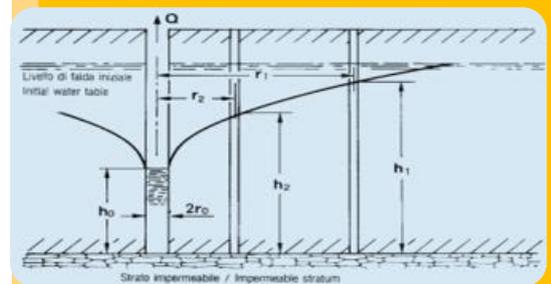
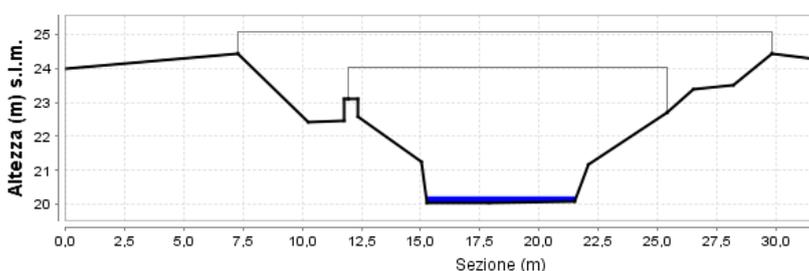
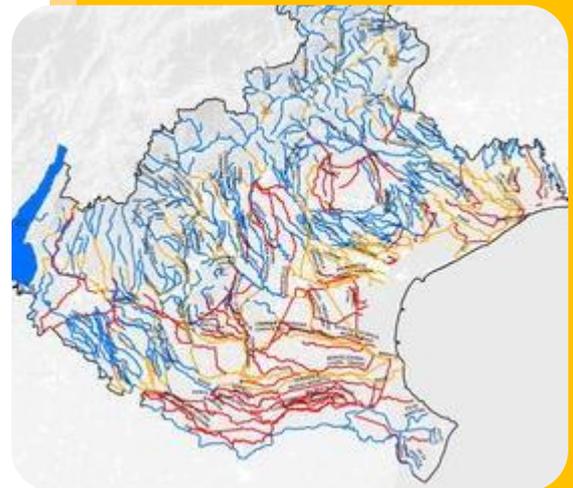
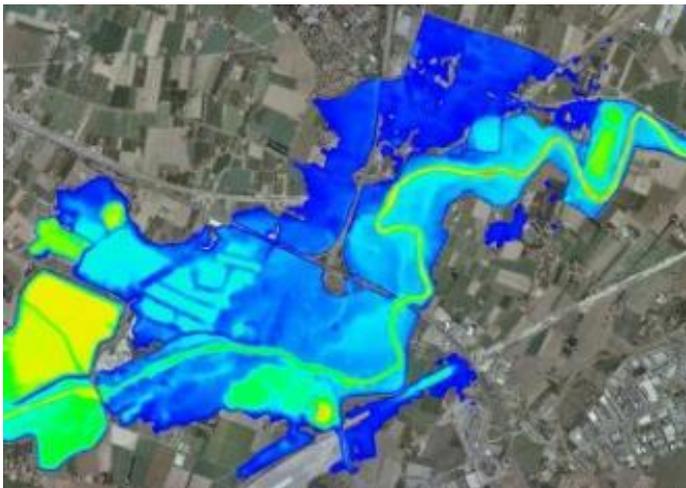




Regione Veneto
Provincia di Vicenza
COMUNE DI VICENZA



STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA



(D.G.R.V. n°3637/2002 - D.G.R.V. n° 2948/2009)

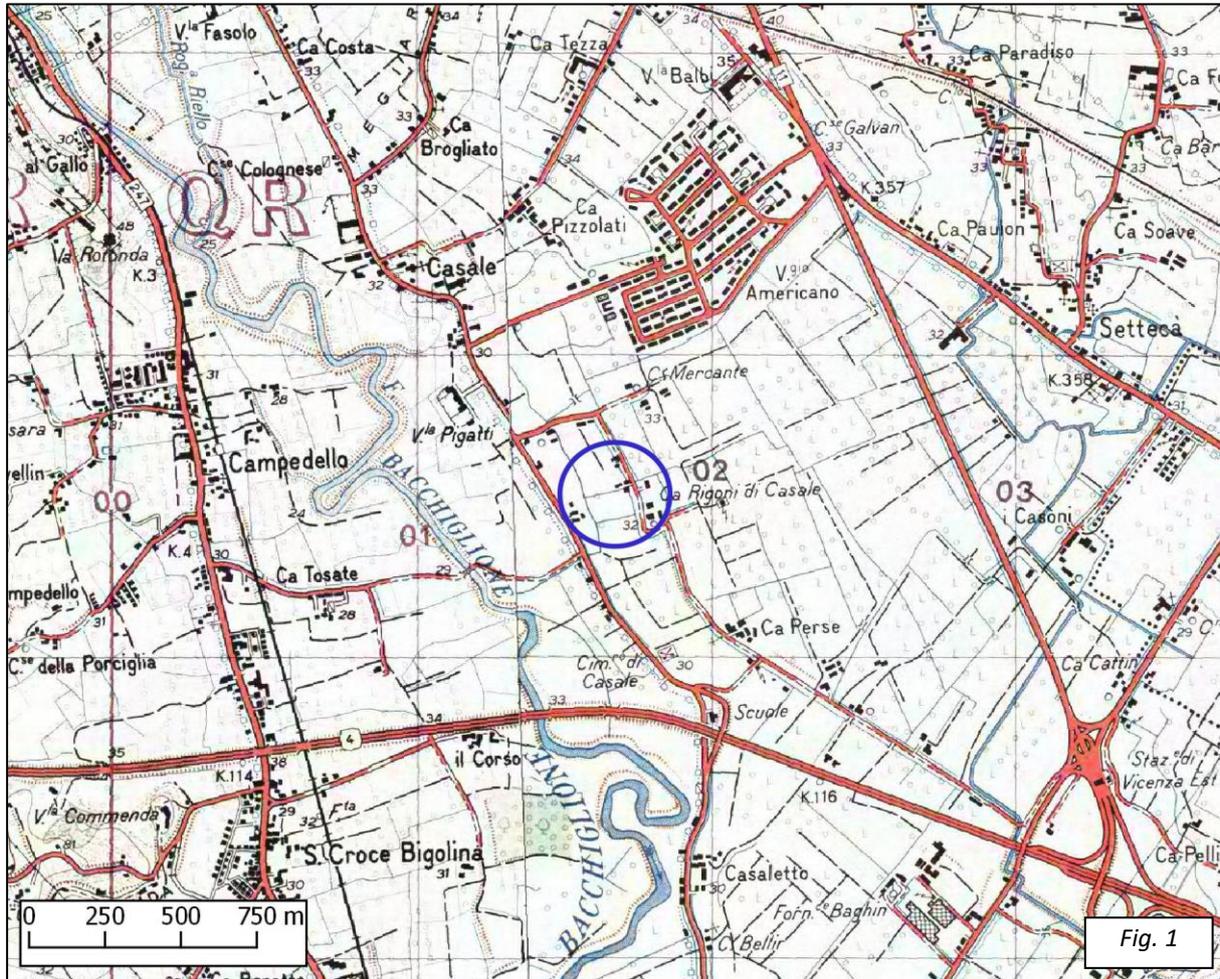
Studio di compatibilità idraulica a corredo del Piano Urbanistico Attuativo zona residenziale di espansione C16, in loc. Casale

INDICE

1.	PREMESSE	3
2.	INQUADRAMENTO NORMATIVO	4
3.	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	7
3.1.	Ubicazione e caratteri geomorfologici principali	7
3.2.	Inquadramento geologico e geomorfologico generale.....	9
3.3.	Pericolosità idraulica	12
3.3.1.	Piano Territoriale Provinciale di Coordinamento, PTCP	12
3.3.2.	Piano di Assetto del Territorio PAT	13
3.3.3.	Piano Gestione Rischio Alluvioni PGRA del distretto delle Alpi Orientali.....	14
3.4.	Vincoli	17
4.	MODELLO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO LOCALE	19
4.1.	Modello geologico ed idrogeologico.....	19
4.2.	Permeabilità dei terreni superficiali.....	19
5.	PARAMETRI IDROLOGICI ED IDRAULICI	22
5.1.	Premessa.....	22
5.2.	Determinazione dell'afflusso meteorico lordo	22
5.2.1.	Tempo di ritorno	22
5.2.2.	Curve di possibilità pluviometrica	22
5.3.	Determinazione dell'afflusso meteorico netto	23
5.4.	Trasformazione afflussi in deflussi.....	24
6.	MITIGAZIONE DELL'IMPATTO IDRAULICO	26
6.1.	Calcolo dei volumi d'invaso.....	26
6.2.	Interventi di mitigazione suggeriti	27
7.	INDICAZIONI PER UNA CORRETTA MANUTENZIONE DEL SISTEMA DI RACCOLTA	28
8.	CONCLUSIONI.....	29

1. PREMESSE

Su incarico e per conto dei **Sig.ri Pizzolato Aldo e Pizzolato Franca** è stato redatto il presente “STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA” a corredo del Piano Urbanistico Attuativo zona residenziale di espansione C16, in Strada Caperse, in Località Casale, in Comune di Vicenza, in Provincia di Vicenza (Fig. 1 - Corografia alla scala 1:25.000, estratto da IGM Foglio n°50, Quadrante IV, Orientamento S.E. “Vicenza”).



Il presente documento valuta in particolare l'invarianza idraulica relativamente alle opere in progetto, così come descritto più specificatamente nei paragrafi successivi.

Lo studio in esame si è articolato nei seguenti punti:

- acquisizione ed esame critico degli elaborati progettuali preliminari;
- acquisizione di fonti bibliografiche e cartografiche a carattere geologico, idrogeologico ed idrologico;
- analisi della normativa vigente a livello comunale (PATI, PI) e sovracomunale (PTA);
- studio idrogeologico con elaborazione statistico- probabilistica delle precipitazioni;
- studio idraulico ed idrogeologico finalizzato alla valutazione di massima di invaso idrico per le aree interessate;
- valutazione degli interventi di mitigazione idraulica da realizzarsi all'interno delle aree interessate;
- scelta e dimensionamento preliminare del sistema di invaso e smaltimento autonomo delle acque meteoriche.

Geol. RIMSKY VALVASSORI – Studio di Geologia Tecnica

✉ 36100 VICENZA – Via dell'Oreficeria, 30/L

☎: 0444.340136 - ☎: 0444.809179 - Ordine dei Geologi del Veneto n°507

C.F. VLVRSK71H02A794P - P. IVA 02662110242

📧: info@studiogeosistemi.it – http://: www.studiogeosistemi.it – 📞 335.8154346

Per la stesura della presente relazione tecnica, oltre a riferimenti di archivio e bibliografici, sono stati utilizzati i dati sperimentali contenuti nella *“Relazione di Compatibilità Geologica, Geomorfologica E Idrogeologica a corredo del Piano Urbanistico Attuativo zona residenziale di espansione C16, a Casale”* redatta dallo scrivente nel luglio 2020.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Nel presente documento sono analizzate, in relazione all'intervento di trasformazione previsto, le problematiche di carattere idraulico, considerando anche le zone di tutela e fasce di rispetto a fini idraulici ed idrogeologici; sono state quindi indicate la tipologia e la consistenza delle misure compensative da adottare al fine di non aggravare l'esistente livello di rischio idraulico.

La Valutazione di compatibilità idraulica viene redatta a supporto di ogni nuovo strumento urbanistico, come previsto inizialmente dalla Legge 267 del 30/08/1998 “.....al fine di consentire una più efficace prevenzione dei dissesti idrogeologici", valutando “..... le possibili alterazioni del regime idraulico.....” che le nuove previsioni urbanistiche possono causare. Per l'ambito oggetto di studio “..... dovranno essere analizzate le problematiche di carattere idraulico, individuate le soluzioni di massima nonché fornite le prescrizioni per l'attuazione di queste"

Successivamente, la Legge 11 dicembre 2000 n°365 (di conversione del D.L. 279/2000), recante le norme riguardanti gli “Interventi urgenti per le aree a rischio idro-geologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali”, ha introdotto alcune rilevanti novità rispetto all'iter procedurale di adozione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico, in precedenza previsto dalla legislazione del 1998 (D.L. 180/98 convertito con la Legge n°267 del 3 agosto 1998).

