

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 DESENZANO DEL GARDA

PROVINCIA DI BRESCIA
Regione Lombardia

PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE MEDIANTE DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DI UN FABBRICATO ESISTENTE, IN LOCALITÀ BROGNOLI

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: *Parolini S.p.A.*

Data:
17 Novembre 2021

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	5
2.3 Rete Idrografica locale.....	6
2.4 Piano di Gestione Rischio Alluvioni.....	8
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE - DATI DIRETTI.....	9
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.....	15
5. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DISPERSIONE	19
5.1 Permeabilità dei terreni.....	19
5.2 Dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque di prima pioggia	20
6. PIANO DI MANUTENZIONE DEL SISTEMA DI INVARIANZA IDRAULICA	24
6.1 Operazioni di manutenzione ordinaria.....	24
6.2 Operazioni di manutenzione straordinaria.....	24
7. CONCLUSIONI	25

1. PREMESSA

Su incarico conferito da *Parolini S.p.A.*, 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 progetto di ristrutturazione mediante demolizione e ricostruzione di un fabbricato esistente, sito in Località Brognoli, nel Comune di Desenzano del Garda (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 di prima pioggia 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, sulla base di quanto già affrontato nella Relazione Geologica e Geotecnica eseguita dal sottoscritto per il progetto in oggetto, un inquadramento idrografico ed idrogeologico mirato e propedeutico, alla parametrizzazione tecnica dello studio di invarianza idraulica ed idrologica.

2.1 Inquadramento Geologico

L'area di progetto si colloca in un ambito a morfologia subpianeggiante posta all'interno dell'apparato morenico del Garda, nel settore meridionale del territorio comunale.

Dal punto di vista geologico, il territorio di Desenzano del Garda 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 susseguite 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*.

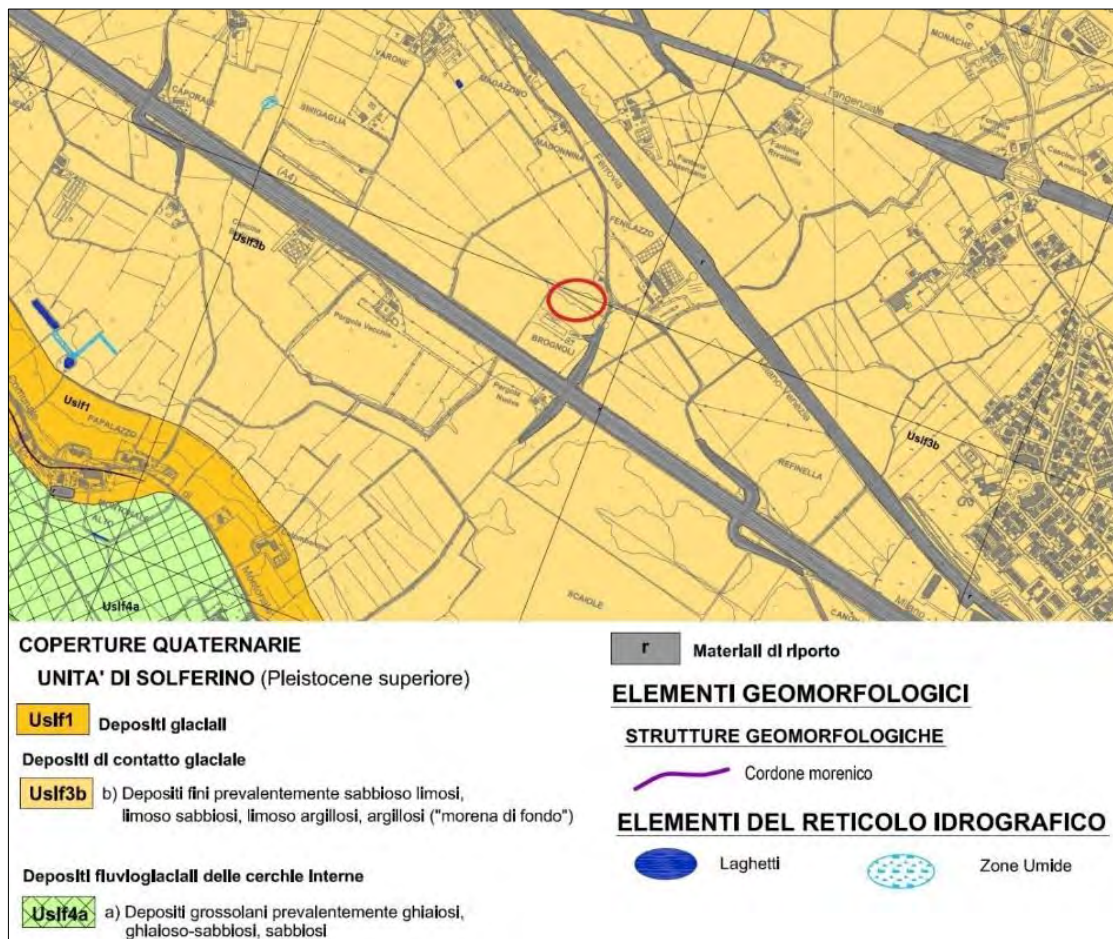


Fig. 1 - Stralcio della "Carta Geologica e Strutturale con elementi Geomorfológicos e del sistema idrografico" (Tav. SG T01), allegata allo Studio Geologico del P.G.T. comunale, con ubicazione dell'area d'interesse.

L'area oggetto d'indagine è inserita entro l'ambito riferibile ai **depositi di morena di fondo**, lungo la piana di collegamento al territorio comunale di Desenzano del Garda (**Fig. 1**). La successione stratigrafica delle unità presenti nell'area in oggetto è rappresentata quindi prevalentemente da depositi sabbioso-limosi in alternanza a livelli più francamente argillosi, corrispondenti alla morena fangosa di fondo. Questi materiali trasportati nella porzione inferiore del ghiacciaio e abbandonati dalla lingua glaciale durante l'ultima fase di ritiro contengono sovente ciottoli poligenici da arrotondati a subarrotondati di dimensioni variabili. Talora si rinvencono livelli ghiaioso-sabbioso-limosi.

2.2 Caratteri Idrogeologici locali

L'assetto idrogeologico del territorio di Desenzano del Garda 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 glaciali/di contatto glaciale.

La falda superficiale, caratteristica dell'area oggetto di indagine, è di tipo freatico superficiale, delimitata alla base dai depositi di origine glaciale impermeabili o semimpermeabili, spesso ricchi di frazione argilloso-limosa. Essa risulta alimentata essenzialmente dall'infiltrazione diretta delle acque meteoriche.

A tal proposito si specifica che durante l'esecuzione delle indagini in sito, non è stata rilevata la presenza di acquiferi superficiali, fino ad una profondità di circa -5/-6 m rispetto al piano campagna esistente. Tuttavia, sulla base di indagini eseguite in aree limitrofe a quella d'interesse, 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 profondità dal p.c., circolanti all'interno dei depositi superficiali, delimitati alla base dai depositi della morena di fondo impermeabili.

In profondità sono presenti *falde confinate o semiconfinite* contenute negli acquiferi ghiaioso-sabbiosi o ghiaioso-conglomeratici compresi tra intervalli prevalentemente argillosi della sequenza glaciale. Nel territorio in esame le falde medie sono contenute al di sotto di un livello argilloso-limoso, a partire da circa 40-50 m di profondità dal p.c., con un buon grado di artesianesimo. Esse risultano avere un'alimentazione di tipo distale, non direttamente collegata alle precipitazioni meteoriche. A partire da circa 80-110 m di profondità dal p.c. sono presenti acquiferi ben sviluppati e di maggiore produttività.

Il grado di *Vulnerabilità dell'acquifero delle acque sotterranee*, così come indicato all'interno della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del P.G.T. del Comune di Desenzano d/G ("*Carta della Vulnerabilità delle acque sotterranee (prima falda)*" - Gennaio 2016), risulta mediamente basso, in funzione soprattutto della granulometria prevalentemente fine dei depositi superficiali (**Fig. 2**).

