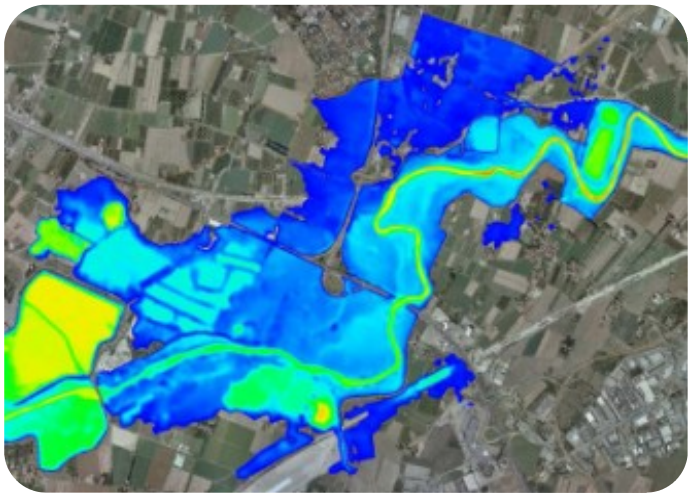
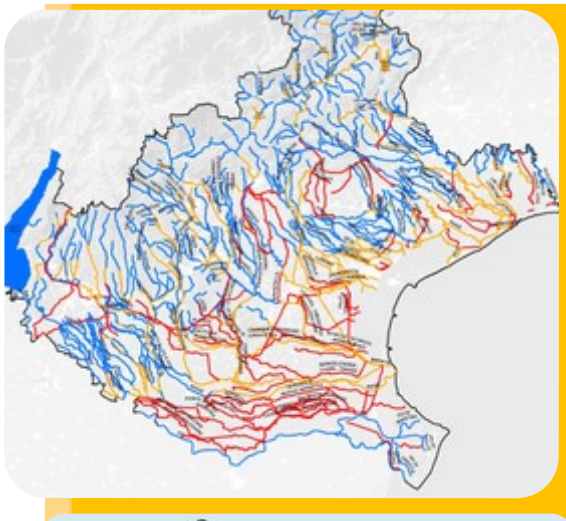
GEOSISTEMI
YOUR GEOLOGICAL PARTNER

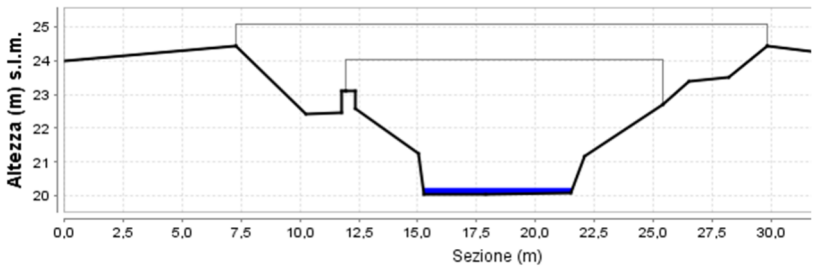
Giugno 2025

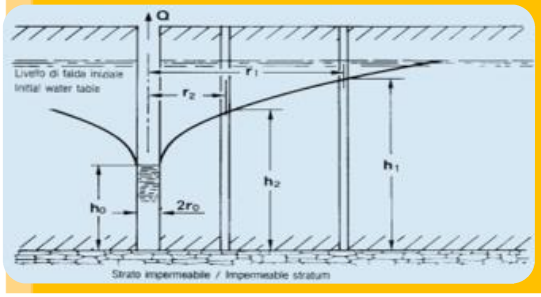
Regione Veneto
Provincia di Vicenza
COMUNE DI ALTAVILLA VICENTINA

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 progetto di realizzazione di un fabbricato a destinazione commerciale/direzionale sito in Via Olmo

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

Committenti:
Sig.ri Ranzato Pietro e Munaro Alessandra

GEOSISTEMI
YOUR GEOLOGICAL PARTNER

INDICE

1. PREMESSE 3
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO 4
3. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA 7
3.1. Ubicazione e caratteri geomorfologici principali 7
3.2. Stratigrafia ed Idrogeologia generale ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
3.3. Pericolosità idraulica 12
3.3.1. PAI Bacino Brenta-Bacchiglione ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
3.3.2. PTCP Carta della Fragilità 12
3.3.3. PAT Carta della Fragilità 13
3.3.4. Piano di Gestione Rischio Alluvioni PGRA distretto delle Alpi orientali 13
4. MODELLO STRATIGRAFICO E IDROGEOLOGICO LOCALE 16
4.1. Modello geologico 16
4.2. Modello idrogeologico 18
4.3. Permeabilità dei terreni superficiali 18
5. PARAMETRI IDROLOGICI ED IDRAULICI 20
5.1. Premessa 20
5.2. Determinazione dell'afflusso meteorico lordo 20
5.2.1. Tempo di ritorno 20
5.2.2. Scelta delle distribuzioni di probabilità 20
5.2.3. Curve di possibilità pluviometrica 21
5.3. Determinazione dell'afflusso meteorico netto 23
5.4. Trasformazione degli afflussi in deflussi 24
6. MITIGAZIONE DELL'IMPATTO IDRAULICO 25
6.1. Calcolo dei volumi d'invaso temporaneo 25
6.2. Interventi di mitigazione idraulica 27
7. INDICAZIONI PER UNA CORRETTA MANUTENZIONE DEL SISTEMA DI RACCOLTA 28
8. CONCLUSIONI 30

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

GEOSISTEMI
YOUR GEOLOGICAL PARTNER

1. PREMESSE

Su incarico e per conto dei **Sig.ri Ranzato Pietro e Munaro Alessandra** è stato predisposto il presente *"***STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA**" a corredo del progetto di realizzazione di un fabbricato a destinazione commerciale/direzionale sito in Via Olmo, in Comune di Altavilla Vicentina, in Provincia di Vicenza *(Fig. 1 – Corografia alla scala 1:25.000, estratto da IGM, Foglio n°49 Quadrante I Orientamento S.E. "Arzignano", Foglio n°49 Quadrante II Orientamento N.E. "Montebello Vicentino", Foglio n°50 Quadrante III Orientamento N.O. "Arcugnano" e Foglio n°50 Quadrante IV Orientamento S.O. "Vicenza").*

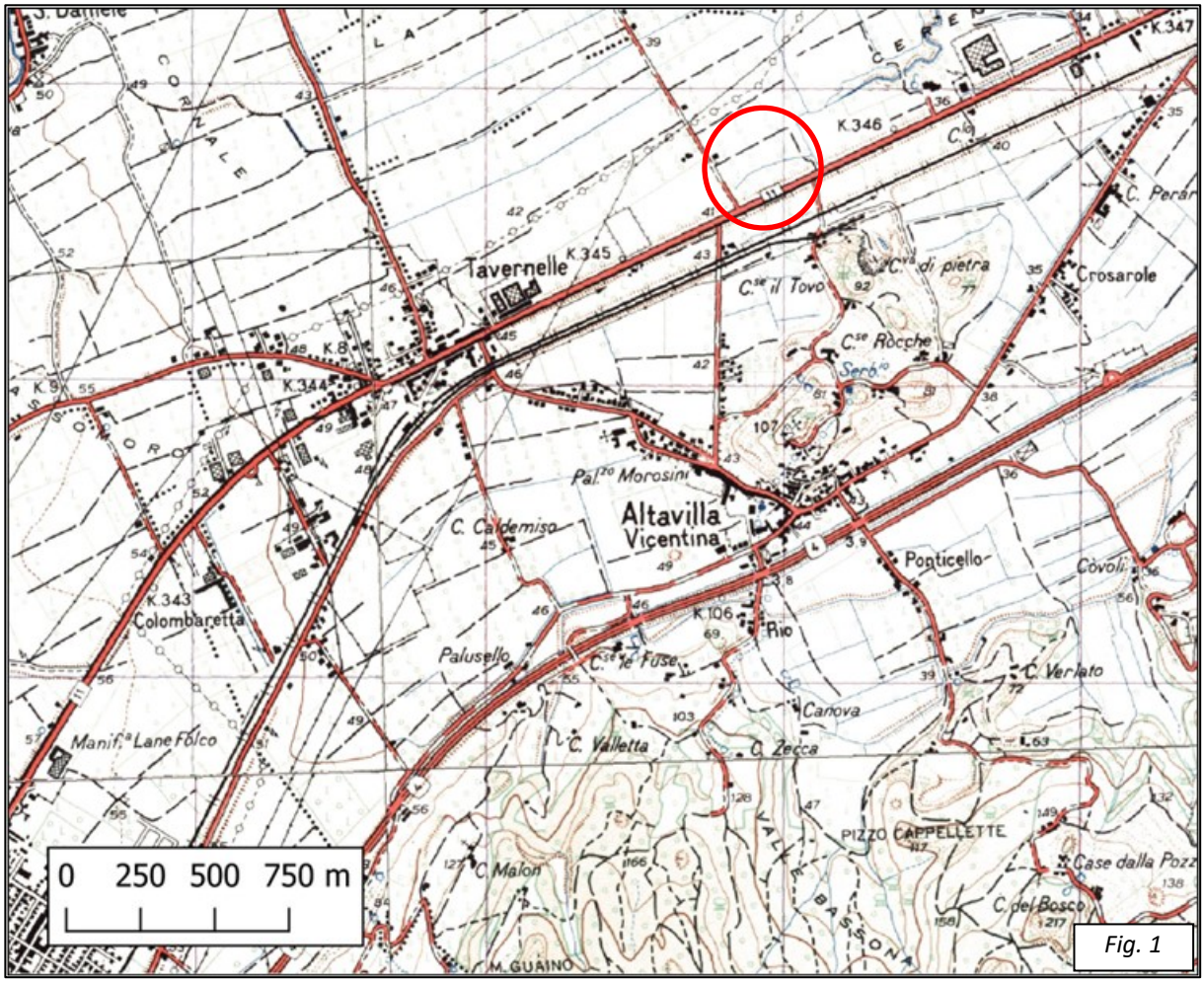


Fig. 1

Il presente documento in particolare, sulla base dei dati geologici, geomorfologici ed idrogeologici del sito, valuta l'invarianza idraulica dell'intervento di urbanizzazione di un'area edificabile, 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;
- utilizzo delle indagini geognostiche effettuate a corredo di precedenti indagini
- studio idrogeologico con elaborazione statistico-probabilistica delle precipitazioni;
- studio idraulico ed idrogeologico finalizzato alla valutazione di massima di invaso idrico per le aree interessate;

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

- 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.