*Il presente studio è stato redatto in ottemperanza alla **D.G.R. del Veneto n°3637 del 13/12/2002** “L. 3 agosto 1998, n. 267 - Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici”, le cui modalità operative sono state fissate dalla **D.G.R. n° 1322 del 10 maggio 2006** e aggiornata dalla **D.G.R. del Veneto n° 2948 del 2009** “Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici - Modalità operative ed indicazioni tecniche”.*

Tale normativa individua i seguenti scopi nell'ambito delle trasformazioni urbanistiche: “Lo studio idraulico deve verificare l'ammissibilità delle previsioni contenute nello strumento urbanistico considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali e le possibili alterazione del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo possono venire a determinare;”; “Nella valutazione devono essere verificate le variazioni della permeabilità e della risposta idrologica dell'area interessata conseguenti alle previste mutate caratteristiche territoriali nonché devono essere individuate idonee misure compensative, come nel caso di zone non a rischio di inquinamento della falda, il reperimento di nuove superfici atte a favorire l'infiltrazione delle acque o la realizzazione di nuovi volumi di invaso, finalizzate a non modificare il grado di permeabilità del suolo e le modalità di risposta del territorio agli eventi meteorici. Deve essere quindi definita la variazione dei contributi specifici delle singole aree prodotte dalle trasformazioni dell'uso del suolo e verificata la capacità della rete drenante di sopportare i nuovi apporti. In particolare, in relazione alle caratteristiche della rete idraulica naturale o artificiale che deve accogliere le acque derivanti dagli afflussi meteorici, dovranno essere stimate le portate massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di eventi estremi.”; “Lo studio di compatibilità può altresì prevedere la realizzazione di interventi di mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione del pericolo”.

*E' stato fatto inoltre diretto riferimento alla normativa nazionale riguardante gli aspetti qualitativi delle acque reflue e di drenaggio, e precisamente al **Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006** “Norme in materia ambientale”; si cita infine il recente **Piano di Tutela delle Acque** e precisamente le Norme Tecniche di Attuazione,*

pubblicate sul B.U.R. del 8 dicembre 2009 e specificatamente all'Art. 39 – Acque meteoriche di dilavamento, acque di prima pioggia e acque di lavaggio, come modificato dalla **DGRV n.842 del 15/05/2012**.

In riferimento al sito in oggetto si riporta quanto contenuto nell'Allegato A alla D.G.R. del Veneto n° 2948 del 2009 che nelle indicazioni operative cita "In caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge (coefficiente di filtrazione maggiore di 10-3 m/s e frazione limosa inferiore al 5%), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione. Questi sistemi, che fungono da dispositivi di reimmissione in falda, possono essere realizzati, a titolo esemplificativo, sotto forma di vasche o condotte disperdenti posizionati negli strati superficiali del sottosuolo in cui sia consentito l'accumulo di un battente idraulico che favorisca l'infiltrazione e la dispersione nel terreno. I parametri assunti alla base del dimensionamento dovranno essere desunti da prove sperimentali. Tuttavia le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata. Qualora si voglia aumentare la percentuale di portata attribuita all'infiltrazione, fino ad una incidenza massima del 75%, il progettista dovrà documentare, attraverso appositi elaborati progettuali e calcoli idraulici, la funzionalità del sistema a smaltire gli eccessi di portata prodotti dalle superfici impermeabilizzate rispetto alle condizioni antecedenti la trasformazione, almeno per un tempo di ritorno di 100 anni nei territori di collina e montagna e di 200 anni nei territori di pianura."

In riferimento a quanto riportato nella D.G.R. del Veneto n° 2948 del 2009 "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici - Modalità operative ed indicazioni tecniche", l'allegato A della su indicata Delibera, fornisce "Modalità operative e indicazioni tecniche" delle nuove Valutazioni di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. In particolare, l'allegato introduce la seguente classificazione dimensionale degli interventi urbanistici in base alla quale scegliere il tipo di indagine idraulica da svolgere e le tipologie dei dispositivi da adottare (la superficie di riferimento è quella per la quale è prevista la modificazione di uso del suolo):

Classe di intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha (1000 mq)
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese tra 0.10 ha e 1 ha (1000 e 10000 mq)
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese tra 1 ha e 10 ha (1000 e 100000 mq) – intervento su superfici di estensione oltre i 10 ha con impermeabilizzazione < 0.3
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con impermeabilizzazione > 0.3

In riferimento a quanto riportato in tabella l'intervento si classifica come "Modesta impermeabilizzazione potenziale".

Per quanto riguarda il Comune di Vicenza si fa diretto riferimento alla VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA redatta a corredo del Piano di Assetto Territoriale comunale e ai pareri degli enti competenti sul territorio in materia idraulica: Consorzio di Bonifica Riviera Berica (parere prot. n. 9178 del 20/11/2009) - Consorzio di Bonifica Medio Astico Bacchiglione (parere prot. n. 9540 del 24/11/2009) e Genio Civile di Vicenza (parere prot. n. 666988 del 30/11/2009). Le prescrizioni contenute nei pareri sono inoltre state recepite nelle Norme Tecniche di Attuazione, assumendo pertanto carattere normativo.

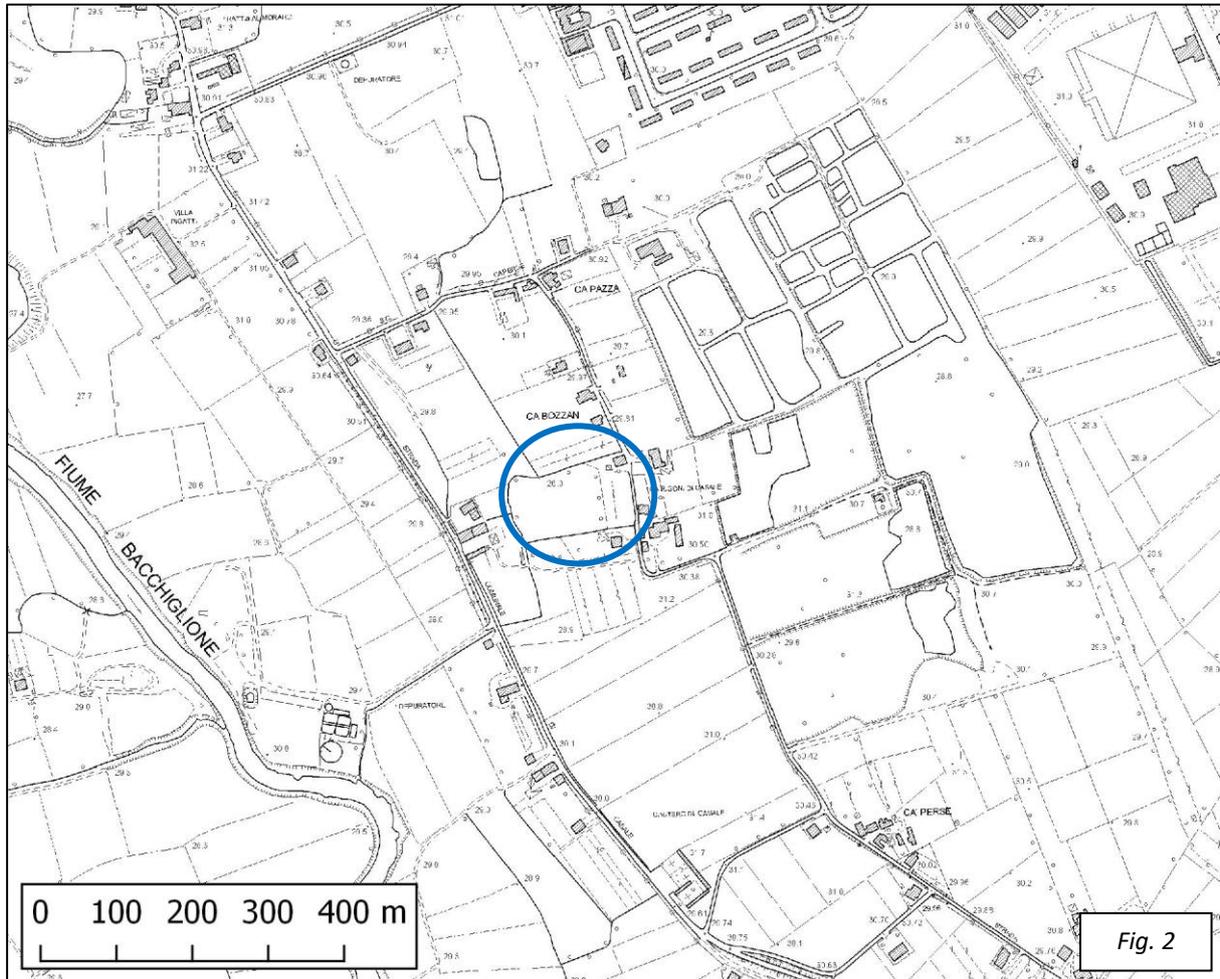
Inoltre si tiene conto di quanto riportato nella Valutazione di Compatibilità Idraulica allegata al Piano degli Interventi del Comune di Vicenza; in particolare il cap. 4 -Pareri Enti competenti: *“In particolare per quanto concerne i valori minimi del volume di invaso da adottare per la progettazione delle opere di mitigazione con riferimento a tempi di ritorno di 50 anni vengono determinati per ogni Ambito Territoriale Omogeneo (ATO), così come classificati nel PAT, come segue:*

- **210 mc/ha di superficie impermeabilizzata entro le aree soggette a trasformazione urbanistica inserite nell'ATO n. 4 “servizi di gestione urbana con sup. di nuova impermeabilizzazione non superiore al 10 %;**
- **230 mc/ha di superficie impermeabilizzata entro le aree soggette a trasformazione urbanistica inserite nell'ATO n. 5 e ATO n. 8 “aree a destinazione residenziale con sup. di nuova impermeabilizzazione non superiore al 10 %”;**
- **265 mc/ha di superficie impermeabilizzata entro le aree soggette a trasformazione urbanistica inserite nell'ATO n. 2, ATO n. 7 e ATO n. 8 “aree a destinazione residenziale con sup. di nuova impermeabilizzazione non superiore al 15 %”;**
- **320 mc/ha di superficie impermeabilizzata entro le aree soggette a trasformazione urbanistica inserite nell'ATO n. 6 “arena eventi stadio Menti” e nell'ATO n. 7 “aree a destinazione residenziale con sup. di nuova impermeabilizzazione non superiore al 20 %”;**
- **500 mc/ha di superficie impermeabilizzata entro le aree soggette a trasformazione urbanistica inserite nell'ATO n. 2, ATO n. 3, ATO n. 4, ATO n. 5, ATO n. 6, ATO n. 7, ATO n. 8 “aree a destinazione residenziale”;**
- **600 mc/ha di superficie impermeabilizzata entro le aree soggette a trasformazione urbanistica inserite nell'ATO n. 6 “aree a destinazione produttivo-logistica”;**
- **630 mc/ha di superficie impermeabilizzata entro le aree soggette a trasformazione urbanistica inserite nell'ATO n. 8 “servizio di gestione urbana con sup. di nuova impermeabilizzazione non superiore al 15%”.**

3. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

3.1. Ubicazione e caratteri geomorfologici principali

L'area di indagine è situata in corrispondenza di una porzione di terreno pianeggiante, in Località Casale, nel settore meridionale del territorio comunale di Vicenza (Fig. 2 – Corografia alla scala 1:10.000, estratto da C.T.R. Sezione n°125070 "Vicenza - Sud").



I principali centri abitati nelle vicinanze sono rappresentati dal capoluogo comunale di Vicenza, che dista circa 3,0 km in direzione Nord-Ovest, e dal nucleo urbano di Torri di Quartesolo, ubicato a circa 2,5 km verso Est.

Il territorio si presenta scarsamente antropizzato, con le strutture concentrate soprattutto in corrispondenza dei centri abitati e lungo le principali vie di comunicazione (Fig. 3 – Ortofoto a colori, non in scala), e presenta ingenti settori adibiti ad uso agricolo in prossimità dell'area di interesse.

Si cita inoltre la presenza dell'autostrada A4 (Torino-Trieste), collocata a circa 0,7 km in direzione Sud rispetto al sito d'interesse.

Dal punto di vista morfologico, il territorio si inserisce in una porzione pianeggiante debolmente inclinata verso Sud; le quote medie dei terreni sono pari a circa 26 m s.l.m..

Relativamente all'idrografia di superficie, l'elemento di maggior spicco è rappresentato dal Fiume Bacchiglione, che scorre circa 0,4 km ad Ovest dal sito in esame. Si segnala inoltre la presenza di una fitta rete di fossi e scoli

che solcano il territorio circostante nelle aree adibite a pratica agricola, tra cui si cita lo Scolo Casale 2, che lambisce il sito in studio, divenendo immissario del Fiume Bacchiglione qualche centinaio di metri più a Sud.



Fig. 3

Per quanto riguarda l'assetto geomorfologico si è fatto riferimento alla Carta delle Unità Geomorfologiche della Regione Veneto redatta alla scala 1:250000, di cui si riporta in Fig. 4 uno stralcio non in scala. Secondo tale cartografia, l'area in esame risulta posta in corrispondenza della fascia delle "Forme di accumulo", costituite da "Depositi fluvio-glaciali e alluvionali antichi e recenti".



