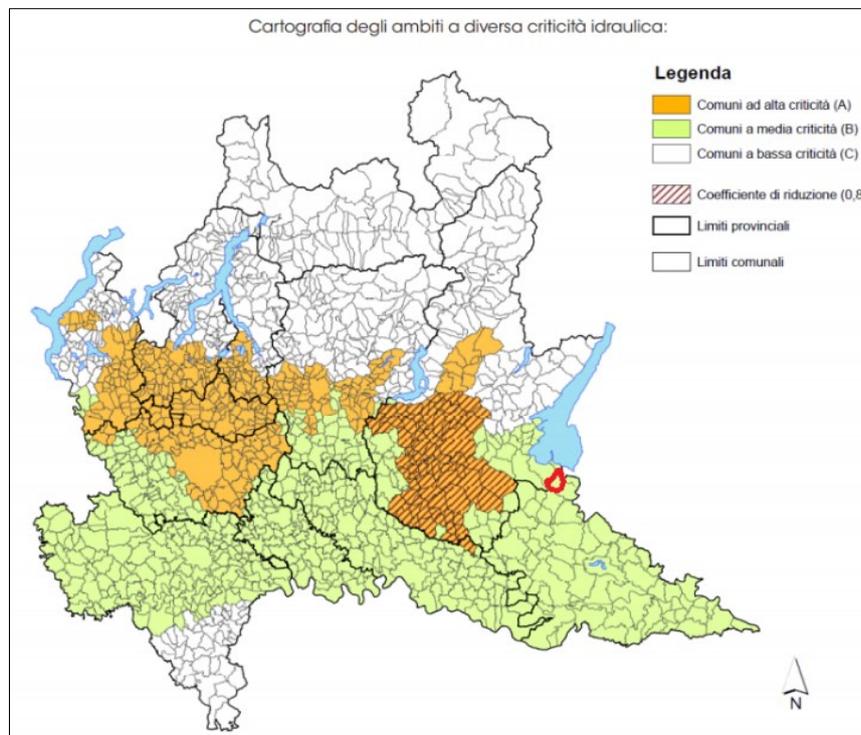


Fig. 6 - Cartografia regionale degli ambiti a diversa criticità idraulica, prevista dalle recenti modifiche (Aprile 2019) nell'Allegato C del Regolamento Regionale, con ubicazione del comune di Pozzolengo.

4.2 Individuazione delle superfici impermeabili di progetto

Gli interventi di progetto considerati riguardano la realizzazione della viabilità interna (strade e viali) del Piano di Lottizzazione AT-R7. Dallo stralcio planimetrico di progetto (**Fig. 7**), l'intervento prevede le seguenti nuove superfici impermeabili e/o semipermeabili, a cui si associa il corrispondente coefficiente di deflusso:

- Superficie complessiva aree trasformate: 2.859,8 m²
- Superficie semi-permeabile di progetto: 2.859,8 m² (coeff. di deflusso=0,7; strade, parcheggi e spazi di manovra)

Sono state escluse dal progetto di invarianza idraulica le aree a verde e quelle non trasformate al momento della stesura del presente studio.