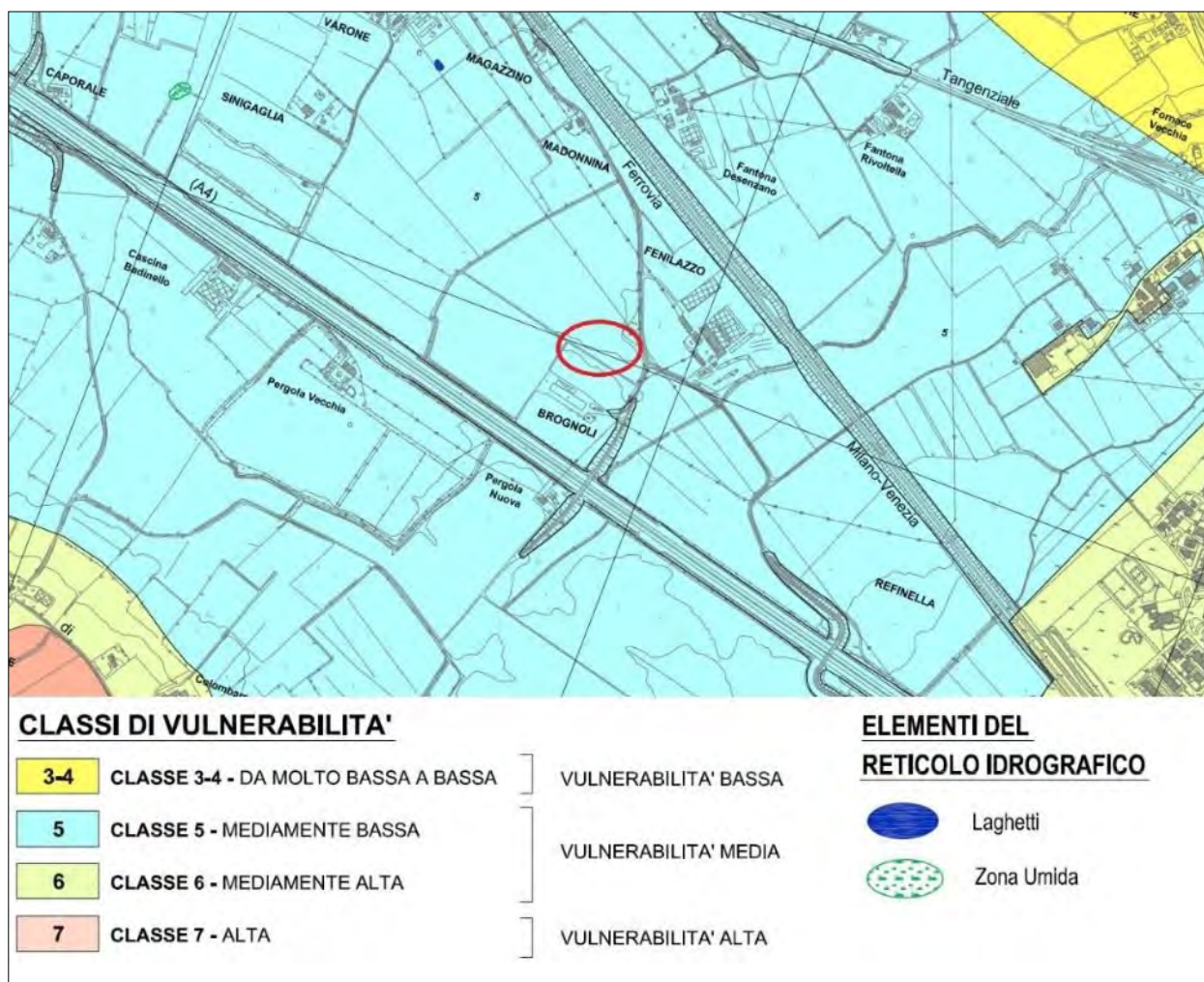


Fig. 2 - Stralcio della "Carta della Vulnerabilità delle acque sotterranee (prima falda)" (Tav. SG T05), Rete Idrografica locale

2.3 Rete Idrografica locale

Nel territorio comunale di Desenzano del Garda il corpo idrico di rilevante importanza è rappresentato dal Lago di Garda, maggiore specchio lacustre italiano, formatosi nell'era neozoica all'interno della depressione creata dai ghiacciai alpini quaternari provenienti dalla Valle dell'Adige e del Chiese impostata in una depressione tettonica connessa al solco strutturale gardesano preesistente (miocenico).

La rete idrografica superficiale del territorio in esame è costituita da alcuni corsi d'acqua afferenti al Reticolo Idrico Minore che scorrono in senso ortogonale alla riva del lago e raccolgono le acque provenienti dalla cerchia morenica e dalla piana che attraversano prima di sfociare nel lago. Tali corsi d'acqua nascono nella zona pre-collinare da risorgive naturali e durante il percorso verso il lago diventano ricettori delle acque di scolo dei terreni. Ad essi, in passato era interamente affidato il deflusso superficiale delle acque meteoriche dall'entroterra verso il lago e ad essi sono attribuibili i *sedimenti fini alluvionali*, che in queste aree ricoprono i *depositi della Morena di fondo*. Attualmente gli alvei di tali *Ganfi* risultano parzialmente rettificati in seguito alle recenti urbanizzazioni.

Inoltre, la rete idrografica è caratterizzata da una rete di canalizzazioni con deboli pendenze e lenti deflussi delle acque, facenti parte del reticolo idrico minore di competenza comunale; esse formano una fitta rete idrografica costituita totalmente da canali artificiali utilizzati per l'irrigazione (**Fig. 3**). Le rogge, pur rivestendo una funzione irrigua prevalente, in concomitanza di eventi piovosi di una certa intensità raccolgono le acque piovane e regolamentano il deflusso idrico. I tracciati dei corsi d'acqua della suddetta piana glaciale, seguono l'andamento e la forma dei campi e posseggono pendenze molto limitate; di conseguenza il deflusso delle acque avviene lentamente, con scarsa capacità erosiva.

In merito si segnala la presenza, immediatamente a Nord rispetto all'ingombro dell'area progettuale, di alcuni tratti di corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Minore (vedi "*Carta delle Fasce di Tutela del Reticolo Idrico Principale e Minore*" Tav. 3/A – Luglio 2015; **Fig. 3**). A tal proposito si specifica che l'ingombro delle strutture di invarianza idraulica progettuali, così come definiti alla data di stesura del presente elaborato, non interferiscono con i suddetti elementi del reticolo idrografico e non rientrano all'interno delle fasce di tutela per essi istituite (pari a 4 m da ciascuna sponda). Nello specifico, il deflusso idrico superficiale entro l'area di indagine ed in quelle limitrofe avviene essenzialmente per spaglio superficiale. All'interno della proprietà oggetto d'intervento non si segnalano inoltre zone soggette a problematiche di tipo idraulico.



Fig. 3 - Stralcio della "Carta del reticolo idrico con indicazione delle fasce di tutela" (Tav. 3/B), allegata allo Studio Geologico del P.G.T. comunale, con ubicazione dell'area d'interesse.

2.4 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 2020 - Fig. 4), 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).