Per la stesura della presente relazione tecnica, oltre a riferimenti di archivio e bibliografici, sono stati utilizzati i dati sperimentali e le osservazioni derivanti dalle seguenti relazioni:

- *"Indagine geologica sui terreni di fondazione dell'impianto di autodemolizione sito in Via Olmo in Comune di Altavilla Vicentina*" redatta dal Geol. Giuseppe Franco Darteni nel dicembre 2005.
- *"Indagine geologico stratigrafica ed idrogeologica secondo quanto previsto dal piano della caratterizzazione"* redatta dallo studio INGEO nel giugno 2002.
- *"Indagine geologica e geotecnica a supporto del progetto di realizzazione di un fabbricato ad uso produttivo – commerciale in Via Olmo, in Comune di Altavilla Vicentina"* redatta dal Geol. Rimsky Valvassori nel novembre 2009.

Si riportano in sintesi le superfici di progetto in cui è suddiviso l'area di trasformazione, alle quali si farà riferimento nei paragrafi successivi:

Tipologia	Superficie di progetto (m^2)
superfici impermeabili (tetti, parcheggi e pertinenze)	*6035.00*
superfici semipermeabili (parcheggi drenanti, zone inghiaiate)	*855.00*
superfici permeabili (aree a verde)	*135.00*
Tot.	***7025.00***

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

In senso generale, lo studio di compatibilità idraulica viene redatto 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

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

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 particolare, si fa riferimento all'Art.39 comma 7 del Piano di Tutela delle Acque Approvato con la Deliberazione del Consiglio Regionale della Regione Veneto N. 107 del 5 novembre 2009 e s.m.i. *"Per tutte le acque di pioggia collettate, quando i corpi recettori sono nell'incapacità di drenare efficacemente i volumi in arrivo, è necessaria la realizzazione di sistemi di stoccaggio, atti a trattenerle per il tempo sufficiente affinché non siano scaricate nel momento di massimo afflusso nel corpo idrico. I sistemi di stoccaggio devono essere concordati tra il comune, che è gestore della rete di raccolta delle acque meteoriche, e il gestore della rete di recapito delle portate di pioggia. Rimane fermo quanto prescritto ai commi 1 e 3.". Inoltre l'Art.39 comma 14 cita:" 14. La Regione incentiva la realizzazione delle opere per la gestione delle acque di prima pioggia. La Regione incentiva altresì la realizzazione di opere volte a favorire il riutilizzo delle acque meteoriche."*

Per il presente studio di compatibilità idraulica si fa riferimento alla Valutazione di Compatibilità Idraulica e suoi Allegati, redatta a corredo del PAT del Comune di Altavilla Vicentina.

Nella Relazione Tecnica nel paragrafo 2.4, si legge " 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."…omissis…" Tempo di Ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni."…."*nel caso di trascurabile impermeabilizzazione potenziale è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi".*

Nella Parte Terza al punto 2.1, Modello di calcolo analitico si riporta *"calcolo dei volumi efficaci di invaso viene condotto imponendo un valore limite di portata scaricata, considerando che la normativa impone che il regime idraulico non venga modificato a seguito degli interventi di urbanizzazione. Come già per la valutazione di compatibilità idraulica del PAT il limite assunto allo scarico è pari a 5 l/s ha, valore compatibile con il deflusso relativo ad un terreno agricolo o a verde e generalmente accettato dai Consorzi di Bonifica"*

Per quanto riguarda le misure da attuare per mitigare l'impatto idraulico all'Art. 3.1. si suggeriscono "*Tra i sistemi maggiormente utilizzati nella pratica possono essere indicati: - aree verdi depresse per l'Invaso superficiale; - accumulo in volumi interrati realizzati mediante vespai ad alta capacità di accumulo; - accumulo in volumi interrati realizzati mediante celle assemblabili; - accumulo in volumi interrati realizzati mediante la posa di condotte di grande diametro; - sovradimensionamento della rete acque meteoriche."*

In particolare:

"3.1.4. Accumulo in sistema di tubazioni di grande diametro affiancate

In particolari condizioni o esigenze, che rendano difficoltoso l'utilizzo dei vespai interrati o delle celle assemblabili, è possibile ipotizzare la realizzazione i volumi di invaso mediante la disposizione, in opportuna posizione, di tubazioni di grande diametro (a partire da Φ 80 cm e superiori) tra loro affiancate e collegate, in modo da permettere la ripartizione del carico idraulico. Tali sistemi vengono generalmente posti fuori linea rispetto alla rete principale, e sono collegati alla stessa mediante delle condotte di derivazione che permetteranno l'invaso e il successivo svuotamento delle tubazioni stesse

3.1.5. Sovradimensionamento della rete acque meteoriche

Nei casi in cui la quota di posa delle condotte sia sufficientemente profonda rispetto al piano campagna, è possibile ricavare una porzione del volume efficace di invaso, mediante la messa in opera di una rete di collettamento delle acque meteoriche con tubazioni sovradimensionate. Il "vincolo" riguardante la quota di posa dipende dal fatto che deve essere comunque

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

garantito un adeguato ricoprimento delle condotte, non inferiore a 50 cm rispetto all'estradosso del tubo. L'adozione di tale tecnica privilegia principalmente le situazioni nelle quali gli spazi per le opere di fognatura bianca risultino limitati."

Per quanto riguarda l'invarianza idraulica, ***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".**

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

GEOSISTEMI
YOUR GEOLOGICAL PARTNER

3. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

3.1. Ubicazione e caratteri geomorfologici principali

La zona di indagine è situata presso il settore settentrionale del territorio comunale di Altavilla Vicentina, alle propaggini settentrionali dei Colli Berici (*Fig. 2 – Corografia alla scala 1:10.000, estratto da C.T.R. Sezione n°125060 "Altavilla Vicentina"*).

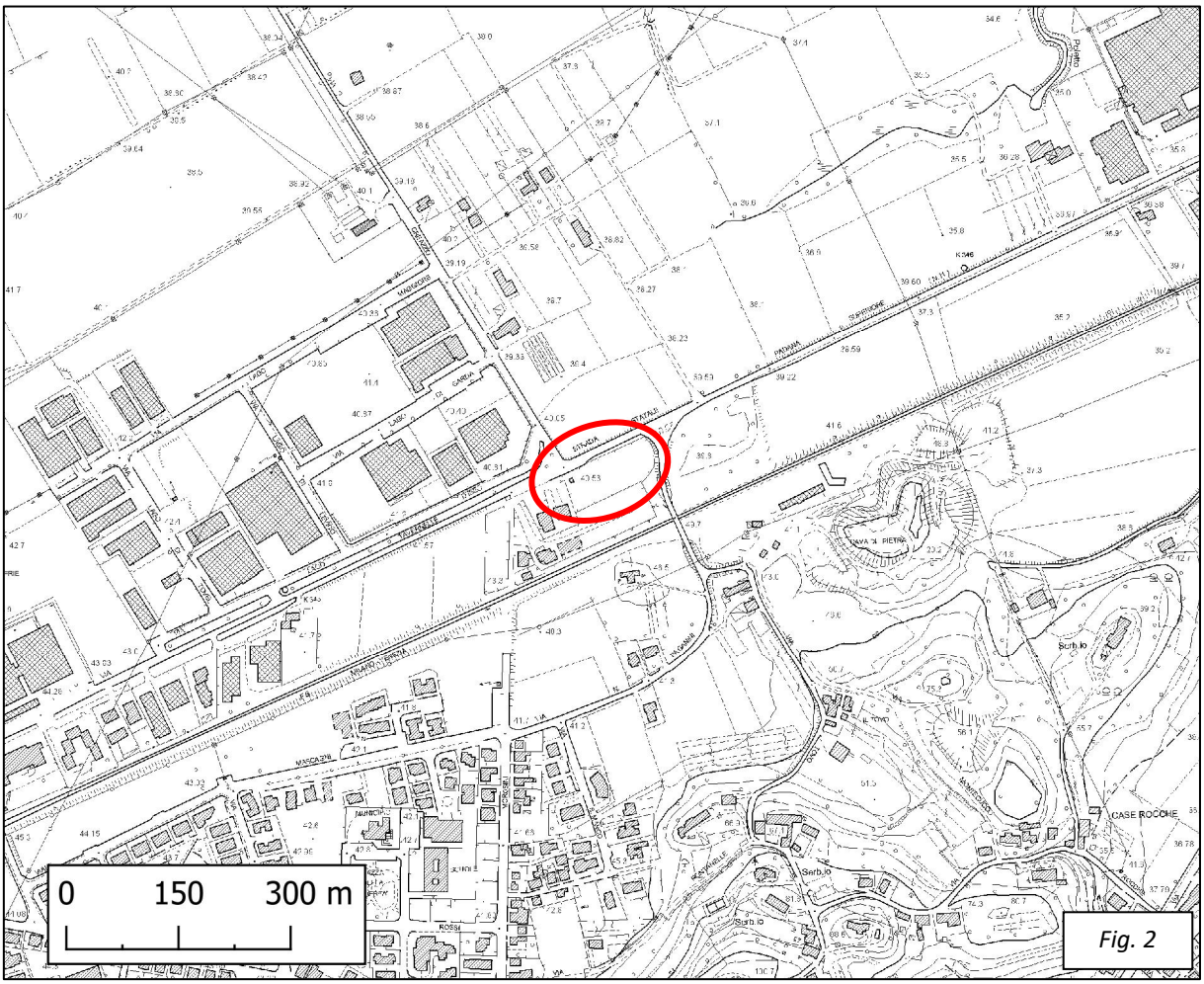


Fig. 2

I principali centri abitati nelle vicinanze sono rappresentati dal capoluogo comunale di Altavilla Vicentina, a circa 800 m di distanza in direzione Sud Ovest, e dai nuclei urbani di Tavernelle e Alte Ceccato poste rispettivamente a circa 1,0 km in direzione Ovest e circa 3,0 km in direzione Ovest.