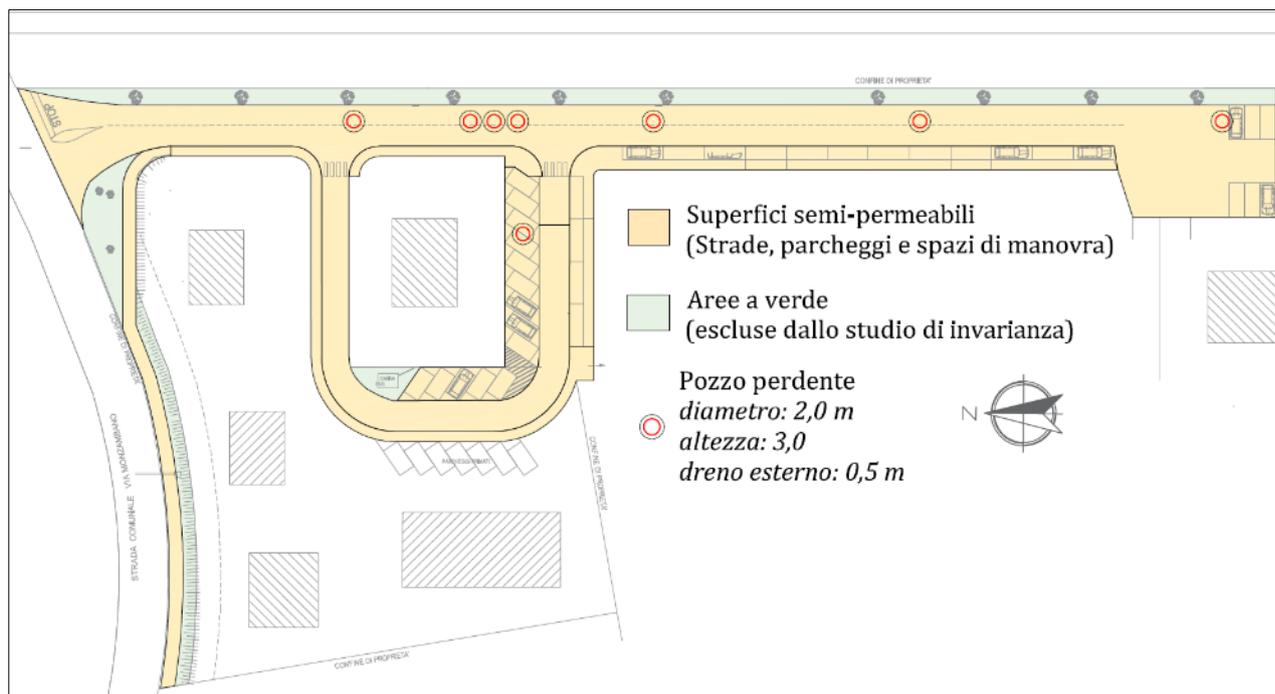


Fig. 7 - Planimetria di progetto con individuazione delle nuove superfici semi-permeabili (arancio), quelle escluse dallo studio di invarianza (bianco e verde) e dell'ingombro delle opere di invarianza progettuali.

4.3 Definizione del coefficiente medio ponderale e del requisito minimo richiesto

Per il progetto in esame si dovranno pertanto considerare le superfici di trasformazione complessive, mostrate in precedenza. Ai sensi della R.R. n°8 del 2019, le verifiche idrauliche ed idrologiche devono essere condotte attraverso diversi approcci progettuali a seconda delle superfici d'intervento e di ambito territoriale in cui ricade l'area in esame (**Fig. 8**).

Nello specifico, è stato assunto un coefficiente di deflusso pari a 0,7 per le opere di viabilità interna al Piano di Lottizzazione oggetto d'interesse (strade, parcheggi e spazi di manovra) e trascurando le aree a verde e le aree non trasformate al momento della stesura del presente elaborato, perché non rientrano all'interno dello studio di invarianza idraulica.

Si terrà conto, pertanto, di un **coefficiente di deflusso medio ponderale pari a 0.70**.

Tabella 1

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 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		

Fig. 8 - Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica

La superficie scolante impermeabile equivalente, stimata sulla base di quanto riportato nell'art. 12 comma 2 del R.R. 8/2019, risulta pari a **2.001,9 m²**.

Di conseguenza, utilizzando un valore parametrico 800 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile per Aree A, **il volume minimo di laminazione d'invaso richiesto** da normativa, sarà:

$$W = 160,2 \text{ m}^3$$

Tuttavia, secondo quanto disposto nell'art.11, comma 2, lettera e, numero 3, del suddetto regolamento: "Qualora si attui il presente regolamento mediante la realizzazione di sole strutture di infiltrazione, e quindi non siano previsti scarichi verso ricettori, il requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2, è ridotto del 30 per cento, purchè i calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione siano basati su prove di permeabilità, allegate al progetto, rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F". Inoltre, "Tale riduzione non si applica nel caso in cui si adotti il requisito minimo di cui all'articolo 12 comma 2, senza pertanto applicare la procedura di calcolo delle sole piogge o dettagliata".

Per cui, tenuto conto delle opere di laminazione prescritte nei prossimi capitoli, caratterizzate unicamente da strutture di infiltrazione, delle prove di permeabilità prescritte da eseguire necessariamente prima della realizzazione delle opere, e dall'esecuzione della *Procedura Dettagliata* (articolo 11) di seguito esposta, si ritiene di poter adottare la suddetta riduzione del 30% dei volumi derivanti dal Requisito Minimo (articolo 12 comma 2).

Di conseguenza, i volumi di laminazione d'invaso da adottare, secondo il suddetto Requisito Minimo sarà (**$W = \text{volume requisito minimo} - \text{ridotto del } 30\%$**):
 $W = 112,1 \text{ m}^3$

Nello specifico caso in esame, il suddetto regolamento prevede l'adozione di un ulteriore metodo di calcolo dei volumi progettuali, da comparare al requisito minimo (ai sensi dell'art. 11 Comma 2 del R.R. n°8 del 2019). In questo specifico caso è stato scelto di eseguire i calcoli utilizzando la *Procedura Dettagliata*.