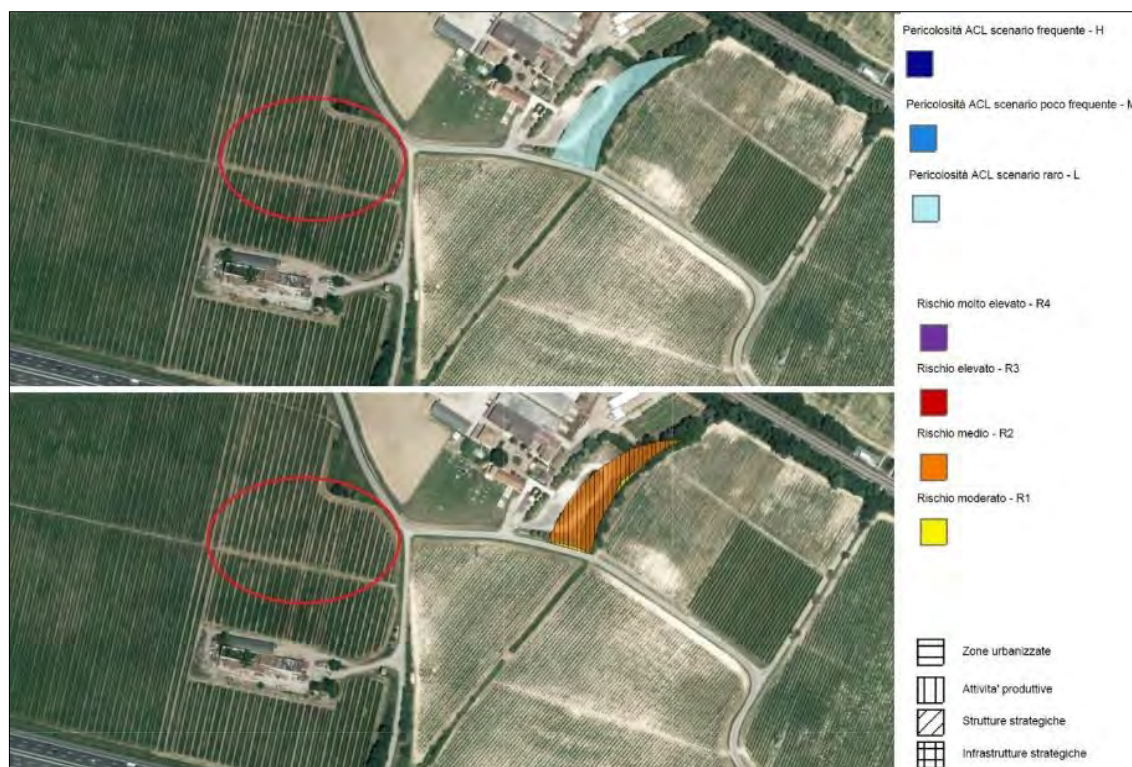


Fig. 4 - Stralcio della Mappa degli Scenari di Pericolosità da alluvione e Mappa del Rischio Alluvioni stralciate dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (Dicembre 2020).

Fonte Viewer Geografico del Geoportale della Regione Lombardia.

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE – DATI DIRETTI

A supporto della presente relazione tecnica, è stato redatto un **modello stratigrafico** medio del sito di progetto, utilizzando dati geologici e geotecnici derivanti dalla Relazione Geologica e Geotecnica redatta dal sottoscritto per il progetto in oggetto, e sulla base delle indagini geognostiche eseguite nell'area di progetto.

L'area oggetto d'indagine è inserita entro l'ambito riferibile ai depositi della morena di fondo, lungo la piana di collegamento al territorio comunale di Desenzano del Garda.

La **successione stratigrafica** delle unità presenti nell'area in oggetto è rappresentata quindi prevalentemente da depositi sabbioso-limosi in alternanza a livelli più francamente argillosi, corrispondenti alla morena fangosa di fondo.

Le evidenze lito-stratigrafiche delle verticali d'indagine e il grado di addensamento dei terreni attraversati dalle prove penetrometriche sono di seguito riassunti.

MODELLO GEOLOGICO LOCALE

	Unità geologica	Caratteristiche litologiche	q _c medio (kg/cm ²)	Denominazione AGI
STRATO 1 da 0,0 a -0,6/-1,2 m	Unità S	Terreno superficiale vegetale limoso-sabbioso	16-24	Scarsamente addensato
STRATO 2 da -0,6/-1,2 m a -4,4/-5,0 m				
STRATO 3 da -4,4/-5,0 m a -10,6/10,8 m	Unità MF1	Depositi glaciali della Morena di Fondo costituiti da limi sabbiosi deb. argillosi	46-83	Moderatamente addensato
STRATO 4 Oltre -10,6/-10,8 m dal p.c.	Unità MF2	Depositi glaciali della Morena di Fondo argilloso-limosi	9-11	Moderatamente consistente
	Unità MF3	Depositi glaciali della Morena di Fondo argilloso-limosi	13-15	Moderatamente consistente

Per la misura di un eventuale livello di falda, sono stati inseriti nel foro di prova i tubi piezometrici microfessurati in PVC del diametro di ½". Le misure effettuate al termine dell'indagine geognostica, non hanno rilevato la presenza di livelli acquiferi fino ad almeno -5,0/-6,0 m dal p.c.

Tuttavia, sulla base di indagini eseguite in aree limitrofe a quella d'interesse, 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 profondità dal p.c., circolanti all'interno dei depositi superficiali, delimitati alla base dai depositi della morena di fondo impermeabili.

Per la definizione delle caratteristiche di permeabilità dei terreni presenti in sito, sono state eseguite, entro gli scavi esplorativi T1 e T2, specifiche **prove di permeabilità a carico variabile**. Tralasciando le modalità di esecuzione delle prove di permeabilità, già riportate nella Relazione geologica e Geotecnica, si riportano di seguito i coefficienti di permeabilità (k) calcolati per l'area di progetto:

SCAVO	PROFONDITÀ DEL TRATTO DI PROVA (m da p.c.)	LITOLOGIA	PERMEABILITÀ K
T1	Da -2,9	Limi sabbiosi debolmente argillosi	$1,05 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
T2	Da -2,0		$1,27 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

Sulla base dei dati raccolti dalle prove in situ, ai depositi superficiali presenti all'interno dell'area d'interesse, costituiti prevalentemente da limi sabbiosi debolmente argillosi, sono attribuiti valori di permeabilità medi (da $1,05 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ a $1,27 \times 10^{-5} \text{ m/s}$) con discrete capacità di drenaggio.

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

L'area di intervento, identificata dal *Mappale n° 181 del Foglio 43*, è ubicata in Loc. Brognoli, a circa 1000 m in direzione Ovest da S. Martino della Battaglia, nella porzione orientale del territorio comunale di Desenzano d/G (**Fig. 5**).

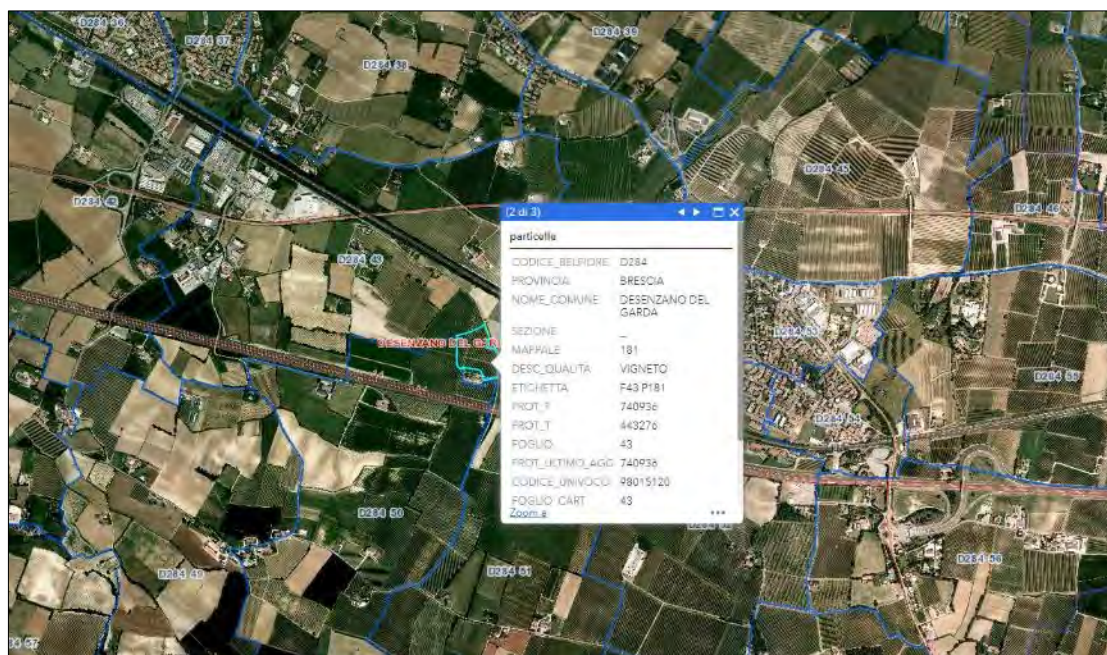


Fig. 5 - Individuazione dell'area oggetto d'interesse su mappa catastale e su immagine da satellite (fonti Viewer Geografico Regione Lombardia).

Il lotto d'interesse, in particolare, è individuato nella CTR RL (*Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia*) alla scala 1:10.000 nella tavola E6a3 e possiede, nel punto mediano, le seguenti coordinate geografiche (Gauss-Boaga): 5032990,45 latitudine N - 1623857,04 longitudine E (**Fig. 6**).