Il territorio si presenta mediamente 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. Il lineamento antropico di maggior rilievo è rappresentato dalla linea ferroviaria Verona – Venezia la quale dista circa 100 m a sud del sito di interesse.

Dal punto di vista morfologico, il territorio si inserisce in una porzione sub-pianeggiante nella pianura compresa tra i rilievi collinari dei lessini orientali e i colli berici; le quote medie dei terreni sono pari a circa 40 metri s.l.m..

Relativamente all'idrografia di superficie, l'elemento di maggior spicco è rappresentato dalla Roggia Poletto, che scorre a circa 300 m a Nord del sito di interesse. Inoltre, sono presenti numerose rogge, fossi di scolo e di irrigazione dei campi nelle aree circostanti adibite a coltivazione agricola.

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

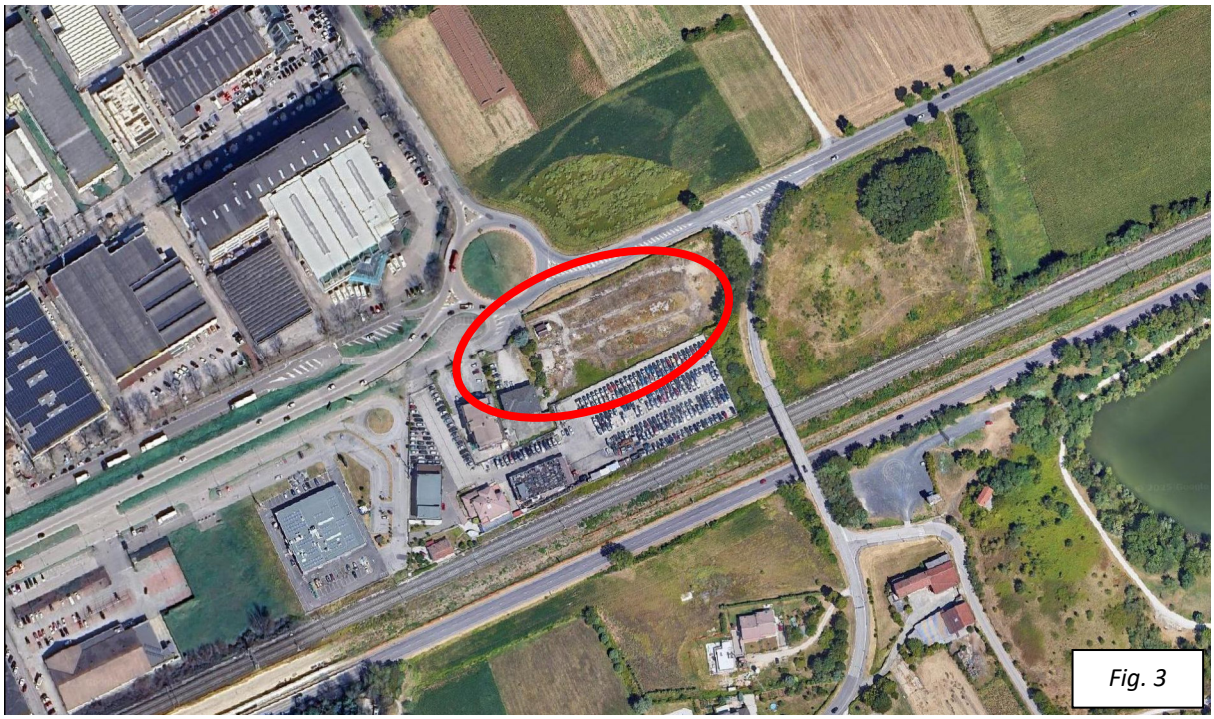


Fig. 3

Per 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 delle fasce di "*Forme di denudazione*" e "*Forme di accumulo*", più precisamente nelle aree di *"Rilievi collinari pre-alpini modellati su intrusioni ed effusioni paleovulcaniche terziarie"* e di *"Depositi fluviali della pianura alluvionale recente*".

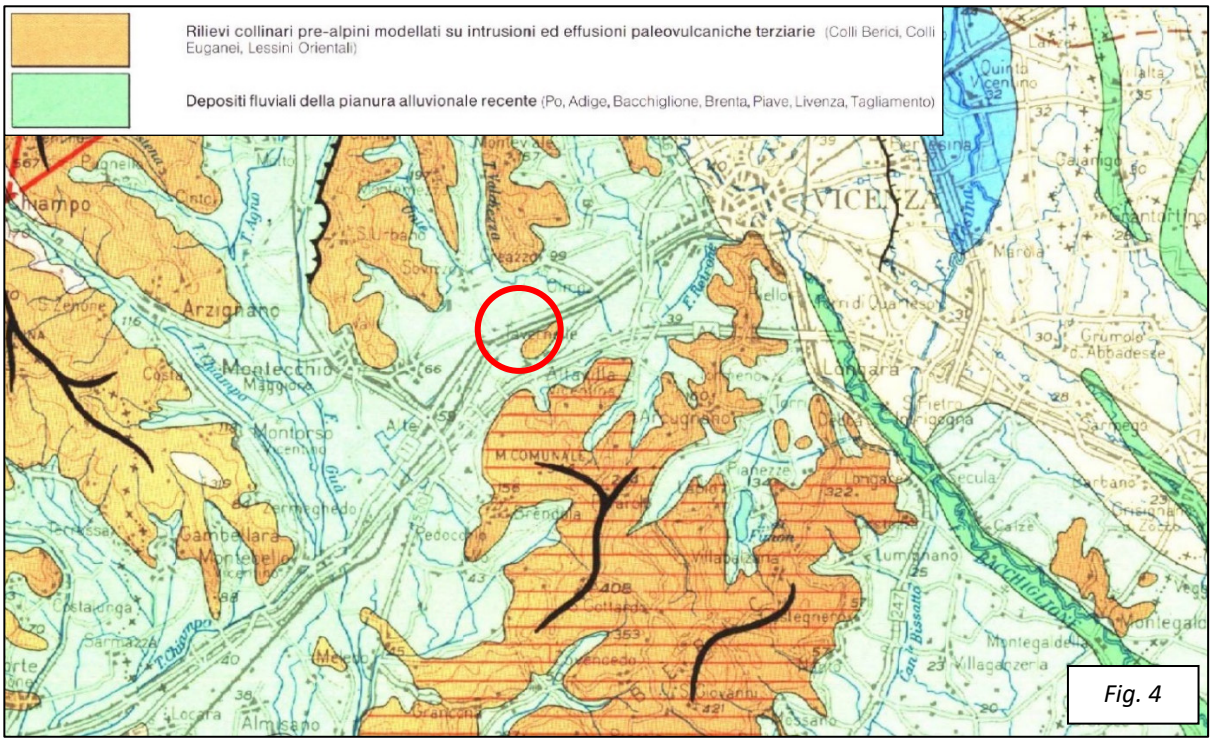


Fig. 4

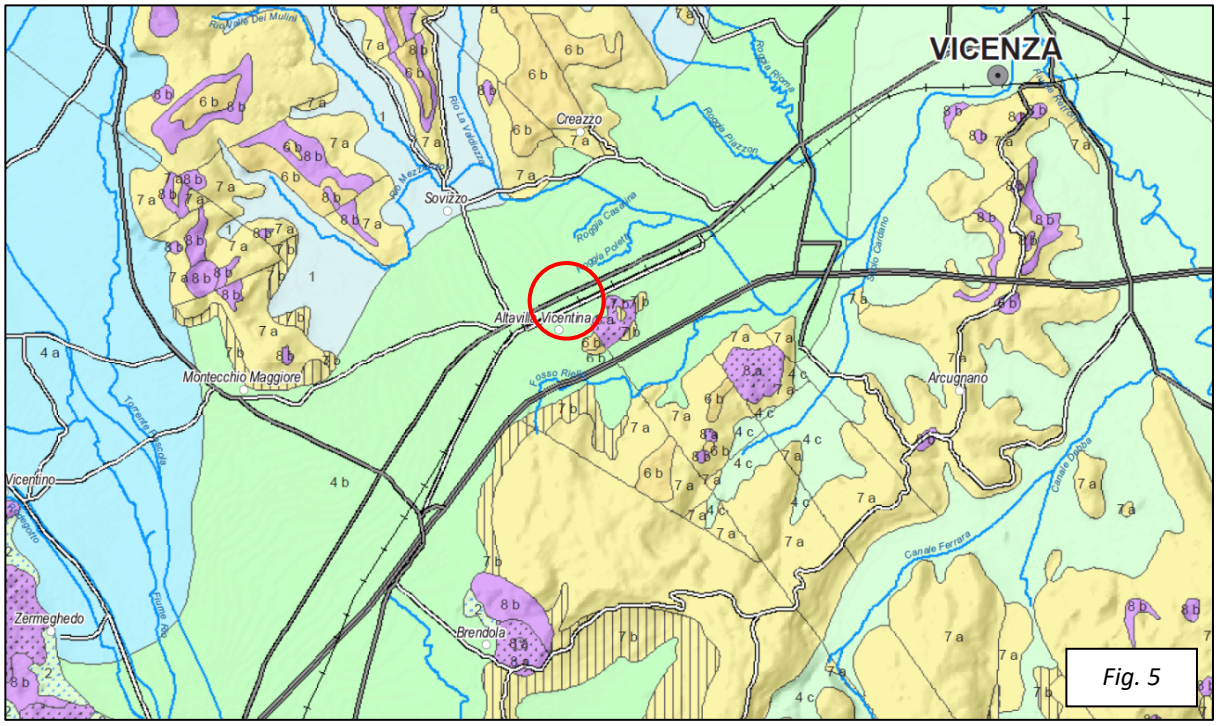
Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

GEOSISTEMI
YOUR GEOLOGICAL PARTNER

3.2. Ubicazione e caratteri geomorfologici principali

FONTI: 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; PTCP PROVINCIA DI VICENZA E PAT DEL COMUNE DI ALTAVILLA VICENTINA (ELABORATI SCRITTI E CARTOGRAFICI).