4.4 Calcolo del volume di laminazione – Procedura dettagliata (Metodo Razionale)

L'applicazione di questo metodo comporta l'adozione di un processo di trasformazione afflussi-deflussi basato su un modello di tipo cinematico. Si parte dal presupposto che la portata uscente dal bacino cresca gradualmente, dall'inizio della precipitazione meteorica, fino a raggiungere un valore massimo al tempo t_c (tempo di corrivazione). Dall'istante t_c in poi alla portata defluente Q contribuisce tutto il bacino e quindi Q assume il suo valore massimo. La portata rimane quindi costante fino al momento in cui si esaurisce l'evento piovoso. Il tempo di corrivazione può essere stimato con la relazione proposta da Boyd per aree sub-pianeggianti di limitata estensione:

$$t_c \text{ (ore)} = t_0 + t_r$$

Dove:

$$t_r = \frac{\sqrt{1,5A}}{v} \text{ e } t_0 = kA^d$$

in cui:

A (km^2) = area della superficie trasformata;

$k = 2,51$

$d = 0,38$

$v = 1,00$

t_0 = tempo di ruscellamento, cioè il tempo necessario alla goccia d'acqua per arrivare dal terreno alla rete fognaria

t_r = tempo di percorrenza della rete fognaria

Nell'applicazione del metodo razionale per il dimensionamento delle vasche di laminazione si fanno solitamente due ipotesi: la prima è che la precipitazione meteorica netta abbia intensità costante (ietogramma rettangolare); la seconda è che lo svuotamento della vasca di laminazione avvenga a portata costante ($Q_u = \text{cost}$).

Partendo da queste due ipotesi semplificatrici, all'istante t il volume accumulato nella vasca di laminazione, dato dalla differenza fra il volume idrico entrante e quello uscente, può essere descritto dalla seguente relazione:

$$(3)W(mc) = c_a Ah + t_c Q_u^2 \frac{t}{c_a Ah} - Q_u t - Q_u t_c$$

in cui:

- c_a = coefficiente di afflusso;
- A = superficie dell'area trasformata;
- a = parametro "a" della curva di possibilità pluviometrica;
- n = parametro n della curva di possibilità pluviometrica.
- h = altezza pluviometrica ricavata dalla CPP

La durata di pioggia che genera un volume massimo d'invaso (t_r =durata critica) si ottiene derivando le (3) rispetto al tempo e ponendola uguale a zero. Inserendo quindi il valore di t_r ricavato nella (3) si calcola il volume d'invaso massimo.



Fig. 9 - Individuazione dell'area pluviometrica omogenea e dei parametri pluviometrici utili forniti dal sito Web ARPA Lombardia.

Considerando che l'area di progetto ricade entro lo scenario ad alta criticità idraulica (Area A), gli scarichi nel ricevitore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricevitore stesso e di conseguenza nei calcoli, come previsto dall'art. 8 - comma 1 - lettera b) del R.R. 8/2019, viene utilizzato un **valore massimo ammissibile** (u_{lim}) pari a 10 l/s.

Per la stima dei dati pluviometrici da utilizzare per la soluzione della suddetta formula (parametri a , n) è stato consultato il portale del sito dell'ARPA Lombardia <http://idro.arpalombardia.it> che fornisce i parametri della curva di possibilità pluviometrica valida per ciascuna delle località della Lombardia, il cui territorio è discretizzato in aree omogenee.

Le curve che descrivono l'altezza delle precipitazioni (h) in funzione della loro durata (t) prendono il nome di *Curve Segnalatrici di Possibilità climatica o Pluviometrica (LSPP)*. L'equazione che mette in relazione queste due variabili ha la seguente formula:

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

in cui:

a_1 = altezza di precipitazione con $t=1$ e tempo di ritorno $T=1$ anno,

w_T = fattore di frequenza in funzione del tempo di ritorno T scelto (50 anni) calcolato mediante foglio di calcolo elettronico fornito da Arpa-Lombardia mediante la formula:

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

n = fattore di scala in funzione della durata dell'evento meteorico (1-24 ore)

La curva di possibilità pluviometrica, valida per il sito di progetto, per il tempo di ritorno 50 anni e caratterizzata dai seguenti coefficienti: $a_1 = 26,85$ mm/h e $n = 0,256$ (n) per durate D 1-24 ore e $w_T = 1,99$, indica un'**altezza critica delle precipitazioni (h) pari a 85,52 (mm/h)**.

Secondo quanto previsto dal metodo di calcolo, si ottiene un **volume totale critico W_0 di laminazione pari a 111,7 m³**.

In conclusione, risulta che il volume critico di laminazione calcolato è maggiore del volume derivante dal parametro normativo di requisito minimo (R.R. n°8/2019) per aree a media criticità (ridotto del 30%):

$$W_0 = 111,7 \text{ m}^3 < W = 112,1 \text{ m}^3$$

Di conseguenza la progettazione del sistema di laminazione dovrà prevedere l'utilizzo del seguente volume critico: **$W = 112,1 \text{ m}^3 \rightarrow$ Volume minimo di laminazione da considerare in progetto e da smaltire entro 48 ore.**

5. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI LAMINAZIONE E DISPERSIONE

Come da specifiche di progetto, le acque di dilavamento meteoriche non verranno recapitate direttamente in un punto di adduzione della rete fognaria, o delle acque bianche; si intende quindi realizzare un sistema di dispersione e immagazzinamento delle acque meteoriche mediante la realizzazione di **pozzi filtranti**.