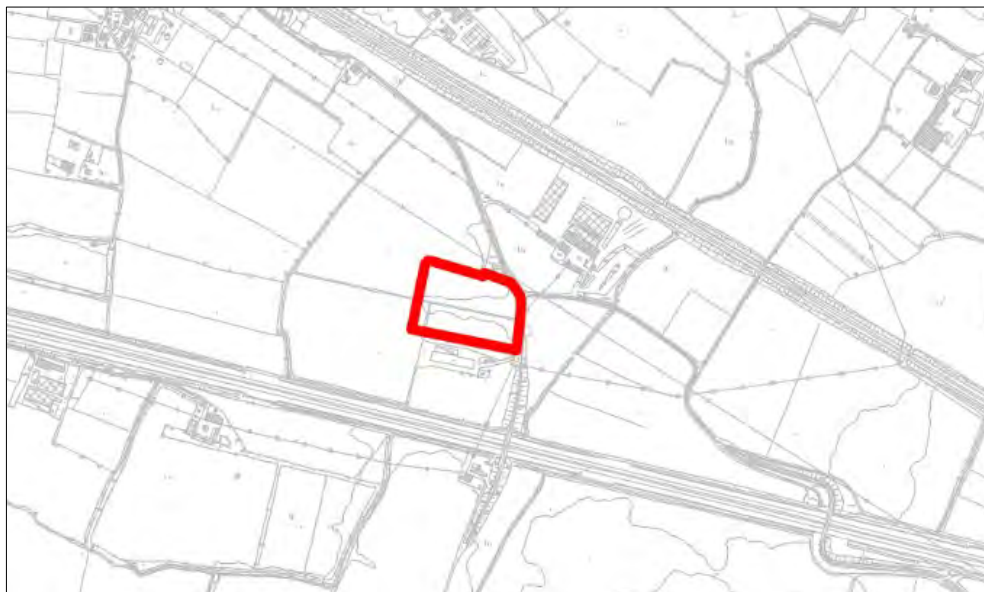


Fig. 6 - Individuazione dell'area di interesse progettuale su aerofotogrammetrico.

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. 7**). Il territorio di Desenzano del Garda ricade nella classe di criticità media (*criticità B*).

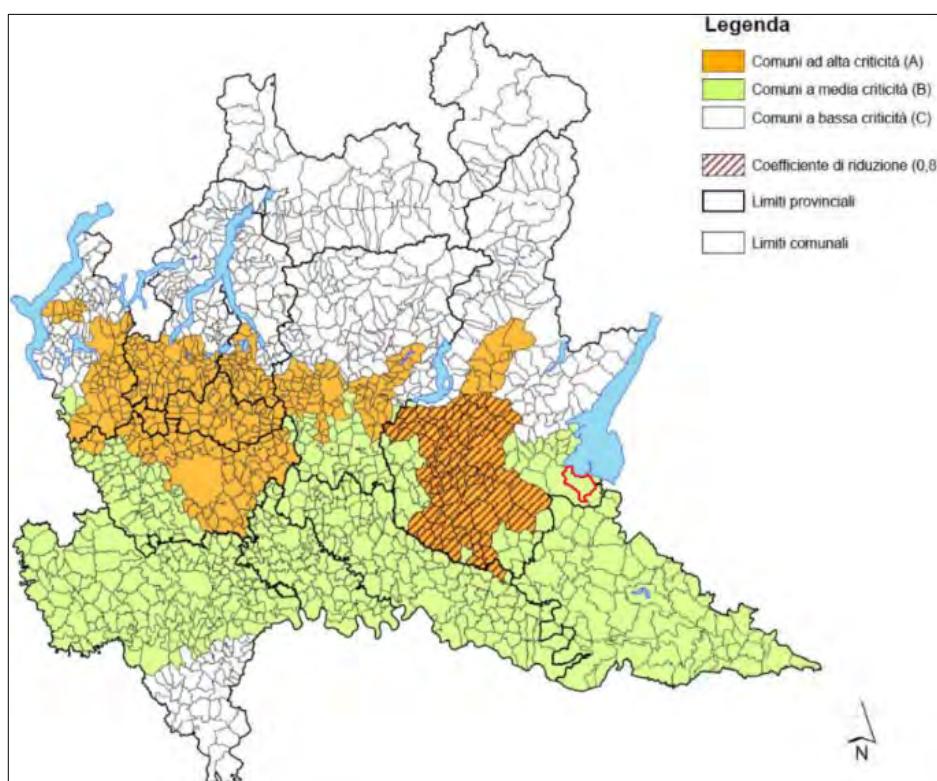


Fig. 7 - Cartografia regionale degli ambiti a diversa criticità idraulica, prevista dalle recenti modifiche (Aprile 2019) nell'Allegato C del Regolamento Regionale, con ubicazione del comune di Desenzano d/G.

4.2 Individuazione delle superfici impermeabili di progetto

Gli interventi di progetto considerati riguardano la ristrutturazione mediante demolizione e ricostruzione di un fabbricato esistente, con la conseguente realizzazione di un complesso residenziale, costituito da edifici disposti su due piani fuori terra, privi di interrato, a cui si associano i relativi viali e strutture accessorie. Dallo stralcio planimetrico di progetto (**Fig. 8**), l'intervento in prevede le seguenti nuove superfici impermeabili e/o semipermeabili, a cui si associa il corrispondente coefficiente di deflusso:

- Superficie complessiva aree trasformate: 11.405,1 m²
- Superficie impermeabile di progetto: 4.342,2 m² (coeff. di deflusso=1,0 – tetti, coperture)
- Superficie semi-permeabile di progetto: 3.518,3 m² (coeff. di deflusso=0,7 – strada asfaltata, aree pavimentate)
- Superficie semi-permeabile (drenante) di progetto: 3.544,6 m² (coeff. di deflusso=0,3 – superfici in Erba block o ghiaietto)

Si specifica inoltre che sono state escluse dal progetto di invarianza idraulica le aree a verde, quelle non trasformate e l'ingombro delle piscine progettuali.



Fig. 8 - Planimetria di progetto con individuazione delle superfici di trasformazione, ovvero superfici impermeabili (grigio), semi-permeabili (arancio e blu), quelle escluse dallo studio di invarianza (verde) e dell'ingombro delle opere di invarianza progettuale.

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. 11**). Nello specifico, è stato considerato un coefficiente di deflusso pari a 1,0 per le parti considerate impermeabili (tetti e coperture), di 0,7 per le superfici semi-permeabili (strada asfaltata e aree pavimentate) e di 0,3 per le superfici semi-permeabili dotate di una buona capacità di drenaggio (aree in Erba block o ghiaietto).

Infine, trascurando le aree a verde, la piscina progettuale e le aree non trasformate, perché non rientrano all'interno dello studio di invarianza idraulica, si calcola, un **coefficiente di deflusso medio ponderale pari a 0,69.**

Tabella 1

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\leq 0,03$ ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ 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)	$\leq 0,4$		
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. 9 - Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e modalità di calcolo previsti dall'art.9 del R.R. n°8 del 2019.

La superficie scolante impermeabile equivalente, stimata sulla base di quanto riportato nell'art. 12 comma 2 del R.R. 8/2019, risulta pari a **5.652,4 m²**.

Di conseguenza, utilizzando un valore parametrico 500 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile (Aree B), il volume minimo di laminazione d'invaso richiesto da normativa, risulterebbe:

W= 394,4 m³ (W = volume requisito minimo).

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, dell'esecuzione all'interno dell'area progettuale, di prove di permeabilità descritte nel presente elaborato (vedi Cap. 3), 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, il volume di laminazione d'invaso da adottare, secondo il suddetto Requisito Minimo sarà:

$$\mathbf{W = 276,1\ m^3\ (W = \text{volume requisito minimo} - \text{ridotto del 30\%}).}$$

4.4 Calcolo del volume di laminazione – Procedura dettagliata

Nel caso di "Impermeabilizzazione potenziale alta" in ambiti territoriali a criticità alta o media, come quello in cui ricade l'area di progetto, per il calcolo dei volumi idrici da smaltire si deve procedere con la 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 (km²) = 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.

Considerando che l'area di progetto ricade entro lo scenario a media criticità idraulica (Area B), gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore 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 20 l/s.



Fig. 10 - Individuazione dell'area pluviometrica omogenea e dei parametri pluviometrici utili forniti dal sito Web ARPA Lombardia.

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 collega 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: $a_1 = 27,02$ mm/h e $n = 0,261$ (n) per durate D 1-24 ore e $w_T = 1,98$, indica un'**altezza critica delle precipitazioni (h) pari a 86,26 (mm/h)**.