La struttura geologica regionale dei Colli Berici è rappresentata da un tavolato costituito principalmente da un complesso calcareo - marnoso molto erodibile (nel settore occidentale) e da un complesso prevalentemente calcareo, talora massiccio (nel settore orientale), di età comprese tra il Cretaceo superiore ed il Miocene superiore. Tutta la struttura è solcata da alcune valli profonde e degrada verso le pianure circostanti con pendii piuttosto ripidi. Da un punto di vista tettonico i Monti Berici, si presentano come un complesso sedimentario caratterizzato da strati debolmente inclinati, coinvolti in debolissime pieghe ad ampio raggio con l'asse NNE-SSW. Tali motivi plicativi sono poi stati articolati da due sistemi di dislocazione tettonica, che mostrano movimenti di tipo trascorrente (prevalentemente sinistrorsi) associati a deboli o nulli rigetti verticali. Il primo sistema, scledense, che presenta orientamento NW-SE, influenza i caratteri del margine nord-occidentale del gruppo e vari segmenti della rete idrografica interna; l'elemento più importante di tale sistema (da cui prende il nome) è la grande faglia denominata "Schio-Vicenza". L'altro sistema, ad orientamento NNE-SSW, è composto da faglie a prevalente rigetto verticale. La principale di queste, la cosiddetta faglia della Riviera Berica, è sepolta anch'essa sotto le alluvioni padane (la cui presenza è stata accertata sulla base di dati geofisici, Benvenuti e Norinelli, 1967) ed è evidenziata dalla lunga scarpata sud-orientale.



4 b - Alternanze di ghiaie e sabbie con limi e argille - Quaternario

7 a - Calcari nummulitici, calcareniti, calcari di scogliera, arenarie e marne - Oligocene - Eocene

7 b - Marne e calcari - Oligocene inf. - Eocene

Questo importante lineamento tettonico ed il suo coniugato in corrispondenza dei Colli Euganei, delimitano il "graben berico - euganeo" che separa i due gruppi di rilievi. L'interazione fra questi due lineamenti tettonici (scledense e berico) determina nel complesso un assetto strutturale tale per cui il settore SE si presenta sollevato

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

rispetto a quello NW e di conseguenza i termini più antichi della successione stratigrafica si rinvengono nel primo settore citato. Dall'interferenza dei due sistemi di faglie, a sviluppo in prima approssimazione ortogonale, si deve inoltre l'impostazione e la reciproca orientazione della rete idrografica e dei solchi vallivi, come la Valle del Liona, con andamento circa N-S.

I depositi quaternari occupano interamente il territorio analizzato, in corrispondenza dell'area che verrà interessata dagli interventi edilizi in progetto. Si tratta di materiali detritici continentali formatisi durante tutto il quaternario rappresentati principalmente da depositi alluvionali, che per i termini più granulari sono riconducibili all'opera dei gruppi fluviali Leogra/Bacchiglione, che hanno alternativamente solcato questa porzione di pianura. Relativamente ai termini più superficiali e coesivi, la loro presenza è riconducibile all'opera deposizionale del Fiume Retrone. Dal punto di vista generale tali depositi presentano spessori, forme, composizioni, tessiture e strutture diverse in funzione dei processi morfogenetici che li hanno generati. 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.

Per quanto riguarda l'inquadramento geologico in corrispondenza del sito in studio si è fatto riferimento alla Carta Geologica della Regione Veneto *(Fig. 5 – Estratto della Carta Geologica della Regione Veneto, P.R.A.C., non in scala)*. Secondo tale cartografia, l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di marne e calcari nelle aree collinari e da depositi quaternari composti da *"Alternanze di ghiaie e sabbie con limi e argille"* nelle aree pianeggianti.

In relazione all'aspetto litologico è stato preso in considerazione il quadro conoscitivo redatto a corredo del Piano di Assetto Territoriale PAT del Comune di Altavilla Vicentina, di cui si riporta di seguito l'estratto relativo alla carta geologica (*Fig. 6 –Estratto dalla Carta Litologica, non in scala*).

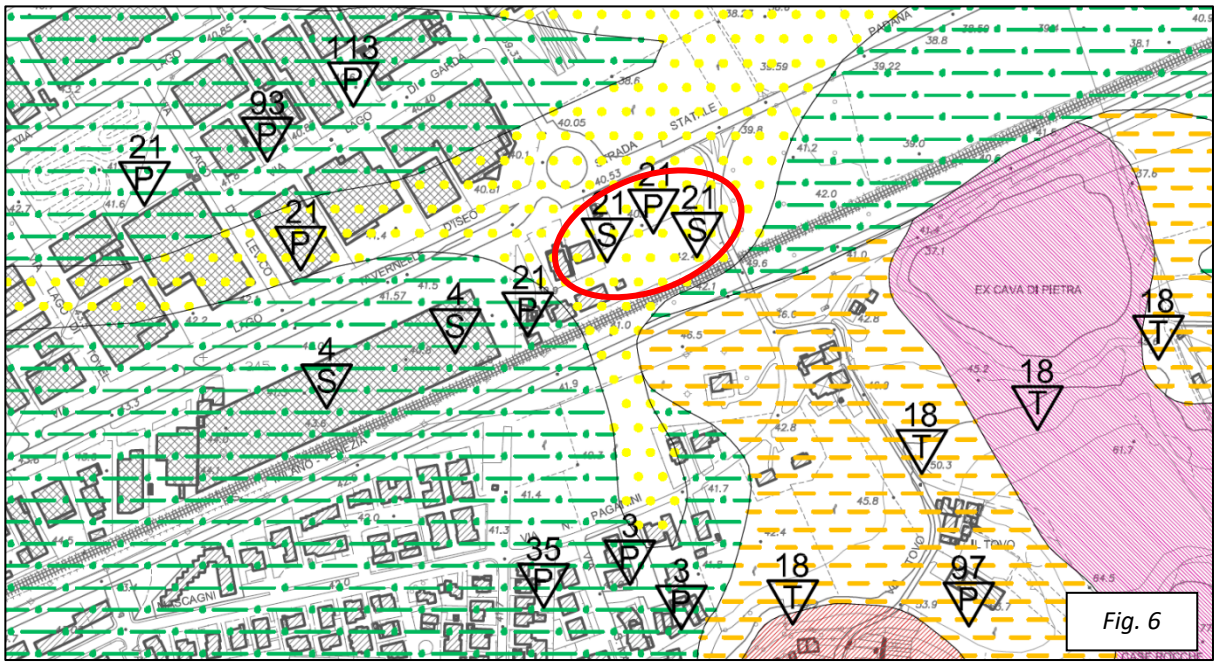


Fig. 6

Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente sabbiosa e ghiaiosa (talora limosa); caratteristiche geotecniche da buone a mediocri (localmente scadenti); Terreni e depositi mediamente permeabili per porosità ($10^{-4} < K < 10^{-1}$ cm/s)

I primi metri di sottosuolo dell'area in studio sono costituiti da terreni definiti dal PAT come *"Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente sabbiosa e ghiaiosa (talora limosa); caratteristiche geotecniche da buone a mediocri (localmente scadenti); Terreni e depositi mediamente permeabili per porosità ($10^{-4} < K\ 10^{-1}$ cm/s)"*.

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

In relazione all'assetto geomorfologico, è stata presa in considerazione la carta geomorfologica del Piano di Assetto Territoriale PAT del Comune di Altavilla Vicentina (*Fig. 7 – Estratto dalla Carta Geomorfologica, non in scala*). Nella carta, non si individua la presenza di alcun lineamento geomorfologico rilevante in corrispondenza dell'area di interesse. Si segnala la presenza di una faglia certa a sud del sito di interesse.

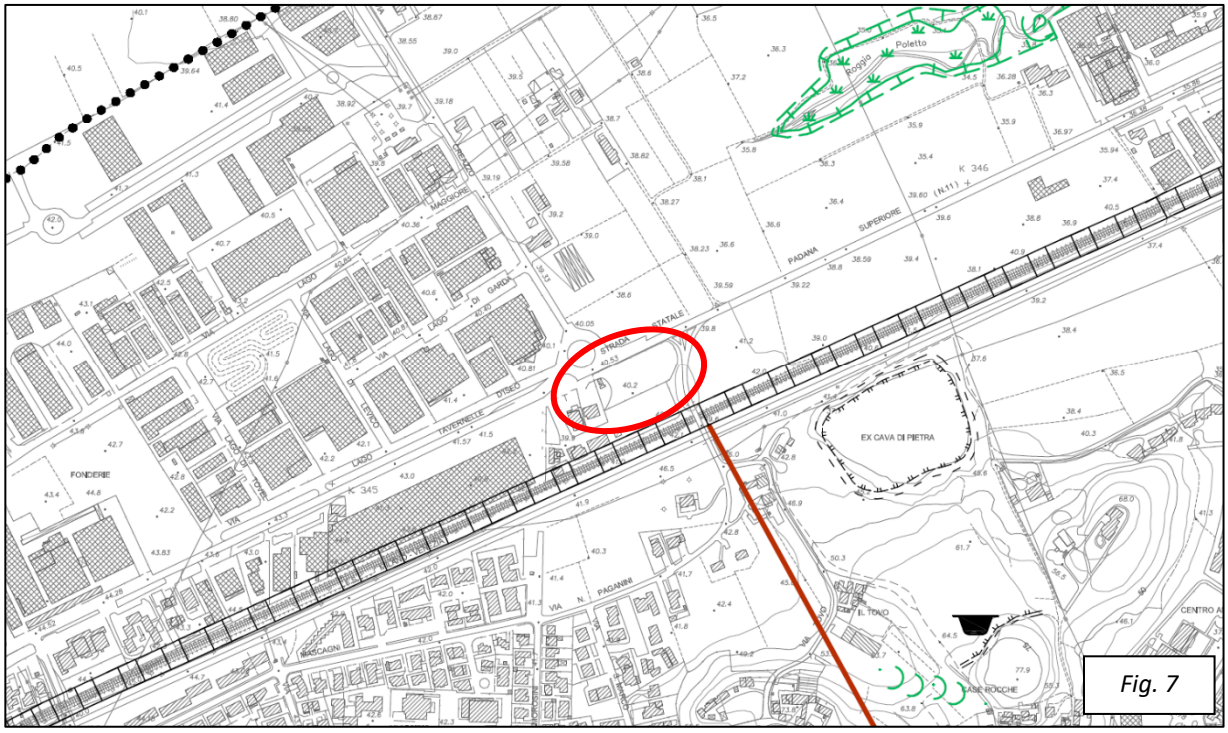


Fig. 7

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

3.3. Pericolosità idraulica

3.3.1. PTCP Carta della Fragilità

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 in data 20 maggio 2010 e approvato con Del. Giunta Reg. 708 del 02/05/2012 (*Fig. 9 – Estratto da WEBGIS, Carta delle Fragilità, Portale Provincia di Vicenza*).