In questo capitolo si indicano le caratteristiche progettuali per la realizzazione dell'impianto di smaltimento, e si rimanda per la sua progettazione esecutiva alle specifiche definite dal *Progettista* o dalla *Ditta esecutrice*. La scelta del sistema di dispersione nel suolo viene fatta in funzione delle condizioni litologiche, morfologiche ed idrogeologiche del sito in esame e delle specifiche esigenze progettuali.

Dato l'assetto geologico preliminare definito per l'area oggetto di studio, si ipotizza che l'intero lotto di progetto sia caratterizzato da condizioni litologiche ed idrogeologiche piuttosto uniformi e quindi correlabili con il settore all'interno del quale si intende realizzare il sistema di pozzi perdenti.

Sulla base di indagini eseguite in aree limitrofe ed in contesto geologici omologhi a quello di studio, si ipotizza la presenza di terreni superficiali caratterizzati da mediocri capacità di drenaggio.

Tuttavia, si prescrive che a supporto delle nuove opere di invarianza progettuali, dovranno essere predisposte specifiche indagini idrogeologiche (prove di permeabilità), che verifichino puntualmente le caratteristiche idrogeologiche dei terreni in sito, nonché il loro grado di permeabilità. Le informazioni ricavate da tali indagini consentiranno il corretto dimensionamento dei sistemi di infiltrazione delle acque meteoriche progettuali (pozzi perdenti).

Durante l'esecuzione di tali indagini in sito, si dovrà inoltre verificare l'eventuale presenza di acquiferi superficiali mediante l'installazione di tubi piezometrici per il monitoraggio dei livelli di falda, e di adottare di conseguenza in fase esecutiva congrue scelte progettuali.

I volumi delle acque piovane, scaturiti dallo scorrimento superficiale su aree considerate semi-permeabili (strade, parcheggi e spazi di manovra) sono stati determinati mediante lo studio di invarianza idraulica svolto nel precedente capitolo.

Volume delle acque piovane da smaltire in 48 ore:

$$W = 112,1 \text{ m}^3$$

5.1 Dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche

La capacità di smaltimento del sistema di dispersione è funzione dell'estensione della superficie drenante (interfaccia terreno-dreno e superficie laterale) e del valore del coefficiente di permeabilità (k) del terreno.

Sulla base dei valori di permeabilità ipotizzati, si propone quindi la realizzazione di un sistema a infiltrazione nel terreno, mediante la realizzazione pozzi perdenti.

Ne consegue che, ai fini del dimensionamento del sistema di dispersione, in funzione della sua portata di smaltimento, è stato utilizzato per i suddetti terreni (*Unità S e Unità G*) un *valore di permeabilità medio-basso* ($4,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$) con *mediocri capacità di drenaggio*. In merito si prescrive di realizzare sistemi di dispersione, con tratti drenanti considerati a partire da -0,25 m dal p.c. di riferimento.

Ogni pozzo potrà essere costituito da una colonna di dispersione ad anelli sovrapposti, in calcestruzzo prefabbricato e fessurato o forato, di diametro noto (**Fig. 10**); per aumentarne la capacità di dispersione e di immagazzinamento, esternamente agli anelli di calcestruzzo prefabbricato, dovrà essere disposto, materiale costituito da ciottoli di grossa pezzatura omogenea, per uno **spessore esterno di 0,50 m**.

Nel dimensionamento del sistema di dispersione si è tenuto conto, infatti, dell'incremento di volume relativo alla posa del dreno esternamente al pozzo perdente stesso. In ogni caso il sistema di dispersione dovrà essere dotato di adeguati pozzetti di decantazione, muniti di filtri in grado di garantire nel tempo la funzionalità dei pozzi perdenti stessi.

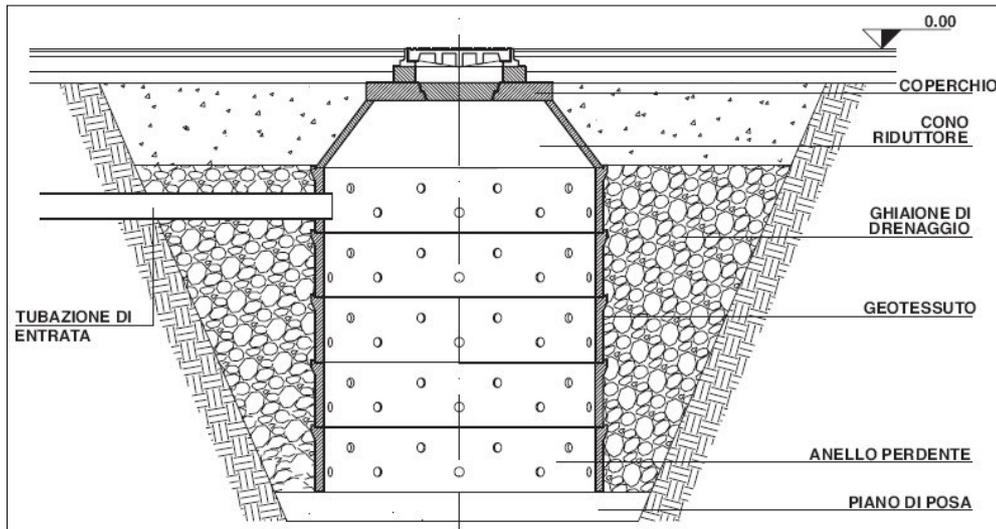


Fig. 10 - Schema costruttivo del pozzo perdente per lo smaltimento delle acque meteoriche.