Secondo quanto previsto dalla procedura dettagliata – metodo razionale - si procede all'individuazione del **volume critico W_0 di laminazione (Fig. 13)**, dato dalla precedente relazione, per le tre superfici (semipermeabile drenante, semipermeabile ed impermeabile) di progetto considerate:

- Superficie semipermeabile (drenante) di progetto: $3.544,6 \text{ m}^2 \rightarrow W_0 = 33,3 \text{ m}^3$
- Superficie semipermeabile di progetto: $3.518,3 \text{ m}^2 \rightarrow W_0 = 107,0 \text{ m}^3$
- Superficie impermeabile di progetto: $4.342,2 \text{ m}^2 \rightarrow W_0 = 214,9 \text{ m}^3$

Volume totale critico W_0 di laminazione = 355,2 m³

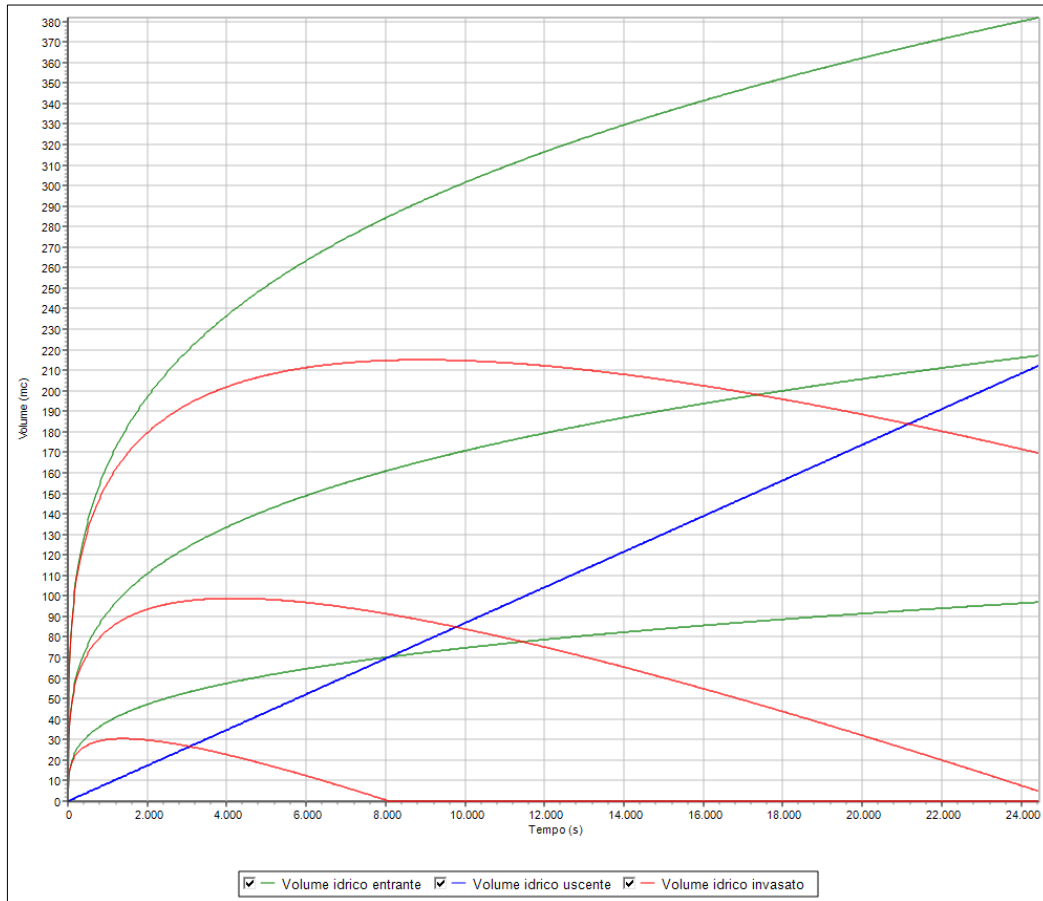


Fig. 11 - Bilancio dei volumi idrici all'interno del sistema di laminazione nel tempo, secondo la Procedura dettagliata – Metodo Razionale.

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%:

$$W_0 = 355,2 \text{ m}^3 > W = 276,1 \text{ m}^3$$

Di conseguenza la progettazione del sistema di laminazione dovrà prevedere l'utilizzo del seguente volume critico: **$W_0 = 355,2 \text{ m}^3 \rightarrow$ Volume minimo di laminazione da considerare in progetto e da smaltire entro 48 ore.**

5. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI 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 di prima pioggia mediante la realizzazione di **tubi drenanti** e **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 combinato di pozzi perdenti e tubazioni drenanti.

In generale, all'interno del sito di progetto, è stata constatata inizialmente la presenza, di un primo spessore pari a circa 0,6/1,2 m costituito da uno strato superficiale vegetale limoso-sabbioso. Seguito fino ad almeno -4,4/-5,0 m dal p.c., da depositi glaciali della Morena di Fondo costituiti da limi sabbiosi debolmente argillosi, a cui sono stati attribuiti valori di permeabilità medi (da $1,05 \times 10^{-5}$ m/s a $1,27 \times 10^{-5}$ m/s) con discrete capacità di drenaggio. Oltre le suddette profondità sono stati rinvenuti depositi argilloso-limosi appartenenti alla medesima unità della Morena di Fondo.

Inoltre, si specifica che durante l'esecuzione delle indagini in sito, non è stata rilevata la presenza di acquiferi superficiali, fino ad una profondità di circa -5/-6 m rispetto al piano campagna esistente.

I volumi delle acque piovane, scaturiti dallo scorrimento superficiale su aree considerate completamente impermeabili (tetti e coperture) e semi-permeabili (strade asfaltate, aree pavimentate, in Erba block e ghiaietto) sono stati determinati mediante lo studio di invarianza idraulica svolto nel precedente capitolo.

Volume delle acque piovane da smaltire in 48 ore: $W_0 = 355,2 \text{ m}^3$

5.1 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, oltre un primo orizzonte superficiale vegetale, inizialmente da depositi limoso sabbiosi debolmente argillosi, permeabili per porosità, caratterizzati da una permeabilità complessivamente media. Tali depositi ricoprono la sottostante unità della costituita prevalentemente da depositi argilloso-limosi, con permeabilità basse.

Per la stima dei valori di permeabilità k sono state eseguite all'interno del lotto di progetto specifiche prove di permeabilità all'interno degli scavi esplorativi; tali dati sono stati confrontati con i dati reperiti da letteratura, riguardanti le caratteristiche di permeabilità dei terreni, sia da stratigrafie di alcuni pozzi terebrati in aree limitrofe a quella di studio.

L'area di studio è caratterizzata quasi omogeneamente, oltre il primo strato di depositi superficiali, da terreni costituiti da limi sabbiosi debolmente argillosi, fino a circa -3,6/-4,4 m dal p.c., ($k=1,05 \cdot 10^{-5} / 1,27 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$), passando in profondità a sequenze prevalentemente argilloso-limose a permeabilità bassa ($k < 1,0 \cdot 10^{-6} / 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$). Ne consegue che, sulla base dei dati raccolti dalle prove in situ, ai terreni presenti all'interno dell'area d'interesse, fino ad una profondità di circa -3,6/-4,4 m di profondità dal p.c., possono essere attribuiti valori di permeabilità medi, con discrete capacità di drenaggio.

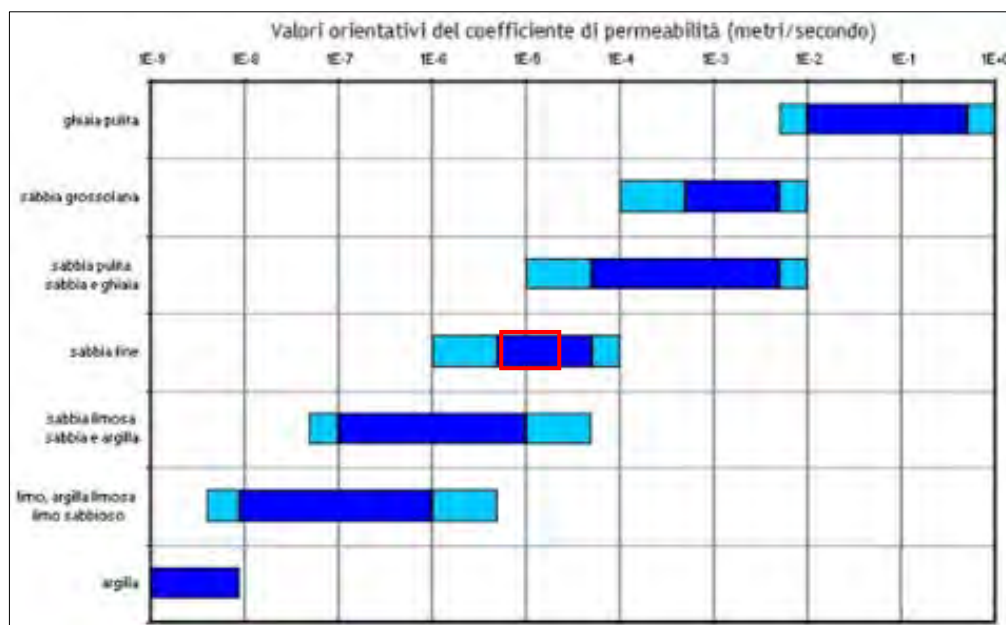


Fig. 12 - Valori indicativi del coefficiente di permeabilità.