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. 9

- Idrografia
  - Idrografia primaria (Art.29-Art.10)
  - Idrografia secondaria (Art.29-Art.10)
- Rischio idraulico piano provinciale di emergenza (Art.10) - Rischio Idraulico
  - R1
  - R2
  - R3
  - R4
- Pericolosita' idraulica PAI (Art.10)
  - P1
  - P2
  - P3
  - P4

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

3.3.2. *PAT Carta della Fragilità*

Le fragilità complessive del territorio in esame sono state inoltre 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*.

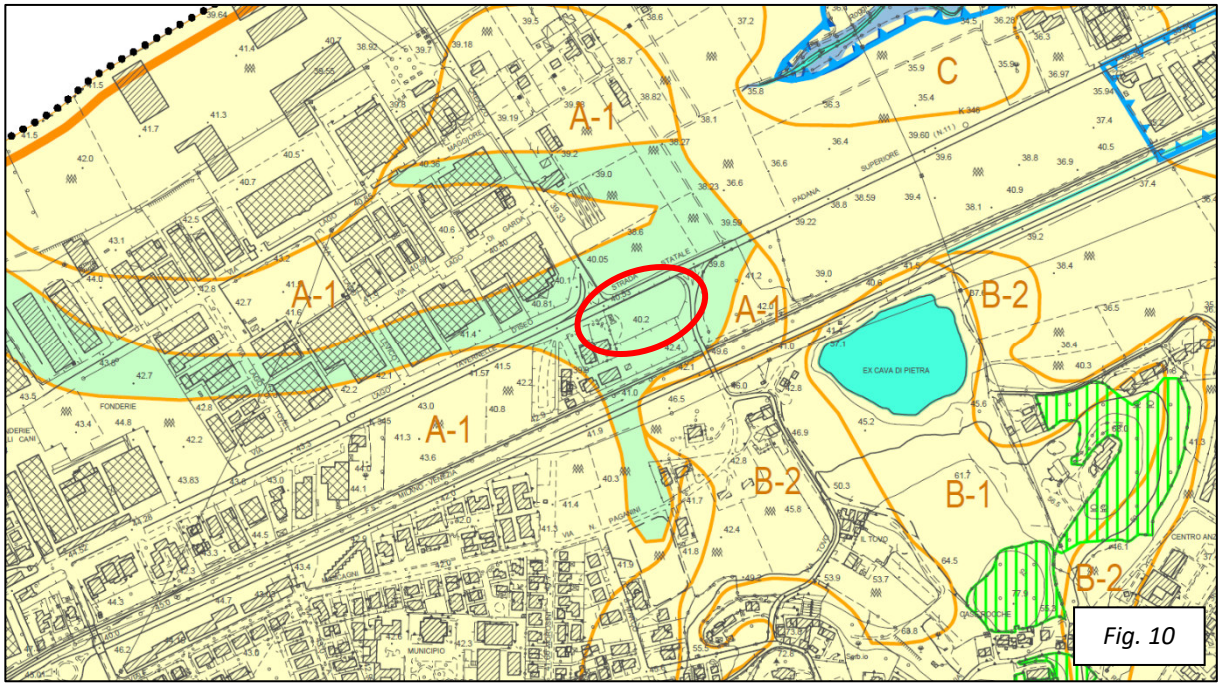


Fig. 10

Area idonea

L-N — Area idonea a condizione (Tipologie A-1, A-2, B-1, B-2, C, D))

In tale documento si evidenzia come, per quanto riguarda la compatibilità geologica a fini urbanistici, l'area di interesse risulti compresa entro la classe di *"Area idonea"*. Si rimanda ai documenti delle Norme Tecniche del PAT.

Secondo quanto riportato nelle Norme Tecniche a corredo del PAT per le aree idonee risulta all'Art.27 punto 1:

"1. Aree idonee: aree caratterizzate da buone / ottime caratteristiche geotecniche dei terreni, da assenti o limitati fenomeni di esondazione e con falda prof. > 4 m.

Tab. n° 1 – AREE IDONEE – Classe di "compatibilità geologica"		
SOTTO CLASSE	**FATTORI CONDIZIONANTI**	**PRESCRIZIONI E VINCOLI**
1	- buone / ottime caratteristiche geotecniche dei terreni - assenti o limitati fenomeni di esondazione - falda prof. > 4 m	- indagine geognostica finalizzata a confermare la qualità geotecnica dei terreni; - impermeabilizzazione degli interrati contro la infiltrazione di acque meteoriche dalla superficie o acque consortili irrigue;

3.3.3. *Piano di Gestione Rischio Alluvioni PGRA distretto delle Alpi orientali*

Il Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA), è redatto, adottato e approvato quale stralcio del piano di bacino a scala distrettuale e interessa il territorio della Regione del Veneto e della Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, nel seguito "Regioni", nonché delle Province autonome di Trento e di Bolzano.

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

Il PGRA ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, tecnico-operativo e normativo che:

- individua e perimetra le aree a pericolosità idraulica, le zone di attenzione, le aree fluviali, le aree a rischio, pianificando e programmando le azioni e le norme d'uso sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato;
- coordina la disciplina prevista dagli altri strumenti della pianificazione di bacino presenti nel distretto idrografico delle Alpi Orientali.

Con il D.Lgs. 49/2010 è stata recepita la Direttiva alluvioni (2007/60) che si concretizza con l'istituzione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) principalmente volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana nonché a ridurre i possibili danni all'ambiente, al patrimonio culturale e alle attività economiche connesse con i fenomeni alluvionali. Il PGRA, redatto dal Distretto Idrografico delle Alpi Orientali, è stato adottato con Delibera n°1 del Comitato Istituzionale del 17/12/2015, ed approvato con Delibera n°1 del 3/3/2016.
La Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali ha adottato in data 21 dicembre 2021 il primo aggiornamento del Piano di gestione del rischio alluvioni ai sensi degli articoli 65 e 66 del D.lgs n. 152/2006.

Fig. 9

Le mappe di allagabilità e di rischio, predisposte secondo i tre scenari di bassa, media ed elevata probabilità legati al tempo di ritorno dell'evento (30, 100, 300 anni), forniscono informazioni circa l'estensione delle aree potenzialmente allagabili, i relativi livelli idrici e l'intensità dei fenomeni secondo i tre suddetti scenari temporali. Nel PGRA sono stati simulati eventi di piena, con le eventuali situazioni di allagamento, con un modello bidimensionale per tempi di ritorno TR=30 anni (tipico delle opere di bonifica e della rete idrografica minore), TR=100 anni (di riferimento nel dimensionamento delle opere di difesa fluviali e utilizzato nei piani già approvati) e TR=300 anni (evento eccezionale).

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

Fig. 10

Per quanto riguarda la pericolosità e il rischio idraulico è stata presa in considerazione la cartografia di Piano *(Fig 9 – Carta della pericolosità idraulica, Fig 10 – Carta del rischio idraulico*). Per quanto riguarda la pericolosità, l'area di interesse non ricade all'interno di alcuna perimetrazione di Pericolosità Idraulica. Anche per quanto riguarda il rischio, l'area di interesse non rientra nelle perimetrazioni di Rischio Idraulico.

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

GEOSISTEMI
YOUR GEOLOGICAL PARTNER

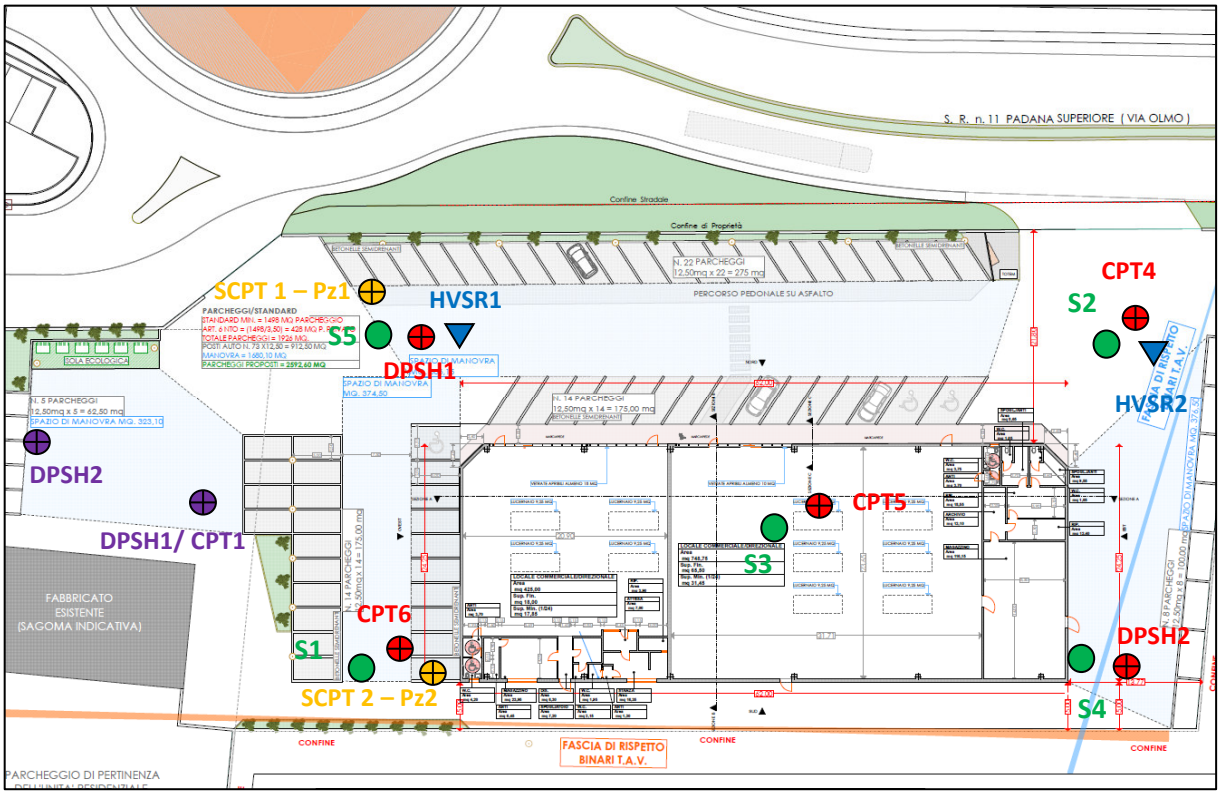
4. MODELLO STRATIGRAFICO E IDROGEOLOGICO LOCALE

4.1. Modello geologico

Per la stesura di questa relazione tecnica, oltre a riferimenti di archivio e bibliografici, sono stati utilizzati i dati delle relazioni:

- *"Indagine geologica sui terreni di fondazione dell'impianto di autodemolizione sito in Via Olmo in Comune di Altavilla Vicentina*" redatta dal Geol. Giuseppe Franco Darteni nel dicembre 2005.
- *"Indagine geologico stratigrafica ed idrogeologica secondo quanto previsto dal piano della caratterizzazione"* redatta dallo studio INGEO nel giugno 2002.
- *"Indagine geologica e geotecnica a supporto del progetto di realizzazione di un fabbricato ad uso produttivo – commerciale in Via Olmo, in Comune di Altavilla Vicentina"* redatta dal Geol. Rimsky Valvassori nel novembre 2009.