In funzione della tipologia di opera prescelta per lo smaltimento delle acque meteoriche, e cioè per pozzi a forma circolare di diametro costante, sono stati innanzitutto stimati la capacità di smaltimento ed il volume d'accumulo disponibile per un singolo pozzo, considerando cautelativamente, per la capacità di smaltimento, solo il tratto drenante a partire da -0,25 m di profondità dal p.c..

Profondità complessiva pozzo perdente (m)	Spessore Filtrante (m)	Diametro pozzo (m)	Volume invasato da n°1 pozzo perdente (m ³)	Volume invasato dal dreno esterno (m ³)	Volume d'accumulo totale di n°1 pozzo compreso il dreno (m ³)
3,00	2,75	2,00	9,42	5,30	14,72

Come ampiamente descritto nel precedente capitolo, il regolamento prevede infatti l'utilizzo del volume derivante dal valore parametrico del volume minimo d'invaso previsto per la criticità idraulica assegnata al progetto, in questo caso pari 800 m³ (Area A) per ettaro di superficie scolante impermeabile, ridotto del 30%. Quest'ultimo infatti è risultato essere maggiore del volume derivante calcolato mediante la Procedura Dettagliata (Metodo Razionale).

Pertanto, a seguito di un evento piovoso critico, come stimato secondo lo studio di invarianza idraulica, si ottiene il seguente bilancio idrico:

Opera di invarianza	Quantità d'acqua convogliata (m ³)	Capacità di Smaltimento (l/s)	Tempo di svuotamento (ore)	Volume d'accumulo totale opera di invarianza (m ³)
N°8 Pozzi	W = 112,1 m ³	0,74	42,3 < 48	117,76

Considerando il volume da laminare (Requisiti Minimi) in funzione della portata uscente dalle opere di infiltrazione (infiltrazione nel terreno), è stato ricavato il tempo necessario per filtrare tutto il volume di laminazione di acqua meteorica calcolato (vedi tabella sopra).

Il tempo di svuotamento risulta essere inferiore alle 48 ore richieste dalla normativa vigente (R.R. n°7/2017) per avere nuovamente la totale disponibilità dei volumi di invaso.

Inoltre, l'impianto di smaltimento così dimensionato risulta essere in grado di garantire l'accumulo parziale temporaneo delle portate d'acqua in ingresso, durante e a seguito dell'evento di pioggia critica, essendo la capacità d'invaso delle opere d'infiltrazione (pozzi perdenti con dreni esterni), maggiore del volume delle acque da smaltire secondo lo studio di invarianza.

La realizzazione di un totale di n°8 pozzi disperdenti, aventi come caratteristiche geometriche, quelle indicate all'interno del presente elaborato, e ubicati come indicato nella planimetria di progetto delle opere di smaltimento delle acque di scorrimento superficiale (Fig. 11), risultano quindi conformi allo studio di invarianza idraulica eseguito.