Fig. 4



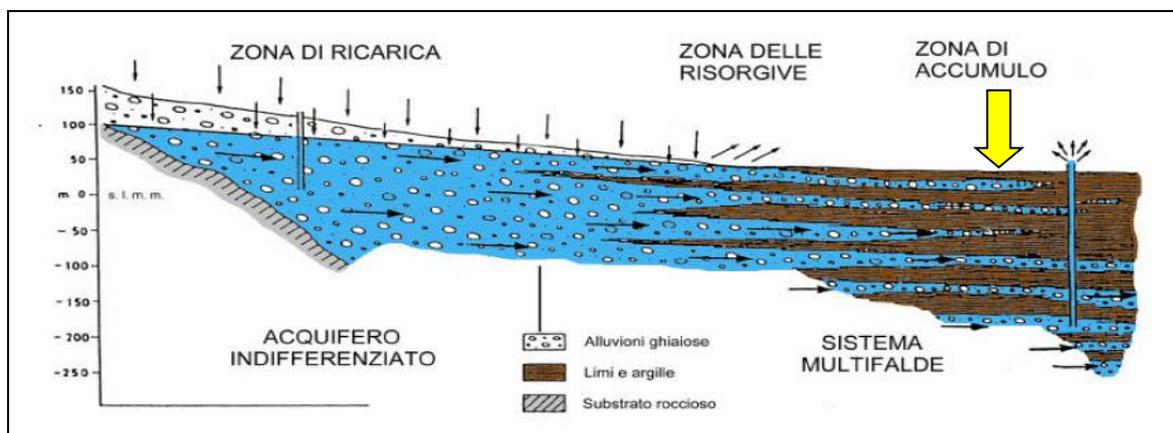
Depositi fluvio-glaciali e alluvionali antichi e recenti delle vallate alpine e pre-alpine e della fascia di conoidi pedemontane (Pleistocene e Olocene) (Adige, Garda, Valli Lessinee, Agno, Champo, Astico, Brenta, Piave, Livenza, Tagliamento)

3.2. Inquadramento geologico e geomorfologico generale

FONTE: NOTE ILLUSTRATIVE DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA DELLA PIANURA PADANA (A CURA DI) G.B. CASTIGLIONI & G.B. PELLEGRINI, COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO, TORINO, 2001/CARTA GEOLOGICA DEL VENETO, UNA STORIA DI CINQUECENTO MILIONI DI ANNI, S.E.L.C.A., FIRENZE; PAT DEL COMUNE DI VICENZA (ELABORATI SCRITTI E CARTOGRAFICI).

Dal punto di vista stratigrafico generale la “pianura veneta”, che comprende l’area di pianura in esame, risulta essere costituita dal rimaneggiamento fluviale dei prodotti di disfacimento delle Prealpi e Alpi Venete. Questi sono stati trasportati in pianura, a partire da circa 25000 di anni fa, dai complessi sistemi fluviali che in quel periodo rispecchiavano a grandi linee l’idrografia attuale; i grandi corsi d’acqua, alimentati dalle acque dei ghiacciai alpini in scioglimento, hanno portato in questo ultimo periodo dell’era Quaternaria alla deposizione degli ultimi 30 - 50 m di sedimenti della pianura.

Il territorio in studio si inserisce nella pianura Veneta, delimitata a nord dai rilievi prealpini, a sud dalla costa adriatica, a occidente dall’allineamento Monti Lessini - Colli Berici - Colli Euganei e chiusa verso oriente tra Udine e Gorizia.



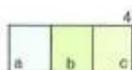
Sezione schematica del modello deposizionale della pianura veneta

L’area di pianura adiacente ai rilievi, l’alta pianura, è caratterizzata dalla presenza di estesi conoidi alluvionali (strutture a ventaglio che pongono il loro apice in corrispondenza dello sbocco in pianura dei principali fiumi alpini) che costituiscono uno spesso materasso alluvionale ghiaioso, per lo più indifferenziato. Queste strutture, oltre ad essere sovrapposte, sono anche compenstrate con quelle dei fiumi attigui, creando in questa fascia un sottosuolo uniformemente ghiaioso. In questa unità stratigrafica esiste un’unica potente falda idrica a carattere freatico, sostenuta dal substrato roccioso. Tale falda oscilla all’interno dell’acquifero a grande permeabilità in relazione alle fasi di magra e di piena del proprio regime. Al piede dei rilievi la falda si trova tra i 100 e i 50 metri di profondità; verso Sud, invece, la superficie freatica si avvicina progressivamente al piano campagna, fino a venire a giorno in corrispondenza di locali livelli impermeabili nei punti topograficamente depressi. Tali livelli sono costituiti dai sedimenti fini della parte terminale delle conoidi alluvionali. La tavola d’acqua, in questa zona, risale per la minore permeabilità di questi depositi, creando una rete di sorgenti lungo la “linea delle risorgive” della media pianura. Il substrato, in questa zona di larghezza variabile tra i 2 e gli 8 km, è costituito da alternanze di orizzonti ghiaiosi e limoso argillosi. Tale differenziazione del materasso alluvionale origina un complesso idrogeologico multifalदे ad acquiferi sovrapposti separati tra loro dagli orizzonti impermeabili argillosi.

Gli acquiferi sono generalmente in pressione, essendo le aree di ricarica a quote assolute più alte rispetto agli acquiferi considerati. Le ghiaie quindi verso valle scompaiono in una decina di chilometri così che, in distanze relativamente brevi, si passa ai depositi fini della bassa pianura. I sedimenti di quest’ area sono costituiti

prevalentemente da orizzonti limoso argillosi, depositi di piana alluvionale, alternati a livelli sabbiosi generalmente fini, che costituiscono la testimonianza di antichi tracciati fluviali.

Questa porzione del territorio risulta sempre meno ricca di riserve idriche sotterranee produttive spostandosi gradualmente verso sud, a causa della mancanza nel sottosuolo di acquiferi di spessore apprezzabile ad elevata permeabilità.



Depositi alluvionali e fluvioglaciali dislinfi sino a 30 m di profondità sulla base di stratigrafie di pozzi: ghiaie e sabbie prevalenti (a); alternanze di ghiaie e sabbie con limi e argille (b); limi e argille prevalenti (c). Quaternario

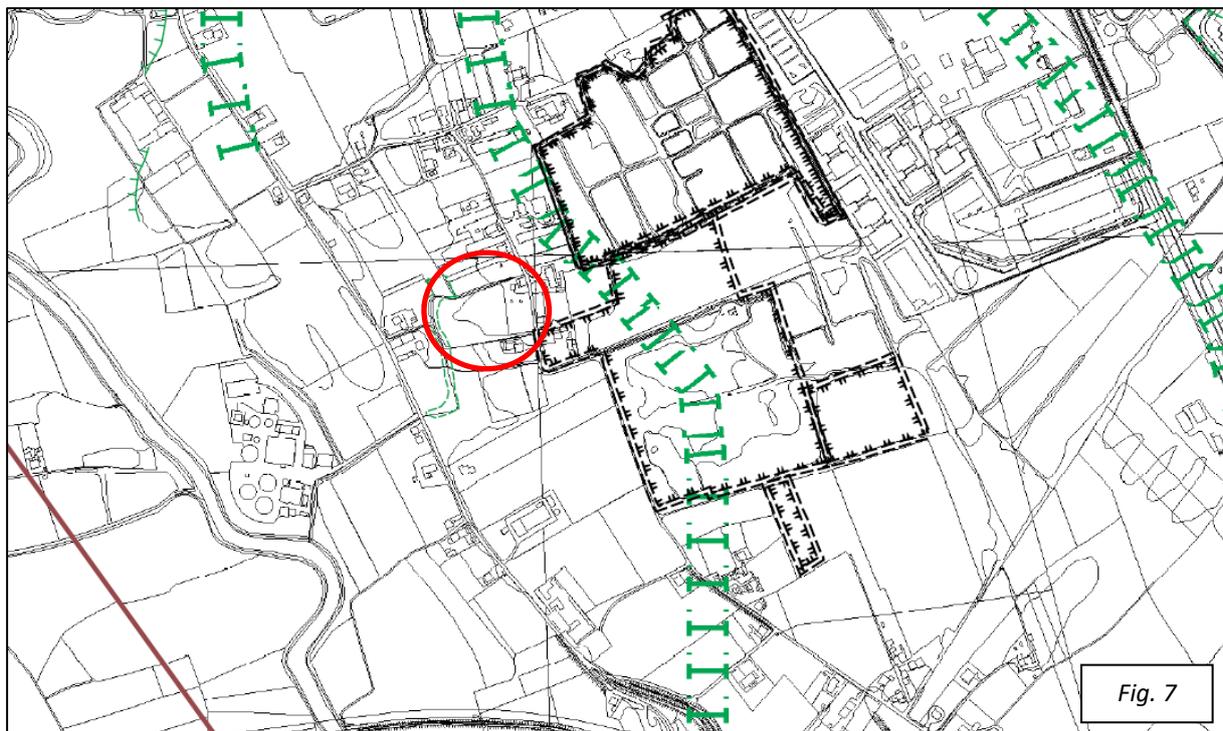


materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa

I depositi di bassa pianura sopra citati occupano per intero il territorio analizzato, in corrispondenza dell'area che verrà interessata dagli interventi in progetto. Per quanto riguarda i sedimenti dei primi metri, la loro origine può essere correlata principalmente all'azione dei fiumi Bacchiglione - Astico e dal Fiume Brenta in precedenza. I litotipi più granulari sono riconducibili all'alta energia che caratterizzava i corsi d'acqua, mentre la presenza di litotipi più coesivi è imputabile a fenomeni a minore energia deposizionale (Fig. 5 – Estratto dalla Carta Geologica del Veneto, P.R.A.C., non in scala).

In relazione all'aspetto litologico e geomorfologico è stato preso in considerazione il quadro conoscitivo redatto a corredo del Piano di Assetto Territoriale PAT del Comune di Vicenza, di cui si riportano di seguito gli estratti relativamente alla carta geologica ed alla carta geomorfologica (Fig. 6 – Estratto dalla Carta Geolitologica, non in scala; Fig. 7 – Estratto dalla Carta Geomorfologica, non in scala).

I primi metri di sottosuolo dell'area interessata sono rappresentati da terreni definiti dal PAT come materiali alluvionali, fluvio-glaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa.



 scarpata di cava non attiva

 dossi fluviale

In relazione all'assetto geomorfologico, invece, il PAT non evidenzia alcun lineamento geomorfologico rilevante in corrispondenza dell'area di interesse.

Dal punto di vista idrogeologico il sito in esame, essendo ubicato a sud del limite inferiore della fascia delle risorgive, è caratterizzato dalla classica situazione che evidenzia una prima falda idrica a debole profondità, seguita da più falde in pressione contenute entro i livelli più permeabili (acquiferi) e separate tra loro da strati a bassa conducibilità idraulica (non acquiferi).

3.3. Pericolosità idraulica

3.3.1. Piano Territoriale Provinciale di Coordinamento, PTCP

Per una visione più completa delle condizioni idrauliche del territorio in esame per quanto riguarda la “Pericolosità idraulica” si è tenuto conto della documentazione di pianificazione territoriale e specificatamente della Carta delle Fragilità (Tav. 2) del Piano Territoriale Provinciale di Coordinamento, PTCP, adottato dal Consiglio Provinciale con Del. 46 del 31/07/2006 e approvato con Del. Giunta Reg. 4234 del 29/12/2009 (Fig. 8 – Estratto da Tav.2 - Carta delle Fragilità, non in scala).

In tale documento, dove si riportano sia le perimetrazioni del P.A.I. sia quella di Rischio definita dal Piano Provinciale di Emergenza di Protezione Civile, si evidenzia come l’area in oggetto non risulta compresa entro alcuna perimetrazione di pericolosità idraulica né di rischio idraulico.