Il modello stratigrafico e idrogeologico di seguito descritto si basa quindi sui dati ricavati dalle prove geognostiche effettuate per la redazione dello studio sopra indicato e nello specifico:



Di seguito si riporta quanto espresso nella *"Indagine geologica e geotecnica a supporto del progetto di realizzazione di un fabbricato ad uso produttivo – commerciale in Via Olmo, in Comune di Altavilla Vicentina"* redatta dal Geol. Rimsky Valvassori nel novembre 2009, per quanto riguarda il modello geologico.

Dall'analisi delle tabelle e dei diagrammi, è possibile constatare in corrispondenza delle prove effettuate una situazione stratigrafica globalmente omogenea fino alla massima profondità indagata, in relazione alla distribuzione spaziale laterale, anche se disuniforme per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche degli orizzonti individuati.

In superficie si riconosce un primo orizzonte costituito da terreni di riporto prevalentemente di natura ghiaiosa frammisti a terreni di riporto nerastri; al di sotto di questo primo orizzonte, in tutta l'estensione dell'area

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

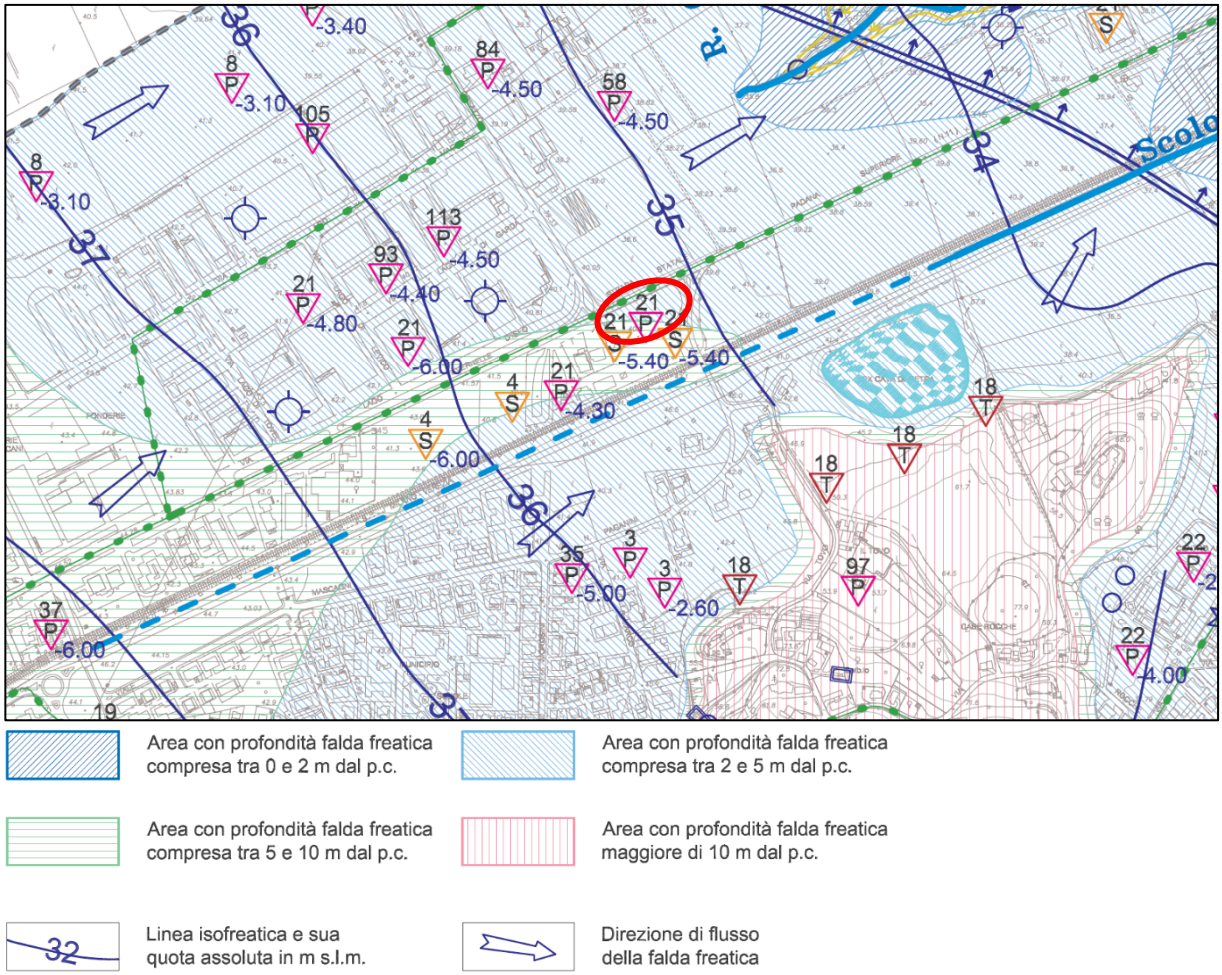
indagata, si riconosce un livello prevalentemente argilloso, pressoché continuo, il cui letto si colloca a profondità variabili tra 2,40 e 5,20 m dal piano campagna locale. In corrispondenza della parte occidentale del lotto (DPSH1), si rinviene un sottile livello limo-argilloso compreso tra c.a. 5,0 e 6,0 m dal piano campagna locale; tale livello si assottiglia fino a scomparire nella parte più orientale della zona in esame (DPSH2). Al di sotto di tali terreni superficiali si trova un consistente livello di terreni granulari rappresentati da ghiaia con ciottoli, immersi in matrice limoso – sabbiosa, che si presentano fino a c.a. 12,00 – 13,00 m di profondità, dove tali terreni divengono più addensati (HVSR1, HVSR2)

Orizzonte	**Profondità**		**Litologia correlata**
	DPSH2, CPT4	**DPSH1, CPT3**	
-	*0,00 – 0,40/1,40*		*Terreno di riporto*
A	*0,40/1,40– 2,00/5,20*	*0,40/1,40 – 2,60/2,80*	*Argilla e argilla limosa*
B	-	*2,60/2,80 – 4,60*	*Ghiaia e sabbia in abbondante matrice limoso - argillosa*
C	-	*4,60 – 6,20*	*Limo e limo argilloso*
D*	*2,00/5,20 – 12,00/13,00 (*)*	*6,20 – 12,00/13,00 (*)*	*Ghiaia con ciottoli in abbondante matrice limoso – argillosa (*Sismostrato)*

Si tiene inoltre a precisare che le prove penetrometriche sono indagini geognostiche indirette, ovvero effettuate senza osservazione diretta del terreno da parte dello sperimentatore; ne consegue che la scelta della "litologia correlata" è riconducibile a correlazioni sperimentali basate sulla resistenza dinamica, contestualizzate con il quadro geologico generale, necessarie per la determinazione del comportamento geotecnico ai fini delle valutazioni delle interazioni tra strutture e sottosuolo. Eventuali difformità a livello granulometrico che potrebbero essere riscontrate, ad esempio a seguito dello scavo, sono da considerarsi insite nell'incertezza dei metodi geognostici indiretti.

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

4.2. *Modello idrogeologico*



Dal punto di vista idrogeologico, nei fori delle prove penetrometriche è stata rilevata la presenza di falda idrica a partyire da una profondità di 4,50 m dal p.c. locale. 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.
Per completare il quadro geologico generale, è stato preso in considerazione il quadro conoscitivo redatto a corredo del Piano di Assetto Territoriale PAT del Comune di Altavilla Vicentina (*Fig. 13 – Estratto dalla Carta Idrogeologica, non in scala*), di cui si riporta l'estratto relativamente alla carta idrogeologica: in tale cartografia la falda idrica è posta ad una profondità compresa tra 2 e 5 m dal p.c. locale nelle porzioni orientali del sito; la porzione occidentale ricade all'interno della perimetrazione *"Area con profondità falda freatica compresa fra 5 e 10 m."*.

4.3. *Permeabilità dei terreni superficiali*

Al fine di pervenire alla caratterizzazione idrogeologica di dettaglio dei terreni in seno ai quali potrà avvenire lo smaltimento delle acque invasate, è necessario determinare la permeabilità dei terreni del sito studiato.
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

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

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 sono state utilizzate le prove di consolidazione edometrica eseguite per la stesura della *"Indagine geologico stratigrafica ed idrogeologica secondo quanto previsto dal piano della caratterizzazione"* redatta dallo studio INGEO nel giugno 2002, dalle quali è stata calcolata la permeabilità della coltre argillosa su n°2 campioni prelevati a circa 6,00 metri di profondità dal p.c. locale.