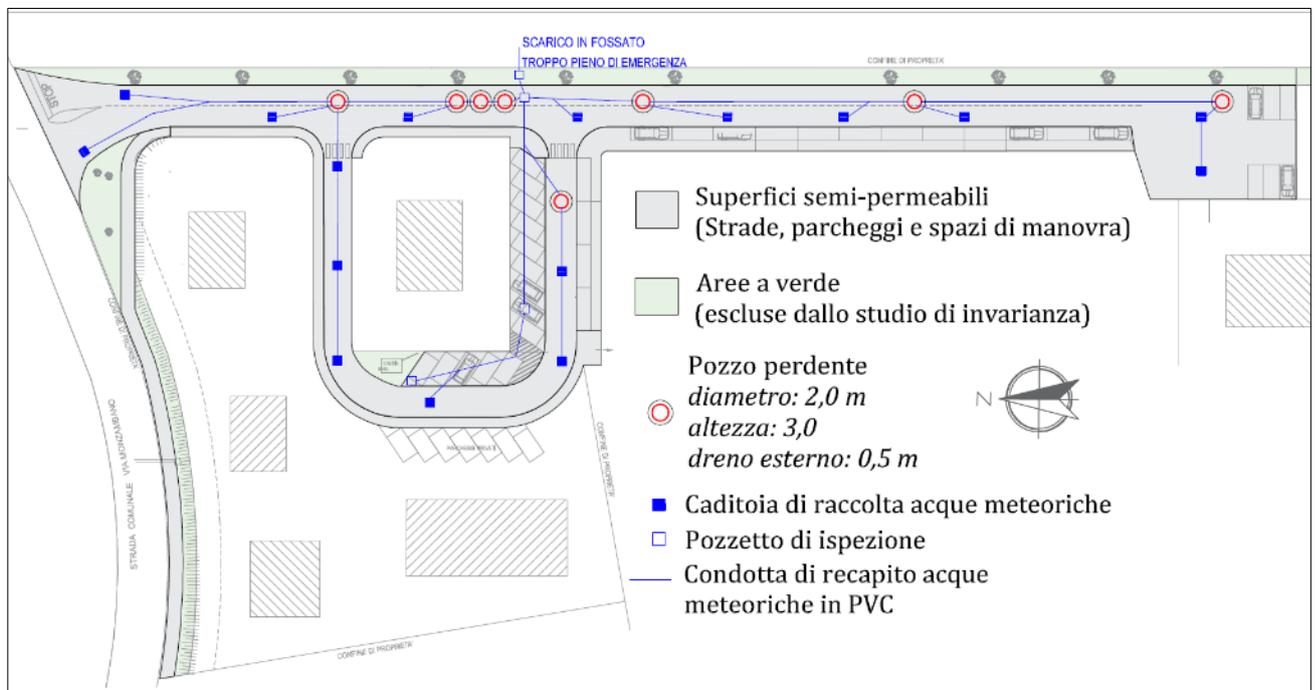


Fig. 11 - Individuazione del sistema di dispersione, costituito da n°8 pozzi perdenti, conformemente allo studio di invarianza idraulica.

6. PIANO DI MANUTENZIONE DEL SISTEMA DI INVARIANZA IDRAULICA

In merito a quanto indicato nell'art. 10 comma 1, lettera c del suddetto Regolamento Regionale n°7, si riportano di seguito gli elementi esplicativi utili a redigere un piano delle manutenzioni adatto alle opere progettuali e conforme a quanto riportato nell'Art. 13 del Regolamento stesso.

Secondo l'Art. 13 il piano di manutenzione degli interventi di invarianza idraulica dev'essere redatto con un dettaglio conforme alla complessità dell'opera stessa. Nello specifico caso le opere di collettamento recapito e smaltimento delle acque meteoriche risultano sostanzialmente essere costituite da pluviali e caditoie per il primo recapito delle acque meteoriche, collegate mediante una rete di tubazioni dimensionate e posizionate secondo quanto riportato in **Fig. 11**.

Il sistema di collettamento verso i volumi di laminazione è completato da una serie di pozzetti a tenuta, interrati, con funzione di snodo e ispezione del deflusso delle acque meteoriche raccolte.

La corretta individuazione di un piano di manutenzione, dei sistemi di invarianza progettati all'interno del presente elaborato, è di fondamentale importanza per garantire il mantenimento in efficienza delle strutture e degli elementi realizzati per le funzioni di drenaggio delle acque meteoriche.

Nello specifico, unitamente alla struttura dei pozzi perdenti previsti tutti gli elementi dell'intero impianto di smaltimento sono rappresentati in **Fig. 12**.

La manutenzione stessa serve, inoltre, ad assicurare alle strutture stesse un periodo di vita più duraturo, permettendo di intervenire periodicamente nell'individuazione di eventuali malfunzionamenti che, se trascurati, ne potrebbero pregiudicare irrimediabilmente le funzioni.

Le operazioni di manutenzione di seguito elencate, sono da intendersi per tutte le opere di invarianza idraulica progettate all'interno del presente studio, e potranno essere eseguite da operai generici, ad esclusione delle azioni dirette sui sistemi elettro-meccanici, sulle componenti idrauliche (eventuali pompa e sistemi di scarico), e ai componenti costruttivi (tessuti, materiale granulare esterno, anelli forati, tubi di collettamento) delle opere filtranti. Tali azioni dovranno essere effettuate da tecnici esperti e/o direttamente dalla ditta esecutrice.

6.1 Operazioni di manutenzione straordinaria

Nella manutenzione straordinaria del sistema di invarianza idraulica proposto (collettamento, laminazione e dispersione nel primo sottosuolo mediante pozzi perdenti), rientrano quegli interventi da eseguire al ripristino delle funzioni in caso di malfunzionamento, guasto o successivamente ad eventi meteorici eccezionali e/o prolungati, o di altra natura (terremoti, sversamenti abusivi, incidenti rilevanti) che interessino direttamente o indirettamente le strutture che costituiscono il sistema descritto.

In tal caso saranno da eseguire le suddette operazioni già elencate come manutenzione ordinaria, in aggiunta a quelle periodiche prescritte. In caso di intasamento periodico della rete, si dovranno prevedere operazioni di manutenzione straordinaria dei condotti interrati di convogliamento delle acque pluviali fino ai punti di scarico terminale, rappresentati dalla batteria di pozzi interrati a tenuta.