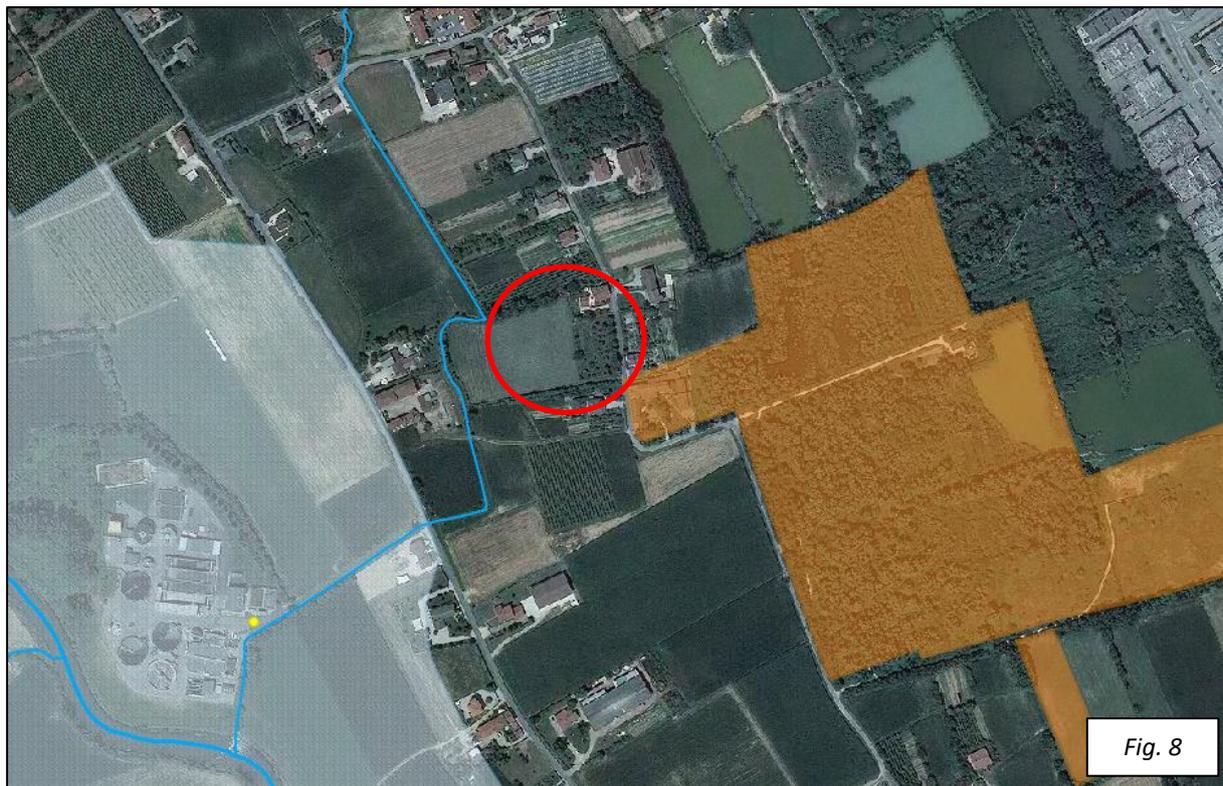
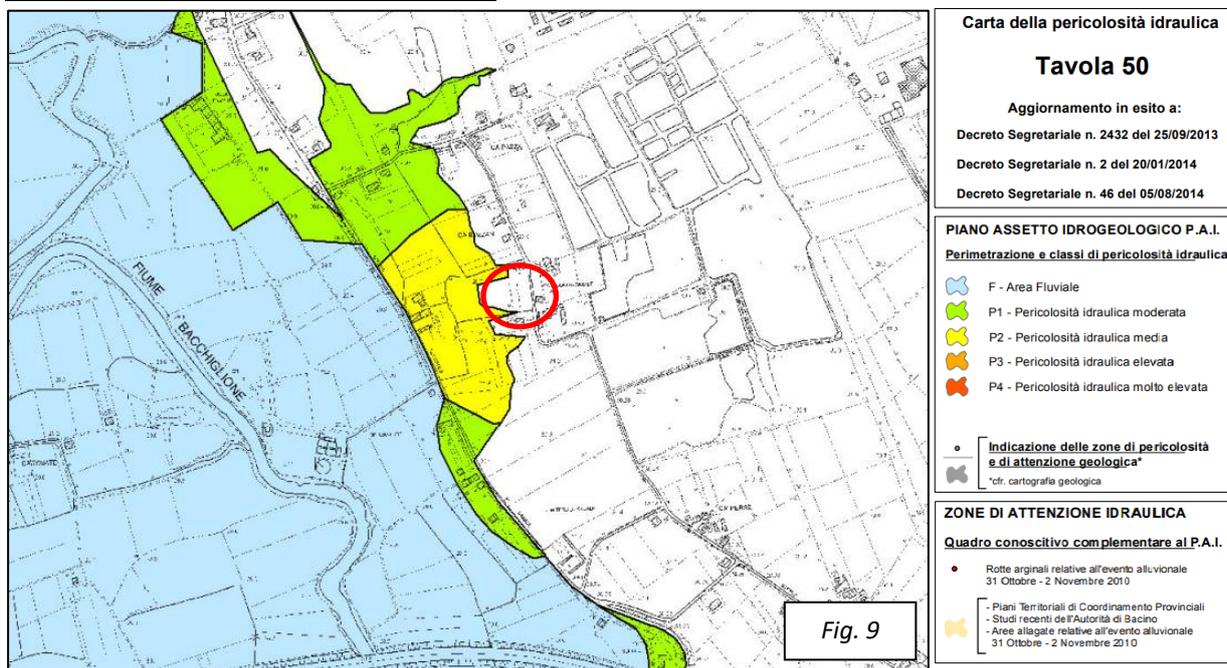


Fig. 8

- Rischio idraulico piano provinciale di emergenza (Art.10) - Rischio Idraulico
 - R1
 - R2
 - R3
 - R4
- Pericolosità idraulica PAI (Art.10)
 - P1
 - P2
 - P3
 - Aree fluviali
- Idrografia
 - Idrografia primaria (Art.29-Art.10)
 - Idrografia secondaria (Art.29-Art.10)
- Cave estinte (Art.13)
 - Cave estinte (Art.13)

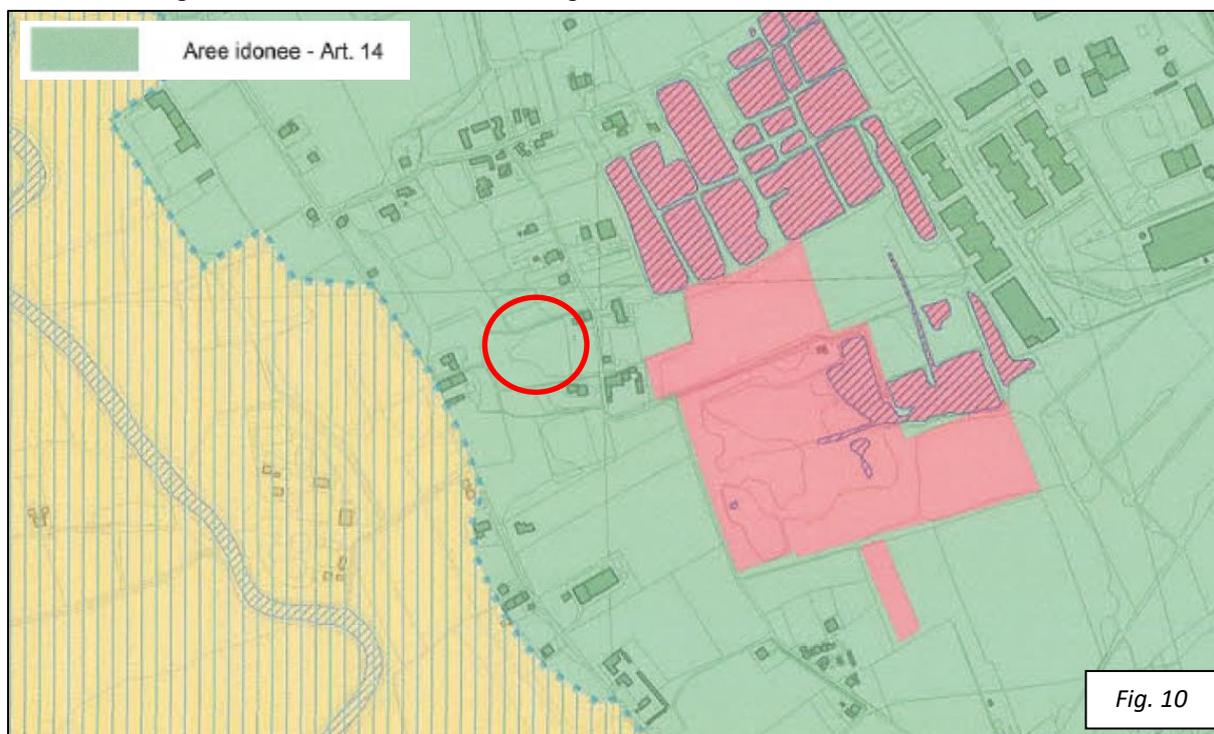
Si è tenuto conto inoltre degli elaborati grafici e della relazione esplicativa del “Progetto di Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Brenta – Bacchiglione”, adottato dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino dell’Alto Adriatico in data 9 novembre 2012, pubblicata nella GU n.280 del 30.11.2012 con le relative norme di attuazione. In particolare, si è presa visione della rivisitazione del Piano con i successivi decreti segretariali: in Fig. 9 si riporta la cartografia dell’area in oggetto, estratto dal documento

“Carta della pericolosità idraulica”, in cui si evidenzia come l’area in oggetto risulta parzialmente compresa entro la perimetrazione di pericolosità idraulica P2.



3.3.2. Piano di Assetto del Territorio PAT

Le fragilità complessive del territorio in esame sono state infine valutate consultando il quadro conoscitivo redatto a corredo del Piano di Assetto Territoriale PAT, ed in particolare la Carta della Fragilità, di cui si riporta un estratto in Fig. 10 – Estratto dalla Carta delle Fragilità, non in scala.



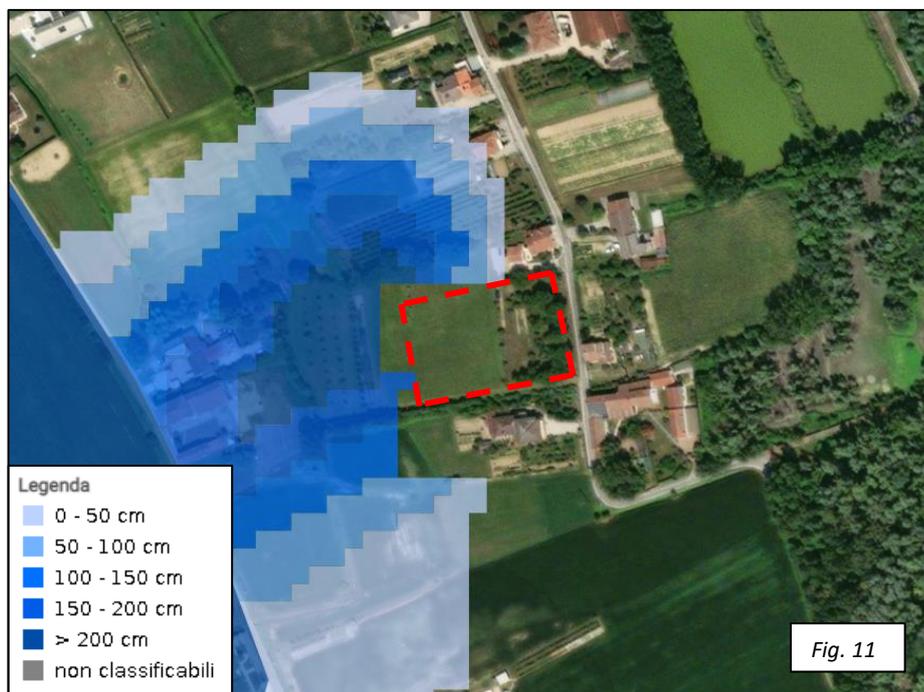
In tale cartografia si evidenzia come il sito in studio ricada entro la perimetrazione di "Area idonea".

3.3.3. Piano Gestione Rischio Alluvioni PGRA del distretto delle Alpi Orientali

Si è preso in considerazione il Piano di Gestione Rischio Alluvioni PGRA del distretto delle Alpi orientali 2021 – 2027 ed approvato in data 21/12/2021, ed in particolare gli estratti dal portale GIS SIGMA – Monitoraggio delle informazioni e dei procedimenti ambientali, delle altezze idriche, in cui si riportano le perimetrazioni delle classi di altezza idrica per uno scenario di alta probabilità (TR 30 anni) e per uno scenario di media probabilità (TR 100 anni) e per uno scenario di bassa probabilità (TR 300 anni).

SCENARIO AD ALTA PROBABILITA' (TR 30 anni)

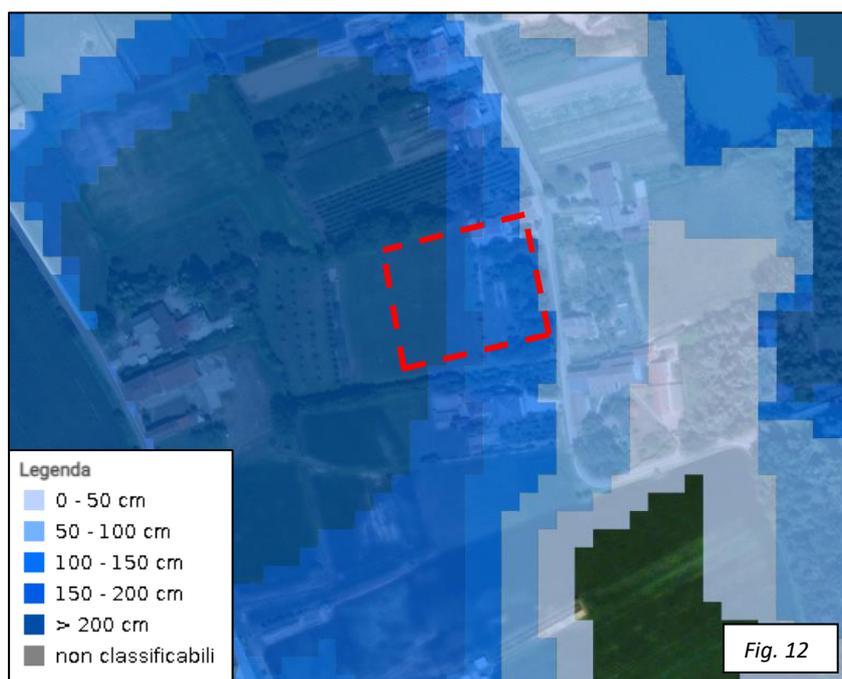
Il sito in esame si colloca esternamente alla perimetrazione aree allagabili prendendo in considerazione un TR=30 anni e per quanto riguarda invece le classi di altezza idrica, la zona non è stata presa in considerazione per uno scenario di alta probabilità in quanto situata nelle immediate vicinanze ma esternamente alla perimetrazione di area allagabile (Fig. 11 – Altezze Idriche TR 30).