5.2 Dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque di prima pioggia

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.

Per quanto riguarda i pozzi perdenti, essi dovranno essere costituiti da una colonna di dispersione ad anelli sovrapposti, in calcestruzzo prefabbricati e fessurati o forati, di diametro noto (**Fig. 13**). 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 0,60 m**.

Allo stesso modo, la tubazione drenante, a sezione circolare, dovrà essere costituita da elementi in calcestruzzo prefabbricati, forati e da un **dreno a sezione quadrata (1,0x1,0 m)**, costituito da materiale grossolano (**Fig. 14**).

Nel dimensionamento del sistema di dispersione (pozzi e tubi) è stato tenuto conto, infatti, dell'incremento di volume conseguente alla posa al contorno di tale materiale di grossa pezzatura indicato.

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.

In funzione della tipologia di opere prescelte per lo smaltimento delle acque meteoriche, e cioè per pozzi a forma circolare, e tubazioni drenanti, entrambi di diametro costante, sono stati innanzitutto stimati la capacità di smaltimento ed il volume d'accumulo disponibile per dai pozzi e dal tubo drenante. Si specifica che per la capacità di smaltimento dei pozzi perdenti, è stato considerando cautelativamente, solo il tratto a partire da -0,50 m di profondità dal p.c..

Si riportano di seguito le principali caratteristiche geometriche, idrogeologiche e realizzative, delle opere di invarianza proposte:

Profondità complessiva pozzo perdente (m)	Spessore Filtrante (m)	Diametro pozzo (m)	Volume invasato da n°1 pozzo perdente (m³)	Volume invasato da n°1 dreno esterno di spessore 0,6 m (m³)	Volume d'accumulo totale di n°5 pozzi compreso i dreni (m³)
3,0	2,5	2,0	9,4	8,1	87,5

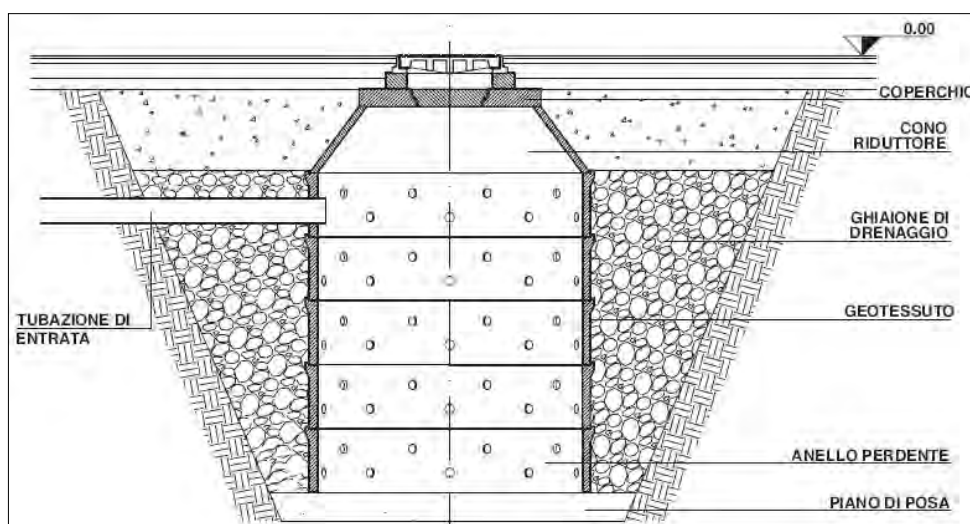


Fig. 13 - Schema costruttivo del pozzo perdente per lo smaltimento delle acque di prima pioggia, da realizzare fino a -3,0 m dal p.c.

Diametro tubazione drenante (mm)	Lunghezza Lineare (m)	Dimensione dreno esterno (m)	Volume invasato dalla tubazione (m³)	Volume invasato dal dreno esterno (m³)	Volume d'accumulo totale tubazione compreso il dreno (m³)
600	445,3	1,0x1,0	101,9	171,7	273,6

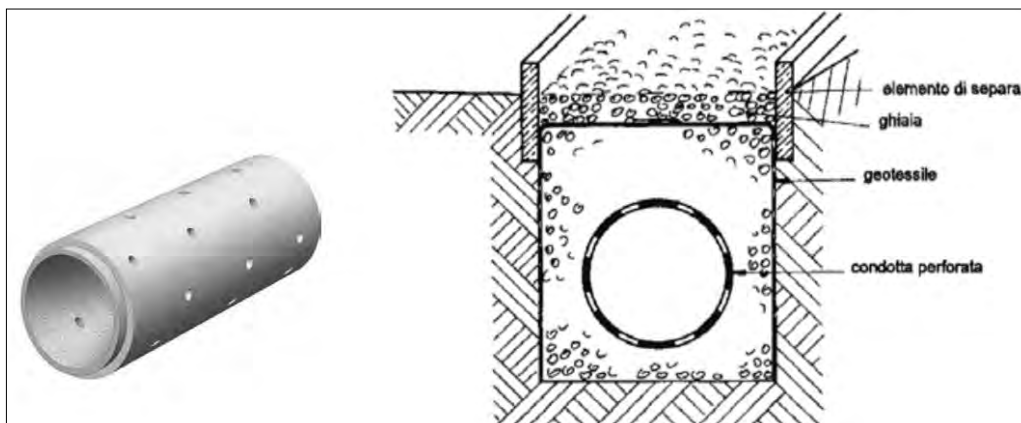


Fig. 14 - Schema illustrativo tubazione drenante (diametro 600 mm).

Come ampiamente descritto nel precedente capitolo, il regolamento prevede l'utilizzo del volume calcolato mediante la *Procedura dettagliata* ($W_0=355,2 \text{ m}^3$).

Quest'ultimo infatti è risultato essere leggermente maggiore del volume derivante dal valore parametrico del volume minimo d'invaso previsto per la criticità idraulica assegnata al progetto, in questo caso pari 500 m^3 (Area B) per ettaro di superficie scolante impermeabile, ridotto del 30% ($W=276,1 \text{ m}^3$).

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

Volume immagazzinato da n°5 pozzi perdenti compreso i dreni (m^3)	Volume immagazzinato dai tubi drenanti compreso i dreni (m^3)	Volume d'accumulo totale (m^3)	Quantità d'acqua convogliata (m^3)	Capacità di Smaltimento totale (l/s)	Tempo di svuotamento (ore)
87,5	273,6	361,1	355,2	5,3	28,2 < 48

Considerando il volume da laminare (Procedura Dettagliata) in funzione della portata complessiva uscente dai pozzi e dalle tubazioni drenanti (infiltrazione nel terreno), si ricava il tempo necessario per filtrare tutto il volume di laminazione di acqua meteorica calcolato, pari a **28,2 ore** (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 dei pozzi ($87,5 \text{ m}^3$), unitamente al volume d'acqua invasato dall'intera tubazione drenante ($273,6 \text{ m}^3$), maggiore del volume delle acque da smaltire secondo lo studio di invarianza ($361,1 \text{ m}^3 > 355,2 \text{ m}^3$).

La realizzazione di un sistema combinato, costituiti da n°5 pozzi disperdenti del diametro di 2,00 m e profondi -3,00 m dal p.c. generale, unitamente ad una tubazione drenante del diametro di 600 mm, ubicati come indicato nella planimetria di progetto delle

opere di smaltimento delle acque di scorrimento superficiale (**Fig. 15**), risulta quindi conforme allo studio di invarianza idraulica eseguito.