Si ritiene specificare che il costante controllo dell'efficienza del sistema di dispersione proposto risulta fondamentale alla luce dell'assenza di sistemi di emergenza di pompaggio e scarico verso altri recettori superficiali che non siano il sottosuolo, e per la completa mancanza di sfioratoi di troppo pieno, all'interno dell'impianto previsto.

6.2 Operazioni di manutenzione ordinaria

Risulta ben inteso che, escludendo la rete di tubazioni interrata, punti critici quali caditoie, chiusini in ghisa fessurati e pozzetti di diramazione, dovranno essere sottoposti a controlli periodici (circa ogni 6 mesi), e ripetuti se necessario nella stagione autunnale. Eventuali occlusioni, fogliame, scarti vegetali, o rifiuti di ogni genere, dovranno essere tempestivamente rimossi per garantire la continua funzionalità della rete di scolo. I principali interventi da svolgersi ogni 6 mesi sono di seguito elencati:

- Pulizia rifiuti e rimozione detriti sia all'interno degli invasi che nelle tubazioni accessorie;
- Eliminazione fenomeni di intasamento/scorrimento;
- Ispezione e controllo dell'efficienza e manutenzione di eventuali.



Fig. 12 - Rappresentazione degli elementi strutturali che costituiscono l'impianto di raccolta, collettamento e dispersione previsto per lo Studio di Invarianza Idraulica.

7. CONCLUSIONI

Ai sensi del R.R. n°8 del 19 Aprile 2019 è stata redatta la presente relazione tecnica per il rispetto dei principi di **invarianza idraulica ed idrologica**, in merito al Piano di Lottizzazione AT-R7, in Via Monzambano, nel Comune di Pozzolengo (BS).

Il lotto oggetto d'intervento consta di una superficie di trasformazione totale di 2.859,8 m², costituita totalmente da aree semi-permeabili ovvero le strade, i parcheggi, gli spazi di manovra e le opere di invarianza.

Sono state trascurate le superfici a verde, quelle non trasformate, e l'ingombro delle piscine progettuali perché non rientrano all'interno dello studio di invarianza idraulica.

Il comune di Pozzolengo ricade nelle aree B – a media criticità idraulica; tuttavia, dato che gli interventi di progetto rientrano all'interno delle Aree di Trasformazione del PGT comunale, è stata assegnata all'area di studio una *classe di criticità alta* (Area A).

Per l'individuazione dei volumi da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrogeologica è stata utilizzata la *Procedura Dettagliata (Metodo Razionale)*, come concesso da normativa.

L'applicazione di tale metodo ha condotto al calcolo del volume di laminazione pari a 111,7 m³, leggermente minore di quello minimo previsto dall'art. 12 del R.R., ridotto del 30%, che per l'area in esame corrisponde a 112,1 m³; pertanto, la progettazione del sistema di laminazione ha previsto l'utilizzo di quest'ultimo volume critico.

Sulla base di indagini eseguite in aree limitrofe ed in contesto geologici omologhi a quello di studio, si ipotizza la presenza di terreni superficiali caratterizzati da mediocri capacità di drenaggio.

Si prescrive in merito che a supporto delle nuove opere di invarianza progettuali, dovranno essere predisposte specifiche indagini idrogeologiche (prove di permeabilità), che verifichino puntualmente le caratteristiche idrogeologiche dei terreni in sito, nonché il loro grado di permeabilità. Le informazioni ricavate da tali indagini consentiranno il corretto dimensionamento dei sistemi di infiltrazione delle acque meteoriche progettuali (pozzi perdenti).

Durante l'esecuzione di tali indagini in sito, si dovrà inoltre verificare l'eventuale presenza di acquiferi superficiali mediante l'installazione di tubi piezometrici per il monitoraggio dei livelli di falda, e di adottare di conseguenza in fase esecutiva congrue scelte progettuali.

È stata ipotizzata in questa fase, la realizzazione di n° 8 pozzi perdenti di diametro 2,0 m e altezza pari a 3,0 m a partire dal p.c., i quali dovranno essere costituiti da un dreno esterno di almeno 0,50 m di spessore costituito da ciottoli di grossa pezzatura omogenea, e collegati in serie.

Il dimensionamento del sistema di filtrazione ha verificato che la **realizzazione di n° 8 pozzi disperdenti** sia sufficiente a gestire completamente il volume di invaso che si genera durante l'evento critico calcolato con tempo di ritorno T_r di 50 anni, garantendo lo svuotamento degli invasi in circa 42,3 ore, tempo inferiore alle 48 ore previste dal regolamento. Si può quindi ritenere corretto il dimensionamento del volume delle opere di mitigazione, pur rimandando ad eventuali specifiche modifiche, che saranno idoneamente comunicate alle autorità competenti. Per quanto riguarda gli accorgimenti costruttivi, si rimanda a quanto indicato nel Cap. 5 del presente studio idrogeologico.