SCENARIO A MEDIA PROBABILITA' (TR 100 anni)

Il sito in esame risulta essere compreso nella perimetrazione aree allagabili per un TR=100 anni (Fig. 12 – Tavola Aree Allagabili, TR 100 anni, PGRA); per quanto riguarda invece le classi di altezza idrica, il sito si colloca nella classe di altezza idrica che va da 1.00 – 1.50 m per la parte orientale dell'area, e nella classe di altezza idrica che va da 1.50 a 2.00 per la parte occidentale dell'area (Fig. 14 – Estratto da Foglio 005, Altezze Idriche).

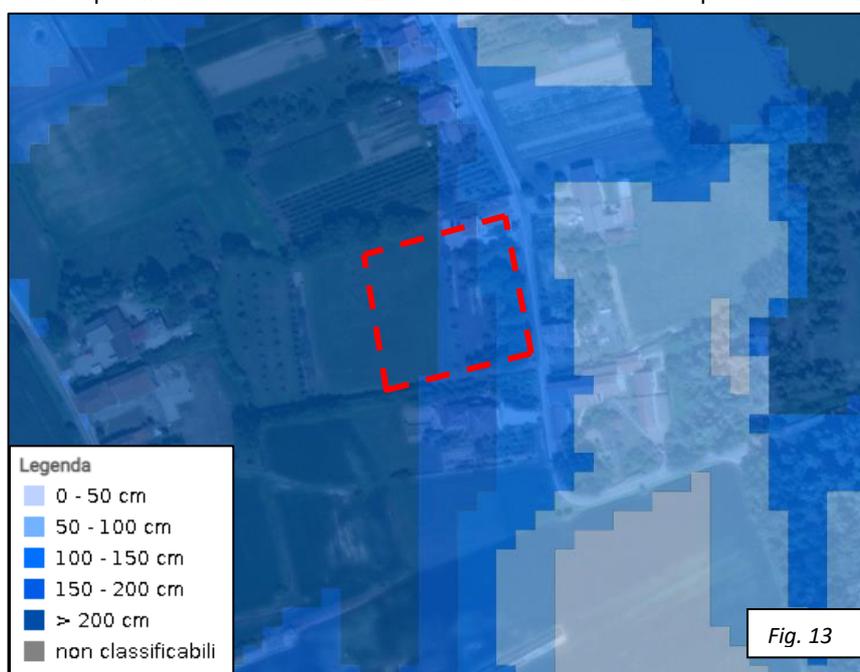
Il lotto in esame risulta quindi interessato da altezze idriche max di circa 2.00 m per TR di 100 anni.



SCENARIO A BASSA PROBABILITA' (TR 300 anni)

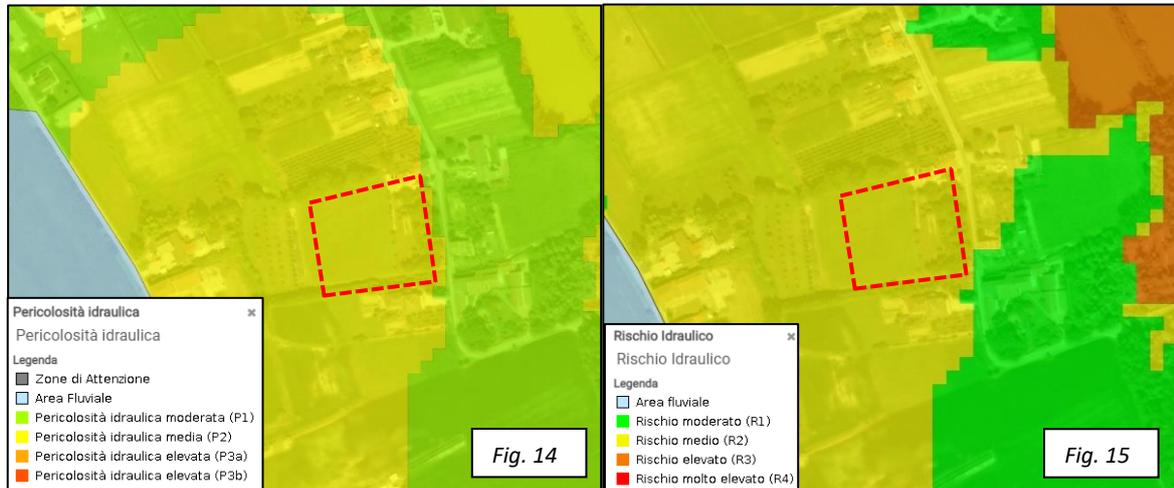
Il sito in esame risulta essere compreso nella perimetrazione aree allagabili per un TR=300 anni ; per quanto riguarda invece le classi di altezza idrica, il sito si colloca nella classe di altezza idrica che va da 1.00 – 1.50 m per la parte orientale dell'area, e nella classe di altezza idrica che va da 1.50 a 2.00 per la parte occidentale dell'area (Fig. 13 – Estratto da Foglio O05, Altezze Idriche).

Il lotto in esame risulta quindi interessato da altezze idriche max di circa 2.00 m per TR di 300 anni.



Inoltre, sono state considerate le carte di pericolosità e di rischio idraulico prodotte dal PGRA delle Alpi Orientali vigente (Fig. 14 – Pericolosità idraulica, Fig 15 – Rischio Idraulico).

All'interno della carta di pericolosità idraulica. L'area in esame ricade all'interno della perimetrazione di "Pericolosità Idraulica Media P2".



Per quanto riguarda le perimetrazioni di rischio idraulico, l'area in esame ricade all'interno della perimetrazione di "Rischio idraulico medio R2".

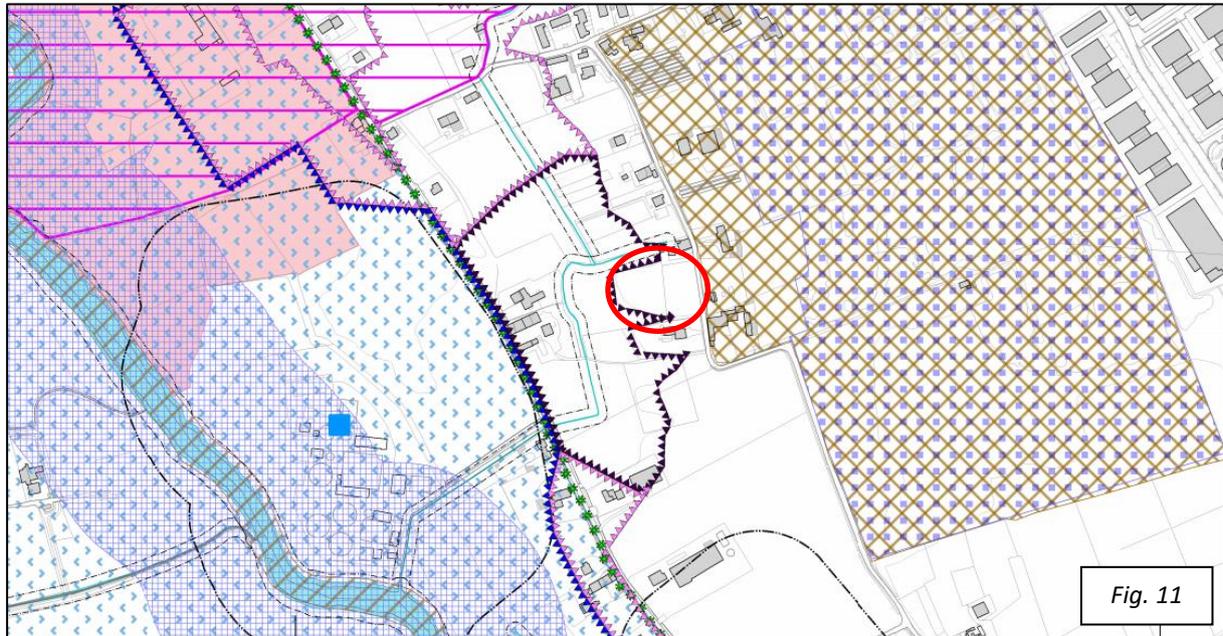
Di seguito si riporta un estratto delle Norme Tecniche di Attuazione del PGRA vigente, in particolare **l'art. 14 – AREE CLASSIFICATE A PERICOLOSITÀ MEDIA P2:**

1. Nelle aree classificate a pericolosità media P2 possono essere consentiti tutti gli interventi di cui alle aree P3B e P3A secondo le disposizioni di cui all'articolo 12.
2. L'ampliamento degli edifici esistenti e la realizzazione di locali accessori al loro servizio è consentito per una sola volta a condizione che non comporti mutamento della destinazione d'uso né incremento di superficie e di volume superiore al 15% del volume e della superficie totale e sia realizzato al di sopra della quota di sicurezza idraulica che coincide con il valore superiore riportato nelle mappe delle altezze idriche per scenari di media probabilità con tempo di ritorno di cento anni.
3. L'attuazione degli interventi e delle trasformazioni di natura urbanistica ed edilizia previsti dai piani di assetto e uso del territorio vigenti alla data di adozione del Piano e diversi da quelli di cui al comma 2 e dagli interventi di cui all'articolo 12, è subordinata alla verifica della compatibilità idraulica condotta sulla base della scheda tecnica allegata alle presenti norme (All. A punti 2.1 e 2.2) **garantendo comunque il non superamento del rischio specifico medio R2.**
4. Le previsioni contenute nei piani urbanistici attuativi che risultano approvati alla data di adozione del Piano si conformano alla disciplina di cui al comma 3.
5. Nella redazione degli strumenti urbanistici e delle varianti l'individuazione di zone edificabili è consentita solo previa verifica della mancanza di soluzioni alternative al di fuori dell'area classificata e garantendo comunque il non superamento del rischio specifico medio R2. L'attuazione degli interventi diversi da quelli di cui al comma 2 e di cui all'articolo 12 resta subordinata alla verifica della compatibilità idraulica condotta sulla base della scheda tecnica allegata alle presenti norme (All. A punti 2.1 e 2.2).

Nel caso specifico, adottando le soluzioni progettuali descritte nel presente documento e recepite nel progetto stesso, viene garantito il non superamento del Rischio Idraulico R2.

3.4. Vincoli

In relazione alla situazione vincolistica vigente relativa al sito in esame, si riporta di seguito un estratto di “Elaborato 2 - Carta dei Vincoli e Tutele” redatta a corredo del Piano degli Interventi comunale (Fig. 11 - Estratto da Carta dei Vincoli e Tutele, non in scala).



▲▲▲▲▲ art. 14 Piano di Assetto Idrogeologico - rischio P2

In tale cartografia si evidenzia come il sito in studio ricada parzialmente entro la perimetrazione delle Tutele per il “Piano di Assetto Idrogeologico – Rischio P2”.

Per quanto riguarda le aree che ricadono entro le perimetrazioni del Piano di Assetto Idrogeologico PAI, le norme Tecniche Operative redatte a corredo del Piano degli Interventi stabiliscono che:

“Nelle aree individuate dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), si applicano le relative disposizioni per quanto efficaci. Nelle aree classificate a pericolosità idraulica, in rapporto alla specifica natura e tipologia di pericolo, gli interventi devono essere conformi alle disposizioni di cui all’art. 8 delle NTA del Piano di Assetto Idrogeologico.”

L’art. 8 delle Norme Tecniche di attuazione redatte a corredo del PAI elenca le disposizioni comuni per le aree a pericolosità idraulica, geologica, valanghiva e per le zone di attenzione. In particolare, tale articolo stabilisce che:

“1. Le Amministrazioni comunali non possono rilasciare concessioni, autorizzazioni, permessi di costruire od equivalenti, previsti dalle norme vigenti, in contrasto con il Piano.

2. Possono essere portati a conclusione tutti i piani e gli interventi i cui provvedimenti di approvazione, autorizzazione, concessione, permessi di costruire od equivalenti previsti dalle norme vigenti, siano stati rilasciati prima della pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale dell’avvenuta adozione del presente Piano, fatti salvi gli effetti delle misure di salvaguardia precedentemente in vigore.

3. Nelle aree classificate pericolose e nelle zone di attenzione, ad eccezione degli interventi di mitigazione della pericolosità e del rischio, di tutela della pubblica incolumità e di quelli previsti dal Piano di bacino, è vietato, in rapporto alla specifica natura e tipologia di pericolo individuata:

- a) eseguire scavi o abbassamenti del piano di campagna in grado di compromettere la stabilità delle fondazioni degli argini, ovvero dei versanti soggetti a fenomeni franosi;
- b) realizzare tombinature dei corsi d'acqua;
- c) realizzare interventi che favoriscano l'infiltrazione delle acque nelle aree franose;
- d) costituire, indurre a formare vie preferenziali di veicolazione di portate solide o liquide;
- e) realizzare in presenza di fenomeni di colamento rapido (CR) interventi che incrementino la vulnerabilità della struttura, quali aperture sul lato esposto al flusso;
- f) realizzare locali interrati o seminterrati nelle aree a pericolosità idraulica o da colamento rapido.