Si segnala che, qualora in fase esecutiva vengano effettuate delle scelte progettuali e/o realizzative differenti dalle suddette caratteristiche geometriche (profondità, diametro, superficie in pianta ecc.), le opere di smaltimento dovranno comunque garantire l'immagazzinamento dei volumi di laminazione totali calcolati (355,2 m³); si dovrà pertanto procedere con la revisione dei calcoli dei volumi da laminare sulla base delle suddette modifiche geometriche.

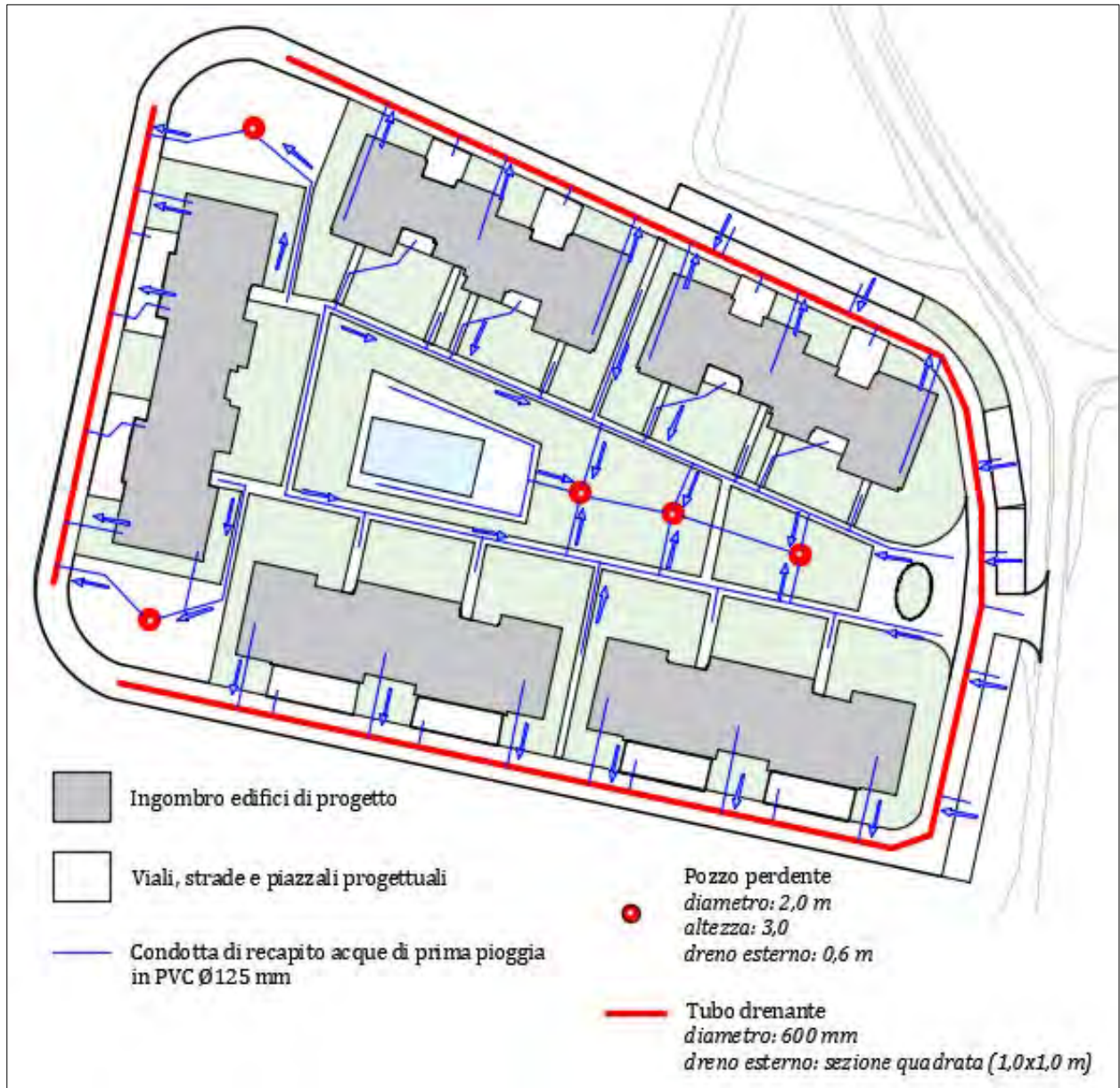


Fig. 15 - Individuazione del sistema di dispersione, costituito da n°5 pozzi perdenti e da tubazioni drenanti, conformemente allo studio di invarianza idraulica.

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.

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.

Serve inoltre ad assicurare alle strutture stesse un periodo di vita più lungo, 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 prescritte (tubi drenanti e pozzi filtranti), e potranno essere eseguite da operai generici, ad esclusione delle azioni dirette ai componenti costruttivi (tessuti, materiale granulare esterno, anelli forati, tubi di collettamento) delle opere filtranti, le quali dovranno essere effettuate da tecnici esperti e/o direttamente dalla ditta esecutrice.

6.1 Operazioni di manutenzione ordinaria

Sono quegli interventi da svolgersi ogni 6 mesi:

- Pulizia rifiuti e rimozione detriti sia all'interno degli invasi che nelle tubazioni accessorie;
- Rimozione eventuali specie vegetali infestanti;
- Eliminazione fenomeni di intasamento/scorrimento della rete di scolo.

6.2 Operazioni di manutenzione straordinaria

Sono 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 di invarianza idraulica.

In tal caso saranno da eseguire le suddette operazioni già elencate come manutenzione ordinaria, in aggiunta a quelle periodiche prescritte.

Si ritiene specificare in ultimo 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.

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 progetto di ristrutturazione mediante demolizione e ricostruzione di un fabbricato esistente, sito in Località Brognoli, nel Comune di Desenzano del Garda (BS).

Il lotto oggetto d'intervento consta di una superficie di trasformazione totale di 11.405,1 m², suddivisa in aree soggette a coperture impermeabili (4.342,2 m²), aree semi-permeabili, ovvero la strada asfaltata e le aree pavimentate (3.518,3 m²), e aree semi-permeabili dotate di una buona capacità di drenaggio (3.544,6 m²), ovvero le aree in Erba block e in ghiaietto.

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

Il comune di Desenzano del Garda ricade nelle aree B – a media criticità idraulica, inoltre, sulla base dell'entità delle opere l'intervento, il progetto è stato classificato come Intervento a *Impermeabilizzazione Potenziale Media*.

Per l'individuazione dei volumi da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrogeologica è stata utilizzata la “*procedura dettaglia*”, come previsto in Tabella 1 del suddetto R.R. n° 8 del 2019.

L'applicazione di tale metodo ha condotto al calcolo del volume di laminazione pari a 355,2 m³, maggiore di quello minimo previsto dall'art. 12 del R.R. (ridotto del 30% secondo l'art. 11 comma 2, lettera e, numero 3, del regolamento vigente), che per l'area in esame corrisponde a 276,1 m³. Pertanto, la progettazione del sistema di dispersione ha previsto l'utilizzo del volume critico ricavato dal suddetto calcolo (procedura dettagliata).

In generale, all'interno del sito di progetto, è stata constatata inizialmente la presenza, di un primo spessore pari a circa 0,6/1,2 m costituito da uno strato superficiale vegetale limoso-sabbioso. Seguito fino ad almeno -4,4/-5,0 m dal p.c., da depositi glaciali della Morena di Fondo costituiti da limi sabbiosi debolmente argillosi, a cui sono stati attribuiti valori di permeabilità medi (da $1,05 \times 10^{-5}$ m/s a $1,27 \times 10^{-5}$ m/s) con discrete capacità di drenaggio. Oltre le suddette profondità sono stati rinvenuti depositi argilloso-limosi appartenenti alla medesima unità della Morena di Fondo.

Pertanto, è stata ipotizzata in questa fase, la realizzazione di una tubazione circolare in calcestruzzo, forata, di diametro pari a 600 mm, con dreno esterno a sezione quadrata (1,0x1,0 m), unitamente a n° 5 pozzi perdenti di diametro 2,0 m, profondità massima pari a 3,0 m a partire dal p.c., con dreno esterno di almeno 0,6 m di spessore costituito da ciottoli di grossa pezzatura omogenea.

A tal proposito, si specifica che per garantire la corretta efficienza di tale sistema di dispersione, si dovrà verificare in fase esecutiva che sia i pozzi perdenti che la tubazione drenante, siano correttamente intestati all'interno dei depositi natura limoso-sabbiosa, ritenuti idonei al corretto smaltimento dei volumi d'acqua progettuali.