Nel dimensionamento del sistema di dispersione si è tenuto conto della capacità di immagazzinamento del sistema disperdente e del Volume delle acque piovane da smaltire secondo quanto calcolato mediante le procedure proposte dal R.R. n°8 del 19 Aprile 2019 (D.G.R. XI/1516 del 15/04/2019) “Disposizioni sull’applicazione dei principi di **invarianza idraulica ed idrologica**. Modifiche al R. R. 23 novembre 2017, n° 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n° 12 “Legge per il governo del territorio”).

In ogni caso il sistema di raccolta e stoccaggio temporaneo delle acque di prima pioggia dovrà essere dotato di adeguati pozzetti di ispezione, muniti di filtri in grado di garantire nel tempo la funzionalità del sistema di collettamento accessorio, verso il suddetto sistema di dispersione.

Si specifica che il sistema di laminazione dovrà essere dotato di un idoneo sistema di drenaggio interno e/o pertinenziale, eventualmente agevolato dalla realizzazione di opportune pendenze obbligate dell’opera stessa, atte a convogliare adeguatamente le acque di prima pioggia, provenienti dall’impianto di raccolta, alle opere di infiltrazione progettuali.

Si segnala che, qualora in fase esecutiva venissero effettuate delle scelte progettuali e/o realizzative differenti dalle suddette caratteristiche geometriche (profondità, diametro, dimensione del dreno ecc.), le opere di smaltimento dovranno comunque garantire l’immagazzinamento dei volumi di laminazione totali calcolati; si dovrà pertanto procedere con la revisione dei calcoli dei volumi da disperdere e/o laminare sulla base delle suddette modifiche progettuali.

Sulla base del quadro normativo fornito e delle caratteristiche idrologiche e idrauliche dell’area in oggetto, gli interventi di progetto di realizzazione delle opere di viabilità del Piano di Lottizzazione in oggetto, integrati con le suddette opere di dispersione, se eseguiti secondo le indicazioni e le prescrizioni riportate nel presente studio, risultano compatibili con il principio di invarianza idraulica, senza aggravio sulla rete di smaltimento esistente o del reticolo idrografico del territorio in cui ricade l’area in esame.

Desenzano del Garda, 08 Maggio 2024

Dott. Geol. Niccolò Crestana



ALLEGATO E

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

**DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'
(Articolo 47 d.p.r. 28 dicembre 2000, n. 445)**

La/Il sottoscritto/a **Dott. Geol. Niccolò Crestana**
nata/o a **Desenzano del Garda** il **08/12/1990**
residente a **Lonato del Garda**
in via **Panizze** n. **9**
iscritta/ all' Ordine [] Collegio dei **Geologi** della Provincia di
Regione **Lombardia** n. **1691**
incaricata/o dal/i signor/i **Caiola Costruzioni S.r.l.** in qualità di
[] proprietario, [] utilizzatore [] legale rappresentante del
di redigere il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* per l'intervento di
Piano di Lottizzazione AT-R7
sito in Provincia di **Brescia** Comune di **Pozzolengo**
in via/piazza **Via Monzambano** n.
Foglio n. **21** Mappale n. **418**

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

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

DICHIARA

- che il comune di **Pozzolengo**....., in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area:
 - A: ad alta criticità idraulica
 - B: a media criticità idraulica
 - C: a bassa criticità idraulica
- oppure
- che l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e/o come piano attuativo previsto nel piano delle regole e pertanto di applicano i limiti delle aree A ad alta criticità
- che la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 m² e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo, purché non pavimentato, o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio (art. 12, comma 1, lettera a)
- che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerato la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo). **A**....., pari a:
 - 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
 - 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
 - l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, derivante da limite imposto dall'Ente gestore del ricettore
- che l'intervento prevede l'infiltrazione come mezzo per gestire le acque pluviali (in alternativa o in aggiunta all'allontanamento delle acque verso un ricettore), e che la portata massima infiltrata dai sistemi di infiltrazione realizzati è pari a l/s **0,74**, che equivale ad una portata infiltrata pari a **3,70** l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
- che, in relazione all'effetto potenziale dell'intervento e alla criticità dell'ambito territoriale (rif. articolo 9 del regolamento), l'intervento ricade nella classe di intervento:
 - Classe «0»
 - Classe «1» Impermeabilizzazione potenziale bassa
 - Classe «2» Impermeabilizzazione potenziale media
 - Classe «3» Impermeabilizzazione potenziale alta
- che l'intervento ricade nelle tipologie di applicazione dei requisiti minimi di cui:
 - all'articolo 12, comma 1 del regolamento
 - all'articolo 12, comma 2 del regolamento
- di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* con i contenuti di cui:
 - all'articolo 10, comma 1 del regolamento (casi in cui non si applicano i requisiti minimi)
 - all'articolo 10, comma 2 e comma 3, lettera a) del regolamento (casi in cui si applicano i requisiti minimi)
- di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* conformemente ai contenuti del regolamento, con particolare riferimento alle metodologie di calcolo di cui all'articolo 11 del regolamento;

ASSEVERA

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

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

Desenzano d/G, 08/05/2024

(luogo e data)

Il Dichiarante
Dott. Geol. Niccolò Crestana