4. Al fine di non incrementare le condizioni di rischio nelle aree fluviali e in quelle pericolose, fermo restando quanto stabilito al comma precedente ed in rapporto alla specifica natura e tipologia di pericolo individuata, tutti i nuovi interventi, opere, attività consentiti dal Piano o autorizzati dopo la sua approvazione, devono essere tali da:

- a) mantenere le condizioni esistenti di funzionalità idraulica o migliorarle, agevolare e comunque non impedire il normale deflusso delle acque;
- b) non aumentare le condizioni di pericolo dell'area interessata nonché a valle o a monte della stessa;
- c) non ridurre complessivamente i volumi invasabili delle aree interessate tenendo conto dei principi dell'invarianza idraulica e favorire, se possibile, la creazione di nuove aree di libera esondazione;
- d) minimizzare le interferenze, anche temporanee, con le strutture di difesa idraulica, geologica o valanghiva.

5. Tutte le opere di mitigazione della pericolosità e del rischio devono prevedere il piano di manutenzione.

6. Tutti gli interventi consentiti dal presente Titolo non devono pregiudicare la definitiva sistemazione né la realizzazione degli altri interventi previsti dalla pianificazione di bacino vigente.”

Per le aree che ricadono entro la perimetrazione di pericolosità media P2 (art. 11), inoltre, le Norme Tecniche di Attuazione stabiliscono che:

“1. Nelle aree classificate a pericolosità idraulica, geologica e valanghiva media P2, possono essere consentiti tutti gli interventi di cui alle aree P4 e P3;

2. L'attuazione delle previsioni e degli interventi degli strumenti urbanistici vigenti alla data di adozione del Piano (01.12.2012) è subordinata alla verifica da parte delle amministrazioni comunali della compatibilità con le situazioni di pericolosità evidenziate dal Piano e deve essere conforme alle disposizioni indicate dall'art. 8. Gli interventi dovranno essere realizzati secondo soluzioni costruttive funzionali a rendere compatibili i nuovi edifici con la specifica natura o tipologia di pericolo individuata.

3. Nelle aree classificate a pericolosità media P2 la pianificazione urbanistica e territoriale può prevedere:

- a) nuove zone di espansione per infrastrutture stradali, ferroviarie e servizi che non prevedano la realizzazione di volumetrie edilizie, purché ne sia segnalata la condizione di pericolosità e tengano conto dei possibili livelli idrometrici conseguenti alla piena di riferimento;
- b) nuove zone da destinare a parcheggi, solo se imposti dagli standard urbanistici, purché compatibili con le condizioni di pericolosità che devono essere segnalate;
- c) piani di recupero e valorizzazione di complessi malghivi, stavoli e casere senza aumento di volumetria diversa dall'adeguamento igienico-sanitario e/o adeguamenti tecnico costruttivi e di incremento dell'efficienza energetica, purché compatibili con la specifica natura o tipologia di pericolo individuata. Tali interventi sono ammessi esclusivamente per le aree a pericolosità geologica;
- d) nuove zone su cui localizzare impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, non diversamente localizzabili ovvero mancanti di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili, purché compatibili con le condizioni di pericolo riscontrate e che non provochino un peggioramento delle stesse”.

4. MODELLO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO LOCALE

4.1. Modello geologico ed idrogeologico

Per la stesura di questa relazione tecnica, oltre a riferimenti di archivio e bibliografici, sono stati utilizzati i dati sperimentali contenuti nella "Relazione di Compatibilità Geologica, Geomorfologica E Idrogeologica a corredo del Piano Urbanistico Attuativo zona residenziale di espansione C16, a Casale", redatta dallo scrivente nel luglio 2020 (n°5 Sondaggi a rotazione con elicoide (SE), n°3 Piezometri a tubo aperto (Pz), n°1 Prove di Permeabilità (K)).

"I sondaggi con elicoide effettuati in corrispondenza dell'area di indagine evidenziano superficialmente, al di sotto di un primo strato costituito da terreno vegetale limoso sabbioso, e fino alla profondità massima di 1,50 m dal p.c. locale, la presenza di terreni sabbioso limosi. Successivamente, al di sotto di questi terreni sabbioso limosi, e fino alla profondità massima di 2,00 m dal p.c. locale, si rinviene la presenza di sabbia. In corrispondenza delle verticali indagate dai primi tre sondaggi con elicoide, al di sotto di questo orizzonte sabbioso, si rinviene la presenza di sabbia limosa e limo sabbioso: questo livello si spinge fino alla profondità massima di 2,40 m dal p.c. locale. In corrispondenza delle verticali indagate dai sondaggi con elicoide SE4 e SE5, invece, al di sotto dell'orizzonte sabbioso si riscontra la presenza di un livello costituito da limo argilloso, che si estende fino alla profondità massima di 2,60 m dal p.c. locale. Infine, in tutti i sondaggi con elicoide effettuati, si riscontra, fino alla massima profondità indagata, la presenza di sabbia.

Nello specifico, è possibile individuare un modello schematico in cui si riconoscono i seguenti orizzonti stratigrafici in corrispondenza dell'area di indagine, con profondità riferita al piano campagna locale:

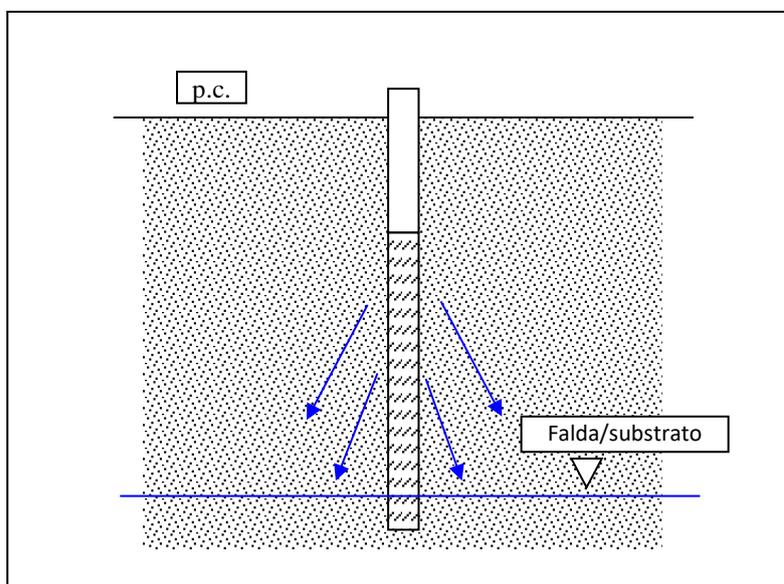
Profondità (m)		Litologia correlata	Orizzonte
SE1, SE2, SE3	SE4, SE5		
0,00 – 0,40	0,00 – 0,40	Terreno vegetale limoso sabbioso	A
0,40 – 0,6/0,8	0,40 – 0,60/0,70	Sabbia limosa	B
0,60/0,80-1,10/1,50	0,60/0,70-1,10/1,20	Limo sabbioso	C
1,10/1,50-1,70/2,00	1,10/1,20-1,50/1,60	Sabbia	D
1,70/2,00-1,90/2,40	-	Sabbia limosa e limo sabbioso	E
-	1,50/1,60-2,00/2,60	Limo argilloso	F
1,90 / 2,40 – 2,80* (* Fine Prova)	2,00 / 2,60 – 2,80* (* Fine Prova)	Sabbia	D

Dal punto di vista idrogeologico, nei fori dei sondaggi con elicoide è stata rilevata la presenza di falda idrica ad una quota minima di 2,30 m dal p.c. locale, in corrispondenza del sondaggio con elicoide SE3. Si precisa che tale livello rappresenta una misura di soggiacenza della falda effettuata al momento delle indagini in sito e tale valore potrebbe approssimarsi al piano campagna in periodi di piena dell'acquifero superficiale. Non si escludono pertanto temporanee fluttuazioni del livello statico della falda, con innalzamenti che possono interessare direttamente i primi metri di sottosuolo.

4.2. Permeabilità dei terreni superficiali

Al fine di pervenire alla caratterizzazione idrogeologica di dettaglio dei terreni, è stata effettuata nel lotto in esame una prova in sito di permeabilità.

Il coefficiente di permeabilità K , o conducibilità idraulica, rappresenta il parametro che caratterizza un deposito dal punto di vista idrogeologico e può essere qualitativamente espresso come l'attitudine propria di un terreno a lasciarsi attraversare da un fluido. La sua determinazione appare quindi fondamentale per parametrizzare un sedimento dal punto di vista idrogeologico, ai fini della scelta e del corretto dimensionamento dell'impianto di smaltimento delle acque meteoriche.



Dal punto di vista metodologico si è operato all'interno del foro di profondità 2,80 m per determinare la conducibilità idraulica del terreno, ed in particolare degli orizzonti più superficiali.

Dopo aver preventivamente provveduto alla saturazione dei terreni, la fase successiva del test è consistita nell'immissione istantanea entro il foro di acqua chiara e nel successivo monitoraggio costante del livello dinamico residuo tramite freatimetro elettrico ad avvisatore ottico-acustico. Tale tipologia di indagine consente di simulare, in maniera più fedele possibile, una percolazione idrica simile a quella che si instaura in condizioni di esercizio di una tubazione disperdente interrata. La figura schematica sotto riportata illustra le modalità di esecuzione del test.

Nell'elaborato grafico allegato fuori testo (**Determinazione della Conducibilità Idraulica – K**), si riporta la curva di svaso sperimentale e l'interpretazione relativa al test svolto.

L'elaborazione dei dati di campagna è stata effettuata mediante il metodo codificato dall'A.G.I. (*Associazione Geotecnica Italiana-1977*), relativo alla determinazione della permeabilità superficiale in foro di sondaggio. Per quanto attiene a tale metodologia si tenga presente che la relazione analitica utilizzata è la seguente:

$$K = \frac{A}{CL[t_2 - t_1]} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}$$

dove:

$K =$	<i>coefficiente di permeabilità</i>	[m/s]
$t_2 - t_1 =$	<i>intervallo di tempo considerato</i>	[s]
$h_2 - h_1 =$	<i>variazione di livello idrico nello stesso intervallo temporale</i>	[m]
$CL =$	<i>coeff. di forma, pari alla lunghezza del tratto disperdente</i>	[m]
$A =$	<i>area di base del foro circolare</i>	[m ²]

Il calcolo è stato effettuato tra gli intervalli di tempo e gli abbassamenti propri del tratto finale della curva di svaso, individuati qualitativamente tramite la retta di interpolazione: tale sistema permette di assumere nella formula valori quantitativi propri del flusso laminare a regime, al fine di ottenere così un **coefficiente di permeabilità K** che simuli il più possibile le condizioni di reale esercizio.

I risultati relativi al valore della conducibilità idraulica K vengono di seguito riassunti.

PROVA A CARICO VARIABILE K1				
ID prova	Prof. di test	Durata svaso	Hi	Hf
K ₁	2,50 m	2880 s	250 cm	177 cm

$K_1 = 2,35 \times 10^{-6} \text{ m/s} = 2,35 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$

Si rimanda direttamente alle schede di calcolo riportate in *Allegato*.

Il coefficiente di permeabilità K misurato in sito e proprio dei terreni presenti (entro la profondità indagata dalla prova) può essere considerato medio-basso, corrispondente ad una permeabilità media di $K \approx 10^{-6} \text{ m/s} = 10^{-4} \text{ cm/s}$.

Per una maggiore comprensione del fenomeno dal punto di vista quantitativo, si riporta di seguito una tabella che correla i coefficienti di permeabilità verticale con la granulometria del deposito.

K (m/s)	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
K (cm/s)	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	
Drenaggio	Buono			Povero				Praticamente impermeabile				
	<i>Ghiaia pulita</i>	<i>Sabbia pulita e miscela di sabbia e ghiaia pulita</i>		<i>Sabbia fine, limi organici e inorganici, miscela di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati</i>				<i>Terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici</i>				

La tabella seguente invece riporta una classificazione del terreno dal punto di vista idrogeologico sulla base del valore numerico di K.

Grado di permeabilità	Valore di K	
	(m/s)	(cm/s)
Alto	$K > 10^{-3}$	$K > 10^{-1}$
Medio	$10^{-3} < K < 10^{-5}$	$10^{-1} < K < 10^{-3}$
Basso	$10^{-5} < K < 10^{-7}$	$10^{-3} < K < 10^{-5}$
Molto basso	$10^{-7} < K < 10^{-9}$	$10^{-5} < K < 10^{-7}$
Impermeabile	$K < 10^{-9}$	$K < 10^{-7}$

5. PARAMETRI IDROLOGICI ED IDRAULICI

5.1. Premessa

Il calcolo della portata di pioggia passa attraverso tre fondamentali stadi processuali: determinazione dell'afflusso meteorico "lordo", determinazione dell'afflusso meteorico "netto" e la trasformazione degli afflussi in deflussi. Per quanto riguarda il principio dell'invarianza idraulica in linea generale le misure compensative sono da individuare nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene.