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

$K_{prova}1 = 1{,}36 \times 10^{-10}$ m/s = $1{,}36 \times 10^{-8}$ cm/s
$K_{prova}2 = 6{,}28 \times 10^{-10}$ m/s = $6{,}28 \times 10^{-8}$ cm/s

Si rimanda direttamente alla *"Indagine geologico stratigrafica ed idrogeologica secondo quanto previsto dal piano della caratterizzazione"* redatta dallo studio INGEO nel giugno 2002 per i dettagli.

Il coefficiente di permeabilità K dell'orizzonte composto da depositi alluvionali argillosi può essere quindi considerato nell'ordine di 10^{-10} m/s: tale valore corrisponde ad un drenaggio povero.

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***			
	Ghiaia pulita	*Sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita*			*Sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati*				*Terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici*			

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	***$K < 10^{-9}$***	***$K < 10^{-7}$***

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

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, e per questo studio, è pari a 50 anni per lo smaltimento nella rete fognaria o in corpo idrico superficiale.

5.2.2. Scelta delle distribuzioni di probabilità

In generale, quando si schematizza una grandezza come una variabile casuale, nello specifico caso l'altezza massima di pioggia per un determinato tempo di precipitazione, si pone immediatamente il problema di individuare la sua distribuzione di probabilità. L'importanza della statistica nell'idrologia è la possibilità di poter rendere un fenomeno aleatorio e improvviso come le precipitazioni, sufficientemente prevedibile. Non tanto nel senso di poter prevedere l'intensità di precipitazione o la durata di questa, ma conoscendo i valori estremi che può raggiungere, e avendo osservazioni opportunamente durature, essere in grado di fornire una stima dei livelli di rischio legati a fenomeni che si ripetono statisticamente sulla base di periodi di tempo più o meno lunghi. A questo punto è chiaro che la possibilità di trattare i valori di altezza di precipitazione come variabili statistiche è molto vantaggioso, e per fare questo ogni campione estratto dagli annali idrologici viene trattato come possibile rappresentante di una popolazione più ampia, di cui si ha l'obiettivo di stimare i valori estremi. Il problema centrale delle applicazioni idrologiche della statistica è quello di risalire dal campione alla funzione di probabilità che definisce la distribuzione della variabile. A partire dal campione non è naturalmente possibile individuare con esattezza la funzione di probabilità secondo la quale la variabile è distribuita, si possono soltanto stabilire delle procedure che offrano certe garanzie di limitare il più possibile il margine di errore. Il campione viene quindi trattato in modo da osservare a quale tipo di distribuzione meglio si adatti e per fare questo è necessario utilizzare le carte di probabilità. Questo perché l'attitudine di una legge probabilistica a rappresentare le osservazioni è evidenziata mediante la rappresentazione della frequenza cumulata relativa sulle carte probabilistiche. Su tali carte le curve di probabilità sono rappresentate da rette. Su un asse viene riportata la variabile statistica, e sull'altro le probabilità di non superamento P(x). Poiché si sta lavorando con un campione di dati e non con l'intera popolazione, al posto della probabilità di non superamento va inserita la frequenza cumulata F(x). Se il tipo di distribuzione a cui la carta si riferisce è adatto a interpretare le osservazioni, queste devono disporsi più o meno lungo una retta (Fig. 20). Se i punti si dispongono all' incirca lungo una retta si accetta il tipo di legge al quale la carta si riferisce; se invece l'allineamento non risulta soddisfacente si prende in

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

considerazione un altro tipo di legge di probabilità (al quale naturalmente corrisponde un'altra carta probabilistica). L' operazione è stata eseguita, in riferimento al campione in questione, la distribuzione di Gumbel.

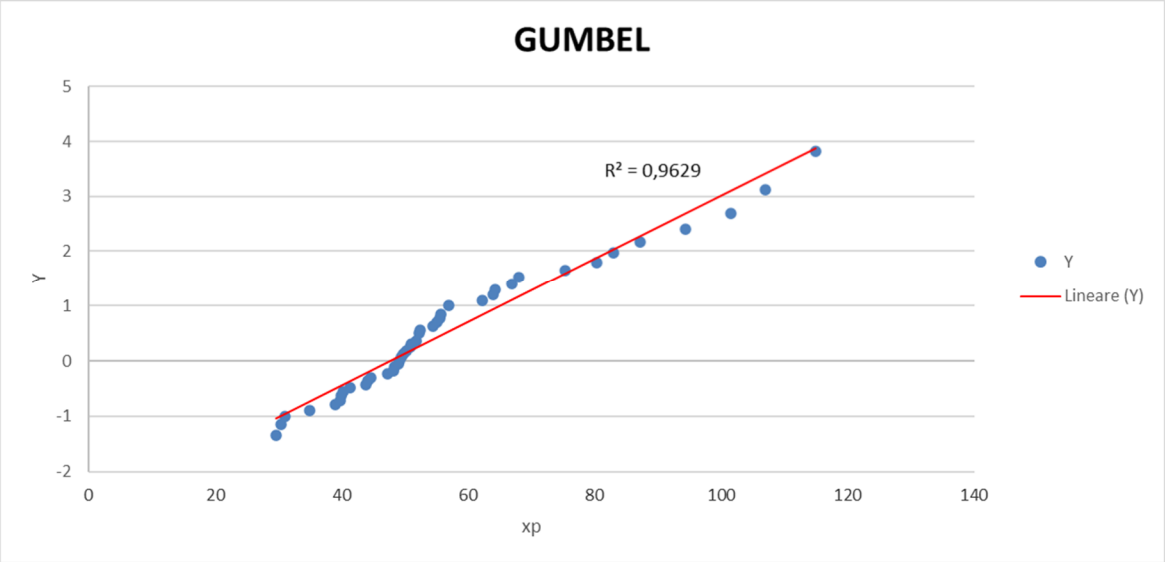


Fig. 14 – Esempio di rappresentazione della distribuzione Gumbel sulla carta probabilistica con il relativo coefficiente di determinazione

5.2.3. 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 Brendola, adattando a ciascuna di esse, attraverso la stima dei parametri, un predefinito modello probabilistico (Gumbel). Dalle curve di frequenza, fissato il tempo di ritorno Tr di 50 anni e per ogni durata t è possibile, quindi, ricavare il valore ht, Tr. I valori così determinati vengono riportati su un diagramma (h, t) ed interpolati mediante delle curve caratterizzate dall'espressione $\mathbf{h_t = a\ t^n}$.
Essa fornisce l'altezza di precipitazione in millimetri per una assegnata durata t in ore e per un tempo di ritorno Tr, esprime quindi la relazione esistente tra l'altezza h delle precipitazioni e le loro durate t.
I coefficienti *a* e *n* risultano costanti per la località dove sono state effettuate le misure pluviometriche considerate.
Per il caso in trattazione, si è utilizzata la distribuzione doppio esponenziale di Gumbel.
Il metodo di Gumbel considera l'insieme dei valori x assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale X la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la x ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro. La serie statistica costituita dagli n valori x1, x2..., xi..., xn assunti dalla x in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione n tratto a caso dalla popolazione della X.
Si risale quindi dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

All'interno di una generica variabile casuale Z, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione k di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della z e si assume come variabile il massimo valore x=zk assunto da z fra le osservazioni del campione.
Posto che dalla popolazione della z possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione k e posto che zk assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria z si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione k.
Ciò premesso, la funzione di ripartizione Φ (x) del massimo valore x=zk, raggiunto dalla variabile originaria z in un campione di dimensione k, misura la probabilità che x risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.
Se fosse nota la funzione di ripartizione Φ (x) della z, Φ (x), in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le k osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.
In effetti la Φ (x) raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi zk risultano spostati nel campo dei valori più grandi della x, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della Φ (x) in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla Φ (x) per diversi valori di k, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di k all'infinito.
Nel campo dell'idrologia la Φ (x) risulta generalmente di tipo esponenziale.
Sia ε il valore di z che ci si deve attendere che venga superato una volta su k (estremo atteso), per cui:

$$k[1 - \Phi(z = \varepsilon)] = 1$$

considerando il parametro α=kΦ(z=ε) che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione Φ(z) in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia Φ(z), risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k} e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k} \cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di Gumbel.
I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Nelle elaborazioni effettuate sono state considerate le elaborazioni eseguite per la stesura della Valutazione di Compatibilità Idraulica a corredo del PAT del Comune di Altavilla Vicentina di cui si riportano di seguito le curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno pari a TR=50 anni.
i risultati forniscono i valori di *a* e *n* dell'equazione $\mathbf{h_t = a\, t^n}$.

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

Tr = 50 anni			
$h = a \cdot \tau^n$	τ in ore	$h = a \cdot T^n$	T in minuti
a = 90,00		a = 6,97	
n = 0,625		n = 0,625	
ore	h pioggia (mm)	minuti	h pioggia (mm)
0,08	19,04	5	19,04
0,17	29,37	10	29,37
0,25	37,84	15	37,84

Tr = 50 anni			
$h = a \cdot \tau^n$	τ in ore	$h = a \cdot T^n$	T in minuti
a = 72,50		a = 12,47	
n = 0,430		n = 0,430	
ore	h pioggia (mm)	minuti	h pioggia (mm)
0,25	39,94	15	39,94
0,50	53,81	30	53,81
0,75	64,06	45	64,06

Tr = 50 anni			
$h = a \cdot \tau^n$	τ in ore	$h = a \cdot T^n$	T in minuti
a = 72,50		a = 27,70	
n = 0,235		n = 0,235	
ore	h pioggia (mm)	minuti	h pioggia (mm)
1,00	72,50	60	72,50
3,00	93,86	180	93,86
6,00	110,46	360	110,46
12,00	130,00	720	130,00
24,00	153,00	1440	153,00

5.3. Determinazione dell'afflusso meteorico netto

La portata meteorica "lorda" *Ql(t)* che affluisce ad un bacino di superficie S durante un evento con intensità *j(t)* risulta *Ql(t) = j(t)S.*

La portata meteorica "netta" *Q(t)* che affluisce alla rete di smaltimento è tuttavia inferiore 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:

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

Svolgendo i calcoli si ottengono quindi due coefficienti, uno valido per lo stato attuale e uno per lo stato di progetto.