Il dimensionamento del sistema di filtrazione ha verificato che la **realizzazione di n° 5 pozzi disperdenti, unitamente ad una tubazione drenante**, 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 14,6 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 vengano effettuate delle scelte progettuali e/o realizzative differenti dalle suddette caratteristiche geometriche (profondità, diametro, superficie in pianta ecc.), le opere di smaltimento dovranno comunque garantire l'immagazzinamento dei volumi di laminazione totali calcolati (355,2 m³); si dovrà pertanto procedere con la revisione dei calcoli dei volumi da laminare sulla base delle suddette modifiche geometriche.

Sulla base del quadro normativo fornito e delle caratteristiche idrologiche e idrauliche dell'area in oggetto, gli interventi di progetto 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.

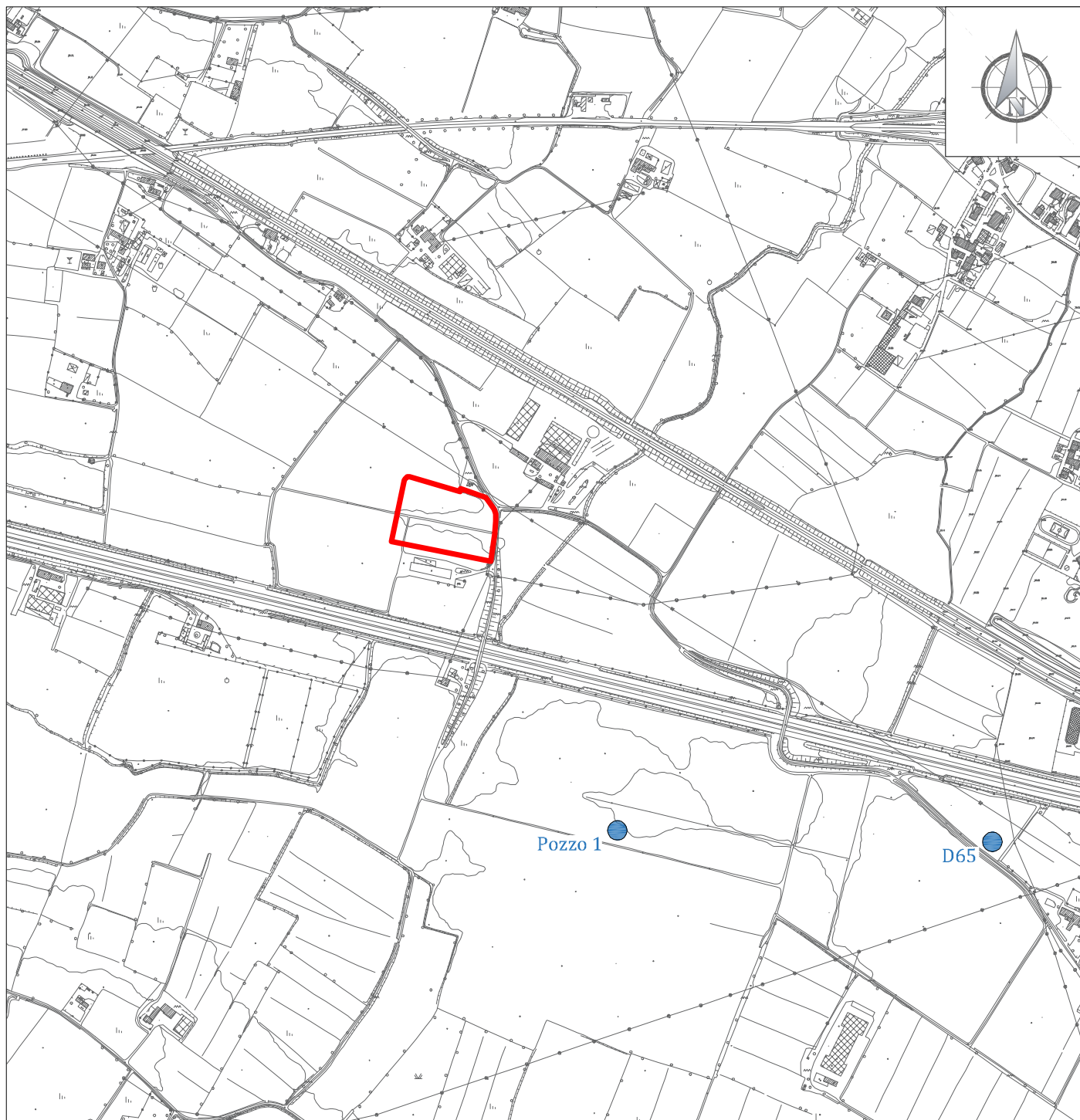
Desenzano del Garda, 17 Novembre 2021

Dott. Geol. Niccolò Crestana

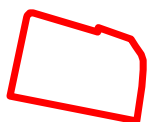


COROGRAFIA CON UBICAZIONE DELL'AREA D'INDAGINE
E DEI POZZI CON STRATIGRAFIA
SCALA 1:10.000

Tav. 1



LEGENDA



Area in esame

D65



Pozzo con stratigrafia
in allegato



CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI
Viale Michelangelo, 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 - 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
web: www.crestanasrls.com
P.IVA e C.F. 03632850982

Località: Località Brognoli - Desenzano d/G (BS)

DATA 20/10/2021

Committente: Parolini S.p.A.

SCAVO T1

Tecnico: Dott. Geol. N. Crestana

QUOTA INIZIO p.c.

Escavatore: Terna JCB 3CX

Profondità m da p.c.	Stratigrafia	Campioni profondità da p.c.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	VOC	Profondità m da p.c.	Prova di permeabilità a carico variabile
0,00			Limo sabbioso debolmente argilloso, asciutto, di colore marrone chiaro.			
2,90						$K=1,05 \cdot 10^{-5}$ m/s
			Descrizione eseguita utilizzando il criterio granulometrico per le terre (AGI 1977), secondo cui il terreno viene denominato gerarchicamente con il nome della frazione con percentuale maggiore. Successivamente, la frazione gerarchicamente inferiore viene preceduta dal termine "con" se la percentuale è compresa tra il 25% e il 50%, dal suffisso "oso" se la percentuale è compresa tra il 10% e il 25%, oppure dal suffisso "debolmente oso" se la percentuale è compresa tra il 5% e il 10%.			



CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI
Viale Michelangelo, 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 - 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
web: www.crestanasrls.com
P.IVA e C.F. 03632850982

Località: Località Brognoli - Desenzano d/G (BS)

DATA 20/10/2021

Committente: Parolini S.p.A.

SCAVO T2

Tecnico: Dott. Geol. N. Crestana

QUOTA INIZIO p.c.

Escavatore: Terna JCB 3CX

Profondità m da p.c.	Stratigrafia	Campioni profondità da p.c.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	VOC	Profondità m da p.c.	Prova di permeabilità a carico variabile
0,00			Limo sabbioso debolmente argilloso, asciutto, di colore marrone chiaro.			
2,00						K=1,27*10 ⁻⁵ m/s
			Descrizione eseguita utilizzando il criterio granulometrico per le terre (AGI 1977), secondo cui il terreno viene denominato gerarchicamente con il nome della frazione con percentuale maggiore. Successivamente, la frazione gerarchicamente inferiore viene preceduta dal termine " con " se la percentuale è compresa tra il 25% e il 50%, dal suffisso " ..oso " se la percentuale è compresa tra il 10% e il 25%, oppure dal suffisso " debolmente ..oso " se la percentuale è compresa tra il 5% e il 10%.			

ALLEGATO E

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

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

La/Il sottoscritto/o 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 Ordine dei geologi della Lombardia della Provincia di
Regione n. 1691
incaricata/o dal/i signor/i in qualità di
[] proprietario, [] utilizzatore [] legale rappresentante del Parolini S.p.A.
di redigere il Progetto di invarianza idraulica e idrologica per l'intervento di Ricostruzione mediante demolizione e
ricostruzione di un fabbricato esistente
sito in Provincia di Brescia Comune di Desenzano d/G
in via/piazza Località Brognoli n.
Foglio n. 43 Mappale n. 181

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 Desenzano d/G, 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). B....., 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 5,3, che equivale ad una portata infiltrata pari a 6,7 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, 17/11/2021

(luogo e data)

Il Dichiarante