5.2. Determinazione dell'afflusso meteorico lordo

5.2.1. Tempo di ritorno

Il tempo di ritorno rappresenta uno dei parametri fondamentali per il dimensionamento delle opere idrauliche. Tale parametro esprime il numero medio di anni necessari perché un dato evento si verifichi; rappresenta l'intervallo medio di tempo che statisticamente intercorre affinché un evento di determinata intensità venga uguagliato o superato.

La normativa regionale ha dato indicazioni precise per quanto riguarda l'assunzione del tempo di ritorno per il dimensionamento dei volumi efficaci di laminazione; in particolare, nelle modalità operative del D.G.R. del Veneto n° 2948 del 2009 "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici - Modalità operative ed indicazioni tecniche" stabilisce che il tempo di ritorno cui fare riferimento, al quale quindi si fa riferimento anche in questo studio, è pari a 50 anni.

5.2.2. Curve di possibilità pluviometrica

Per la determinazione delle curve di probabilità pluviometrica ci si basa sull'analisi delle curve di frequenza cumulata, costruite per le serie storiche dei massimi annuali delle piogge di durata 15 min, 30 min, 1, 3, 6, 12 e 24 ore registrate nella stazione pluviografica di **Vicenza**, adattando a ciascuna di esse, attraverso la stima dei parametri, un predefinito modello probabilistico (Gumbel). Dalle curve di frequenza, fissato il tempo di ritorno T_r (tipicamente 50 e 100 anni) e per ogni durata t è possibile, quindi, ricavare il valore h_{t,T_r} . I valori così determinati vengono riportati su un diagramma (h , t) ed interpolati mediante delle curve caratterizzate dall'espressione $h_t = a t^n$.

Nelle elaborazioni valutate sono stati considerati dati storici di precipitazione e specificatamente dati di eventi meteorici particolarmente intensi, ossia le piogge di massima intensità e breve durata registrate dai pluviografi e riportati sugli annali del Servizio Idrografico. Si tratta delle piogge massime di durata 15 min, 30 min, 1, 3, 6, 12 e 24 ore registrate nella stazione pluviografica di Brendola.

Per ciascun tempo di ritorno si è quindi provveduto a calcolare l'equazione pluviometrica mediante interpolazione; i risultati forniscono i valori di a e n dell'equazione $h_t = a t^n$.

L'equazione di possibilità pluviometrica, nel caso di piogge brevi, corrisponde quindi a:

$$h = 68,020 t^{0,4518} \text{ (mm)}$$

L'equazione di possibilità pluviometrica, nel caso di piogge orarie, corrisponde quindi a:

$$h = 68,462 t^{0,1931} \text{ (mm)}$$

Per l'elaborazione si rimanda alla Compatibilità Idraulica allegata al PAT del Comune Vicenza.

Coefficienti dell'equazione pluviometrica $h=at^n$ a (mm) t (h) PER PRECIPITAZIONI BREVI		
Tr (anni)	a	n
10		
20	57,962	0,4458
50	68,020	0,4518
200	83,065	0,4582

Stazione pluviometrica di Vicenza

Coefficienti dell'equazione pluviometrica $h=at^n$ a (mm) t (h) PER PRECIPITAZIONI ORARIE		
Tr (anni)	a	n
20	57,585	0,2050
50	68,462	0,1931
200	84,761	0,1804

Stazione pluviometrica di Vicenza

5.3. Determinazione dell'afflusso meteorico netto

La portata meteorica che affluisce ad una rete di smaltimento è inferiore all'afflusso meteorico totale, perché una parte dell'acqua evapora, viene intercettata o trattenuta dal suolo, riempie piccole cavità e soprattutto penetra per infiltrazione nel terreno.

Per quantificare quantitativamente le perdite si utilizza il cosiddetto coefficiente di afflusso ϕ (detto anche di assorbimento), che varia da 0 a 1: il valore 0 idealmente caratterizza una superficie infinitamente permeabile che non permette il deflusso superficiale, il valore unitario rappresenta la situazione di superficie impermeabile in cui l'infiltrazione è nulla.

Di seguito si riportano i coefficienti di deflusso previsti dalla DGR. 2948/2009.

Superficie scolante	ϕ
Aree agricole	0,10
Aree verdi	0,20
Superfici semipermeabili (grigliati drenanti, strade in terra battuta e stabilizzato)	0,60
Superfici impermeabili (coperture, viabilità)	0,90

Nel caso in esame, prendendo spunto da quanto riportato in bibliografia, per l'intervento si sono prese in considerazione le due configurazioni, attuale e di progetto, sulla base delle indicazioni fornite dal Progettista, assegnando ad ogni tipo di superficie un idoneo coefficiente di deflusso.

Si è proceduto quindi calcolando il coefficiente di deflusso equivalente, ovvero un coefficiente di afflusso calcolato come media ponderata sulle aree:

$$\phi = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_i S_i}{S_{tot}}$$

Si precisa che, nel caso in oggetto, sono state considerate le superfici trasformate nell'area di interesse, come di seguito specificato nella tabella.

Svolgendo i calcoli, e attribuendo i rispettivi coefficienti a ciascuna tipologia di area nello stato di progetto, si ottiene una **superficie impermeabilizzata equivalente**; tale valore sarà quindi utilizzato direttamente per il

calcolo dei volumi da invasare temporaneamente, per garantire l'invarianza idraulica rispetto alla situazione attuale di area verde.

Tipologia	ATTUALE		PROGETTO	
	m ²	ϕ	m ²	ϕ
coperture		0.9	1400	0.9
marciapiedi		0.9	122	0.9
pertinenze permeabili (prato)	5400	0.2	2348	0.2
verde pubblico		0.2	520	0.2
strade pubbliche		0.9	450	0.9
strade private (betonelle)		0.6	412	0.6
parcheeggi verdi		0.6	148	0.6
Tot	5400	0.20	5400	0.50

Il valore del coefficiente di afflusso relativo allo stato di progetto, maggiore di quello relativo allo stato attuale, indica che la superficie impermeabile è aumentata rispetto a quella relativa alla configurazione attuale per entrambi i lotti.

S eq ATTUALE(m ²)		S eq PROGETTO (m ²)
1.080	<	2.700

5.4. Trasformazione afflussi in deflussi

Per ridurre la complessità dei calcoli necessari alla definizione dell'intera onda di piena, sono stati sviluppati metodi semplificati, che si basano su ietogrammi di progetto ad intensità costante per la durata τ dell'evento, correlati a coefficienti di afflusso ϕ parimenti costanti durante l'evento di data durata, in modo tale da ottenere portate di afflusso nette costanti nel tempo.

Nello specifico si è fatto riferimento al *Metodo della Corrivazione* (o metodo cinematico lineare) si basa sulle considerazioni che:

- gocce di pioggia cadute contemporaneamente in punti diversi del bacino impiegano tempi diversi per arrivare sulla sezione di chiusura;
- esiste un tempo di corrivazione t_c caratteristico del bacino che rappresenta il tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura.

La formula che ne individua la portata è:

$$Q = \frac{h\phi S}{\tau} = j\phi S$$

con la portata massima che si verifica per un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione, quando cioè tutto il bacino ha contribuito alla formazione della stessa.

Il tempo di corrivazione è stato stimato facendo riferimento a studi svolti presso il Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti, 1996) che determina una stima del tempo di accesso in rete a mezzo del condotto equivalente. Per bacini urbani il tempo di corrivazione (t_c) può essere stimato, in prima approssimazione, come somma di una componente di accesso alla rete (t_a) che rappresenta il tempo impiegato dalla particella d'acqua per giungere alla più vicina canalizzazione della rete scorrendo in superficie, e dal tempo di rete (t_r) necessario a transitare attraverso i canali della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura:

$$tc = ta + tr$$

con:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{1.5 * V_i}$$

dove:

Li = lunghezza della tratta i – esima nel percorso idraulicamente più lungo;
Vi = velocità di moto uniforme corrispondente alla portata di progetto della i – esima tratta.

$$t_{ai} = \left[\frac{3600^{\frac{n-1}{4}} * 120 * S_i^{0.30}}{S_i^{0.375} (a\phi)^{0.25}} \right]$$

dove:

tai = tempo di accesso dell’i-esimo sottobacino [s]
a, n = coefficienti della curva di possibilità pluviometrica, a [mm/hn], n [-]
Si = superficie dell’i-esimo sottobacino [ha]
si = pendenza media dell’i-esimo sottobacino [-]
φi = coefficiente d’afflusso medio dell’i-esimo sottobacino [-]

Il tempo di corrivazione determinato per il bacino è pari a 0,20 ore (circa 12 minuti); in base a questa determinazione l’altezza pluviometrica di riferimento è quella che caratterizza le piogge con h pari a 68,020 mm. Considerando quindi l’intera superficie in esame, in ragione delle variazioni di permeabilità delle aree interessate dagli interventi di edificazione, quindi dei relativi coefficienti di deflusso, si sono confrontate le portate orarie e relativi coefficienti udometrici “u” che affluiscono alla rete idrografica nella situazione attuale, con quelli che affluiscono nella situazione di progetto (considerando gli afflussi meteorici orari sopra indicati).

PORTATE ORARIE E COEFFICIENTI UDOMETRICI CON TR= 50 ANNI				
PER PRECIPITAZIONI DI DURATA ORARIA				
Superficie S (mq)	u “attuale” (l/s ha)	u “progetto” (l/s ha)	Portata “attuale” (l/s)	Portata “progetto” (l/s)
5.400	38	94	20	51

6. MITIGAZIONE DELL'IMPATTO IDRAULICO

6.1. Calcolo dei volumi d'invaso

Per ottemperare alle finalità di uno studio di compatibilità idraulica è necessario prevedere dei volumi di accumulo superficiali o interrati in grado di invasare temporaneamente le maggiori quantità d'acqua derivanti dall'incremento dell'impermeabilizzazione delle aree.

Il predimensionamento dei volumi di accumulo e le verifiche idrauliche, sono state condotte utilizzando il *modello delle sole piogge*, che si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante.

Per lo studio in oggetto si è calcolato, per il tempo di precipitazione considerato, il volume d'acqua affluito alla sezione di chiusura nella configurazione prima della realizzazione delle opere in oggetto e successivamente nella configurazione di progetto, la differenza tra le due quantità rappresenta il volume che risulta necessario invasare temporaneamente.

Nella modellizzazione considerata si ipotizza di concentrare i volumi d'acqua da invasare in corrispondenza della sezione di uscita del bacino. Il sistema determina in funzione di una serie di eventi critici considerati (scansione temporale ponderata tra le piogge di varia durata) e della portata di deflusso, impostata pari alla portata di scarico ammessa per il fosso a sud dell'ambito in esame affluente dello Scolo Casale 2 di 5 l/s ha, pari quindi a 2,70 l/s:

- altezza di pioggia di durata oraria con $T_r=50$ anni
- portata di pioggia (Q_p) alla sezione di chiusura calcolata con il *metodo cinematico*
- portata di deflusso (Q_d)
- volume di pioggia ($V_p=Q_p \cdot T_{pioggia}$)
- volume di pioggia defluito nella rete idrografica ($V_d=Q_d \cdot T_{pioggia}$)
- volume d'invaso temporaneo ($\Delta V=V_p-V_d$)

Di seguito è stata indicata la sintesi del calcolo dei volumi d'invaso che utilizzano un tempo di ritorno di 50 anni.

T(h)	H(mm)	J(mm/h)	Q_p (l/s)	Q_d (l/s)	V_p (mc)	V_d (mc)	ΔV (mc)
0.10	24.134	241.34	179.92	2.70	64.77	0.97	63.80
0.20	32.969	164.85	122.89	2.70	88.48	1.94	86.54
0.30	39.568	131.89	98.33	2.70	106.19	2.92	103.28
0.40	45.036	112.59	83.94	2.70	120.87	3.89	116.98
0.50	49.794	99.59	74.24	2.70	133.64	4.86	128.78
0.60	54.051	90.09	67.16	2.70	145.06	5.83	139.23
0.70	57.934	82.76	61.70	2.70	155.48	6.80	148.68
0.80	61.522	76.90	57.33	2.70	165.11	7.78	157.34
0.90	64.870	72.08	53.73	2.70	174.10	8.75	165.35
1.00	68.462	68.46	51.04	2.70	183.74	9.72	174.02
2.00	78.267	39.13	29.17	2.70	210.05	19.44	190.61
3.00	84.641	28.21	21.03	2.70	227.16	29.16	198.00
4.00	89.476	22.37	16.68	2.70	240.14	38.88	201.26
5.00	93.416	18.68	13.93	2.70	250.71	48.60	202.11
6.00	96.763	16.13	12.02	2.70	259.69	58.32	201.37
7.00	99.687	14.24	10.62	2.70	267.54	68.04	199.50
8.00	102.291	12.79	9.53	2.70	274.53	77.76	196.77

9.00	104.644	11.63	8.67	2.70	280.84	87.48	193.36
10.00	106.795	10.68	7.96	2.70	286.62	97.20	189.42
11.00	108.778	9.89	7.37	2.70	291.94	106.92	185.02
12.00	110.621	9.22	6.87	2.70	296.88	116.64	180.24
13.00	112.345	8.64	6.44	2.70	301.51	126.36	175.15
14.00	113.964	8.14	6.07	2.70	305.86	136.08	169.78
15.00	115.492	7.70	5.74	2.70	309.96	145.80	164.16
16.00	116.941	7.31	5.45	2.70	313.85	155.52	158.33
17.00	118.318	6.96	5.19	2.70	317.54	165.24	152.30
18.00	119.631	6.65	4.95	2.70	321.07	174.96	146.11
19.00	120.886	6.36	4.74	2.70	324.43	184.68	139.75
20.00	122.090	6.10	4.55	2.70	327.67	194.40	133.27
21.00	123.245	5.87	4.38	2.70	330.76	204.12	126.64
22.00	124.357	5.65	4.21	2.70	333.75	213.84	119.91

T(h) = tempo di pioggia
H = Altezza di pioggia
J = Intensità di pioggia
Qp = Portata di progetto
Qd = Portata di deflusso
Vp = Volume di progetto
Vd = Volume defluito
 ΔV = Volume da invasare

Considerando quindi gli interventi riguardanti l'area in oggetto, il volume minimo che risulterà necessario invasare con il metodo di calcolo risulta uguale a 202 mc.

6.2. Interventi di mitigazione suggeriti

Lo scopo fondamentale del presente Studio di Compatibilità idraulica è quello di valutare le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni di uso del suolo possono venire a determinare; i nuovi interventi in progetto comporteranno una riduzione della possibilità di drenaggio nel suolo delle acque meteoriche (infiltrazione) ed una diminuzione di invaso superficiale a favore del deflusso per scorrimento con conseguente aumento delle portate dei corsi d'acqua.

In relazione al caso in oggetto, ed in accordo con le indicazioni progettuali contenute nella Valutazione di Compatibilità Idraulica redatta a corredo del PAT del Comune di Vicenza, si prevede il sovradimensionamento delle condotte di scarico delle acque meteoriche in grado di stoccare temporaneamente un volume d'acqua minimo di 202 mc, con regolazione della portata in uscita tale da garantire un coefficiente pari a di 2,70 l/s, come nel seguito specificato.

Tale tipologia di opera di mitigazione è stata individuata tenendo in considerazione la situazione logistica dell'intervento, in particolare si è tenuto conto:

- ❑ dell'assetto geologico e topografico del lotto;
- ❑ della conducibilità idraulica nel complesso di grado molto basso, almeno per gli strati più superficiali di terreno;
- ❑ dalla presenza di un di ricettore rappresentato dal fosso a sud dell'ambito in esame affluente dello Scolo Casale 2, nel quale riversare gli afflussi pluviometrici invasi.

Si tiene a precisa che tale portata in uscita corrisponde al valore di deflusso naturale “ante operam” in termini di invarianza idraulica e, poiché rispetta il parametro di normativa di 5 l/sha, risulta implicitamente autorizzato dal gestore del corso d’acqua stesso, ovvero il Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (APV), che esprimerà parere di competenza in merito alla compatibilità idraulica al Genio Civile di Vicenza.

Per l’ubicazione delle opere di laminazione si rimanda alla tavola degli scarichi redatta dal progettista.

7. INDICAZIONI PER UNA CORRETTA MANUTENZIONE DEL SISTEMA DI RACCOLTA

Per corretto funzionamento del sistema di mitigazione delle acque descritto precedentemente, si indica la necessità di eseguire controlli periodici atti a verificare il mantenimento delle buone condizioni di funzionamento dei sistemi bacini di invaso e delle condotte, al fine di consentire l’eventuale intervento tempestivo. Di seguito si forniscono alcune indicazioni generali circa la manutenzione necessaria a ciascuna delle parti che costituiscono il sistema previsto.

Condotte e pozzetti

Sarà necessaria la verifica di tenuta e conservazione sia dei pozzetti di ispezione sia delle caditoie, oltre che delle condotte; in generale, gli standard realizzativi prevedono che gli allacciamenti alle griglie e caditoie dei piazzali per la raccolta delle acque meteoriche siano realizzati contemporaneamente alla realizzazione delle condotte e convogliati preferibilmente alle camerette d’ispezione evitando, per quanto possibile, l’effettuazione di fori direttamente nella condotta. Qualora vi sia necessità di forare la condotta, dovrà essere utilizzata apposita macchina carotatrice praticando il foro sulla testa del tubo. Le anomalie che più frequentemente si possono manifestare in questi sistemi di raccolta delle acque bianche sono rappresentate da:

- *corrosione, delle tubazioni di adduzione con evidenti segni di decadimento delle stesse evidenziato con crepe e piccole spaccature nel cemento;*
- *difetto ai raccordi o alle connessioni, perdite di fluido in prossimità i raccordi dovute a errori o sconnessioni delle giunzioni;*
- *erosione del suolo e all’esterno dei tubi che è solitamente causata dall’infiltrazione della terra.*
- *penetrazioni di radici all’interno dei condotti che provocano intasamento del sistema;*
- *sedimentazione, accumulo di depositi minerali sul fondo dei condotti che può causare l’intasamento;*
- *difetti dei chiusini, rottura delle piastre di copertura dei pozzetti o chiusini difettosi, chiusini rotti, incrinati, mal posati o sporgenti;*
- *intasamento, incrostazioni o otturazioni delle griglie dei pozzetti dovute ad accumuli di materiale di risulta quali fogliame, vegetazione, ecc.*

In relazione alla manutenzione delle condotte, l’attività principale consiste sia nell’espurgo delle stesse, necessario a mantenere sgombra la sezione idraulica dal deposito dei materiali di sedimentazione sul fondo delle tubazioni, sia nella pulizia delle griglie e caditoie da foglie, rifiuti solidi e depositi sabbiosi nelle canalette e nei pozzetti sifonati; tali operazioni dovranno essere eseguite mediante l’impiego di apposita apparecchiatura, eseguendo gli stessi su ogni tratto di condotta compreso tra due pozzetti d’ispezione iniziando da quello di valle e risalendo a monte lungo tutto il percorso dell’intero collettore. I rifiuti asportati durante le operazioni sia di espurgo che della pulizia di griglie e caditoie dovranno essere trasportati e conferiti presso impianti e/o discariche autorizzate allo smaltimento degli stessi nel pieno rispetto delle normative vigenti in materia. Sarà inoltre necessario verificare ed eventualmente ripristinare la complanarità dei chiusini con la pavimentazione contigua al fine di evitare la formazione di elementi che costituiscano pericolo per la fruizione delle sedi viarie e pedonali.

Riassumendo sinteticamente la manutenzione dell’opera consiste principalmente in:

- *Pulizia ed asportazione dei materiali da griglie e caditoie stradali;*
- *Pulizia ed espurgo dei materiali dalle condotte di deflusso delle acque;*
- *Riparazione e/o sostituzione dei pozzetti di ispezione sulla condotta principale;*
- *Riparazione e/o sostituzione dei canali porta griglie e dei pozzetti sifonati a supporto delle caditoie stradali;*
- *Verifica costante, manutenzione e/o sostituzione dei manufatti (chiusini e griglie) che a causa del traffico pesante, o assestamenti del sottofondo risultino instabili o danneggiati.*

In conclusione, per una corretta manutenzione dell'opera, è quindi necessario predisporre una pianificazione esaustiva e completa, che contempli sia l'opera nel suo insieme, sia tutti i componenti e gli elementi tecnici manutenibili; dovrà quindi essere redatto un dettagliato Piano di Manutenzione in fase di progettazione esecutiva al quale si dovrà fare diretto riferimento per un corretto funzionamento del sistema di raccolta previsto dal presente studio.

8. CONCLUSIONI

Da quanto esposto nel presente studio risulta che l'intervento in progetto comporta un modesto peggioramento dal punto di vista dell'impatto idraulico rispetto alla situazione attuale.

In tale senso, al fine di utilizzare al meglio le superfici di progetto senza perturbare l'attuale assetto idraulico ed idrogeologico, sono state proposte le seguenti opere:

- **MITIGAZIONE DELL'IMPATTO IDRAULICO: sovradimensionamento delle condotte interrato, in grado di stoccare temporaneamente un volume d'acqua minimo di 202 mc;**
- **SCARICO: nel fosso a sud dell'ambito in esame affluente dello Scolo Casale 2, con portata di invarianza idraulica pari a 2,70 l/s.**

Si precisa che per quanto riguarda gli aspetti qualitativi si dovrà fare riferimento a quanto disposto all'art.39 comma 5 del Piano di Tutela delle Acque Approvato con la Deliberazione del Consiglio Regionale della Regione Veneto N. 107 del 5 novembre 2009, e alla D.G.R. del Veneto n°80 del 27/01/2011 "Norme Tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque – Linee guida Applicative".

In merito ai dettami del PGRA, adottando le soluzioni progettuali descritte nel presente documento e recepite nel progetto stesso, viene garantito il non superamento del Rischio Idraulico R2.

Si ritiene che il dimensionamento degli interventi di mitigazione indicato garantisca un sufficiente volume di invaso, tale da non perturbare l'attuale assetto idraulico e idrogeologico dell'area.

Vicenza, maggio 2022



Dr. Geol. Rimsky Valvassori

ALLEGATI FUORI TESTO

- *Calcolo delle precipitazioni e dei volumi di invaso temporanei (TR = 50 anni)*

Geol. RIMSKY VALVASSORI – Studio di Geologia Tecnica

✉ 36100 VICENZA – Via dell'Oreficeria, 30/L

☎: 0444.340136 - 📠: 0444.809179 - Ordine dei Geologi del Veneto n°507

C.F. VLVRSK71H02A794P - P. IVA 02662110242

📧: info@studiogeosistemi.it – 🌐: www.studiogeosistemi.it – 📞: 335.8154346

Studio di compatibilità idraulica a corredo del Piano Urbanistico Attuativo zona residenziale di espansione C16, a Casale, Comune di Vicenza (VI)

Calcolo delle precipitazioni e dei volumi di invaso temporanei

T(h)	H(mm)	J(mm/h)	Qp(l/s)	Qd(l/s)	Vp(mc)	Vd(mc)	ΔV(mc)
0.10	24.134	241.34	179.92	2.70	64.77	0.97	63.80
0.20	32.969	164.85	122.89	2.70	88.48	1.94	86.54
0.30	39.568	131.89	98.33	2.70	106.19	2.92	103.28
0.40	45.036	112.59	83.94	2.70	120.87	3.89	116.98
0.50	49.794	99.59	74.24	2.70	133.64	4.86	128.78
0.60	54.051	90.09	67.16	2.70	145.06	5.83	139.23
0.70	57.934	82.76	61.70	2.70	155.48	6.80	148.68
0.80	61.522	76.90	57.33	2.70	165.11	7.78	157.34
0.90	64.870	72.08	53.73	2.70	174.10	8.75	165.35
1.00	68.462	68.46	51.04	2.70	183.74	9.72	174.02
2.00	78.267	39.13	29.17	2.70	210.05	19.44	190.61
3.00	84.641	28.21	21.03	2.70	227.16	29.16	198.00
4.00	89.476	22.37	16.68	2.70	240.14	38.88	201.26
5.00	93.416	18.68	13.93	2.70	250.71	48.60	202.11
6.00	96.763	16.13	12.02	2.70	259.69	58.32	201.37
7.00	99.687	14.24	10.62	2.70	267.54	68.04	199.50
8.00	102.291	12.79	9.53	2.70	274.53	77.76	196.77
9.00	104.644	11.63	8.67	2.70	280.84	87.48	193.36
10.00	106.795	10.68	7.96	2.70	286.62	97.20	189.42
11.00	108.778	9.89	7.37	2.70	291.94	106.92	185.02
12.00	110.621	9.22	6.87	2.70	296.88	116.64	180.24
13.00	112.345	8.64	6.44	2.70	301.51	126.36	175.15
14.00	113.964	8.14	6.07	2.70	305.86	136.08	169.78
15.00	115.492	7.70	5.74	2.70	309.96	145.80	164.16
16.00	116.941	7.31	5.45	2.70	313.85	155.52	158.33
17.00	118.318	6.96	5.19	2.70	317.54	165.24	152.30
18.00	119.631	6.65	4.95	2.70	321.07	174.96	146.11
19.00	120.886	6.36	4.74	2.70	324.43	184.68	139.75
20.00	122.090	6.10	4.55	2.70	327.67	194.40	133.27
21.00	123.245	5.87	4.38	2.70	330.76	204.12	126.64
22.00	124.357	5.65	4.21	2.70	333.75	213.84	119.91

DATI PROGETTO

Superf. = 5400 mq = 0.54 ha
 Coeff. defl. attuale = 0.200
 Coeff. defl. prog. = 0.497
 Tr = 50 anni
 a = 68.020
 n = 0.450
 a = 68.462
 n = 0.193

LEGENDA

T(h) = tempo di pioggia (ore)
 H = altezza di pioggia (mm)
 J = intensità di pioggia = $J(x) = h(x)/t$
 Qp = portata di progetto
 Qd = portata di deflusso stimata
 Vp = volume di progetto ($Qp \cdot T(h)$)
 Vd = volume defluito ($Qd \cdot T(h)$)
 ΔV = volume da invasare ($\Delta V = Vp - Vd$)

Calcolo delle precipitazioni