Stato attuale

DESCRIZIONE	**S (m²)**	***φ***
superfici impermeabili (tetti, parcheggi e pertinenze)	1205.00	0,90
superfici semipermeabili (parcheggi drenanti, zone inghiaiate)	500.00	0.40
superfici permeabili (aree a verde agricolo)	5320.00	0.10
TOT	**7025.00**	**0,35**

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

Stato di progetto

DESCRIZIONE	S (m²)	φ
superfici impermeabili (tetti, parcheggi e pertinenze)	6035.00	0,90
superfici semipermeabili (parcheggi drenanti, zone inghiaiate)	855.00	0.40
superfici permeabili (aree a verde)	135.00	0.20
TOT	**7025.00**	**0,85**

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.

φ ATTUALE(m²)		φ PROGETTO (m²)
0,35	<	0,85

5.4. Trasformazione degli 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 *tc* 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 (tc) può essere stimato, in prima approssimazione, come somma di una componente di accesso alla rete (ta) 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 (tr) 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.

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

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

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 0,23 ore (circa 14 minuti); in base a questa determinazione l'altezza pluviometrica di riferimento è quella che caratterizza le piogge con h pari a 90.00 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)**
7025.00	*70*	*171*	*49*	*120*

6. MITIGAZIONE DELL'IMPATTO IDRAULICO

6.1. Calcolo dei volumi d'invaso temporaneo

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 a 5 l/s*ha come prescritto dalla relazione di compatibilità idraulica del PAT del comune di Altavilla Vicentina, e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, la quale risulta pari a 0,80 l/s.

- altezza di pioggia di durata oraria con Tr=50 anni

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

GEOSISTEMI
YOUR GEOLOGICAL PARTNER

- portata di pioggia (Qp) alla sezione di chiusura calcolata con il *metodo cinematico*
- portata di deflusso (Qd)
- volume di pioggia (Vp=Qp*Tpioggia)
- volume di pioggia defluito nella rete idrografica (Vd=Qd*Tpioggia)
- volume d'invaso temporaneo (ΔV=Vp-Vd)

Di seguito è stata indicata la sintesi del calcolo dei volumi d'invaso che utilizzano un tempo di ritorno di 200 anni.

T(h)	H(mm)	J(mm/h)	Qp(l/s)	Qd(l/s)	Vp(mc)	Vd(mc)	ΔV(mc)
0.10	21.342	213.42	354.00	3.51	127.44	1.26	126.17
0.20	32.914	164.57	272.97	3.51	196.54	2.53	194.01
0.30	42.408	141.36	234.47	3.51	253.23	3.79	249.44
0.40	50.761	126.90	210.49	3.51	303.11	5.06	298.05
0.50	58.358	116.72	193.59	3.51	348.47	6.32	342.15
0.60	65.401	109.00	180.80	3.51	390.53	7.59	382.94
0.70	72.016	102.88	170.65	3.51	430.03	8.85	421.17
0.80	78.284	97.86	162.31	3.51	467.45	10.12	457.34
0.90	84.264	93.63	155.30	3.51	503.16	11.38	491.78
1.00	72.500	72.50	120.25	3.51	432.92	12.65	420.27
2.00	85.326	42.66	70.76	3.51	509.50	25.29	484.21
3.00	93.856	31.29	51.89	3.51	560.44	37.94	522.50
4.00	100.420	25.11	41.64	3.51	599.63	50.58	549.05
5.00	105.827	21.17	35.11	3.51	631.92	63.23	568.69
6.00	110.460	18.41	30.54	3.51	659.58	75.87	583.71
7.00	114.534	16.36	27.14	3.51	683.91	88.52	595.40
8.00	118.185	14.77	24.50	3.51	705.71	101.16	604.55
9.00	121.502	13.50	22.39	3.51	725.52	113.81	611.71
10.00	124.548	12.45	20.66	3.51	743.71	126.45	617.26
11.00	127.369	11.58	19.21	3.51	760.55	139.10	621.46
12.00	130.001	10.83	17.97	3.51	776.27	151.74	624.53
13.00	132.469	10.19	16.90	3.51	791.01	164.39	626.62
14.00	134.796	9.63	15.97	3.51	804.90	177.03	627.87
15.00	137.000	9.13	15.15	3.51	818.06	189.68	628.39
16.00	139.093	8.69	14.42	3.51	830.56	202.32	628.24
17.00	141.089	8.30	13.77	3.51	842.48	214.97	627.51
18.00	142.997	7.94	13.18	3.51	853.87	227.61	626.26
19.00	144.826	7.62	12.64	3.51	864.79	240.26	624.54
20.00	146.582	7.33	12.16	3.51	875.28	252.90	622.38

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

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

Considerando quindi gli interventi riguardanti l'area in oggetto, il volume minimo che risulterà necessario invasare sarà quindi uguale a 628,39 mc, approssimato a fine di calcolo a **629 mc.**
Si è inoltre tenuto conto delle NTA allegate al PAT del Comune di Altavilla Vicentina e della Relazione di Compatibilità Idraulica allegata, dove per le aree ricadenti all'interno delle aree in ATO n°2 viene richiesto un volume specifico minimo di invaso pari a 430 mc/ha. Di conseguenza il volume minimo prescritto da invasare secondo le NTA del PAT risulta essere pari 323,15 mc, approssimato a fine di calcolo a **324 mc.**

Vol. Invaso minimo NTA PAT (430 mc/ha)	<	*Vol. invaso minimo (Modello delle sole Piogge)*
324 m^3.		**629 m^3**

Di conseguenza ai fini del dimensionamento dei volumi di invaso verrà adottato il volume minimo di invaso più cautelativo pari a **629 m^3, pari ad un volume specifico minimo di 895 m^3/ha**.

6.2. Interventi di mitigazione idraulica

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. Considerando la situazione geologico stratigrafica dove il primo sottosuolo risulta composto da alternanze di argille e limi con sabbie e sabbie doblamente ghiaiose fino ad una profondità di circa 5,00 - 6,00 m dal p.c. locale, e la falda freatica si attesta ad una profondità di circa 4,50 m dal p.c. locale, l'area si ritiene non adatta allo smaltimento nel sottosuolo attraverso sistemi di dispersione facilitata. Non risulta quindi possibile utilizzare sistemi di smaltimento nel sottosuolo come pozzi perdenti in quanto si ritiene la permeabilità del primo sottosuolo non sufficiente a smaltire i volumi invasati e le oscillazioni della falda andrebbero ad interferire con i sistemi di dispersione.
In relazione al caso in oggetto, si prevede la realizzazione di un nuovo bacino di invaso interrato (o in alternativa superficiale) in grado di stoccare temporaneamente un volume pari 629 m^3, con regolazione della portata in uscita di 3,51 l/s attraverso un manufatto di scarico, pari a 5 l/s*ha come proposto dal Consorzio di Bonifica e dalla Valutazione di Compatibilità Idraulica a corredo del PAT del Comune del Comune di Altavilla Vicentina.
Gli scarichi in uscita avverranno all'interno della linea delle acque miste lungo Strada Padana verso Verona, in Gestione a Viacqua s.p.a.
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 medio-basso, almeno per gli strati più superficiali di terreno;

Per l'ubicazione delle opere si rimanda alla tavola degli scarichi redatta dal progettista.

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

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 delle vasche di accumulo, della copertura a verde e delle condotte, al fine di consentire l'eventuale intervento tempestivo.

Vasche di accumulo interrati

Sarà necessaria una periodica verifica di tenuta e conservazione della vasca di accumulo.

La vasca di accumulo prevista risulta ispezionabile tramite un pozzetto di ispezione.

Tale apertura permette di:

- *Effettuare la pulizia della vasca da eventuali sedimenti*
- *Verificare il livello di riempimento della vasca*
- *Verificare eventualmente la qualità delle acque accumulate*
- *Controllare lo stato degli elementi che costituiscono la vasca (soletta, rete elettrosaldata, casseri, tubi in pvc, muri di contenimento, platea armata).*

Riassumendo sinteticamente la manutenzione dell'opera consiste principalmente in:

- *Pulizia ed asportazione dei materiali eventualmente accumulati nella vasca;*
- *Pulizia ed espurgo dei materiali dalle condotte di deflusso delle acque;*

Verifica costante, manutenzione e/o sostituzione degli elementi che risultino instabili o danneggiati.

Bacini di invaso superficiali

Il bacino di invaso avrà un dislivello importante (> 50 cm); le scarpate dovranno degradare con pendenza inferiore all'8% verso il centro del bacino.

Sarà quindi necessario che l'acqua nell'invaso si conservi pulita perché non venga ostruita la tubazione di scarico; a tal riguardo andranno rimosse eventuali piante infestanti e i residui di vegetazione in sospensione.

Sarà indispensabile evitare che sullo specchio d'acqua, in occasione della stagione invernale, non si formi una lastra di ghiaccio. Le sponde dovranno essere regolarmente sfalciate.

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;*

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

- *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.

- *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.

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

8. CONCLUSIONI

Da quanto esposto nel presente studio risulta che l'intervento in progetto ricade, secondo la *Classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici* introdotta dalla D.G.R. 1322/2006, in una classe d'intervento con SIGNIFICATIVA IMPERMEABILIZZAZIONE POTENZIALE in quanto l'*intervento ha superfici di estensione pari a 1,2 ha.*

Al fine di assicurare il principio di invarianza idraulica, senza perturbare comunque l'attuale assetto idraulico ed idrogeologico, sono state proposte le seguenti opere:

- ***MISURA MITIGATORIA: realizzazione di un nuovo bacino di invaso interrato (o in alternativa superficiale) in grado di stoccare temporaneamente un volume pari 629 m³;***
- ***SCARICO: Gli scarichi in uscita avverranno nella rete fognaria mista lungo Strada Padana verso Verona, attraverso un manufatto di scarico in grado dii rilasciare le acque gradualmente con una portata totale pari 3,51 l/s.***

Si precisa che, visto la scarsa permeabilità del primo sottosuolo (come evidenziato dalle prove di consolidazione edometrica), e il livello della falda freatica, la quale porta a saturazione il livello sabbioso ghiaioso in abbondante matrice limo argillosa al di sotto del primo livello argilloso, si esclude la possibilità di smaltimento delle acque invasate nel sottosuolo attraverso sistemi di dispersione facilitata.

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, giugno 2025

Dr. Geol. Marco Tonello

ALLEGATI FUORI TESTO:

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

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

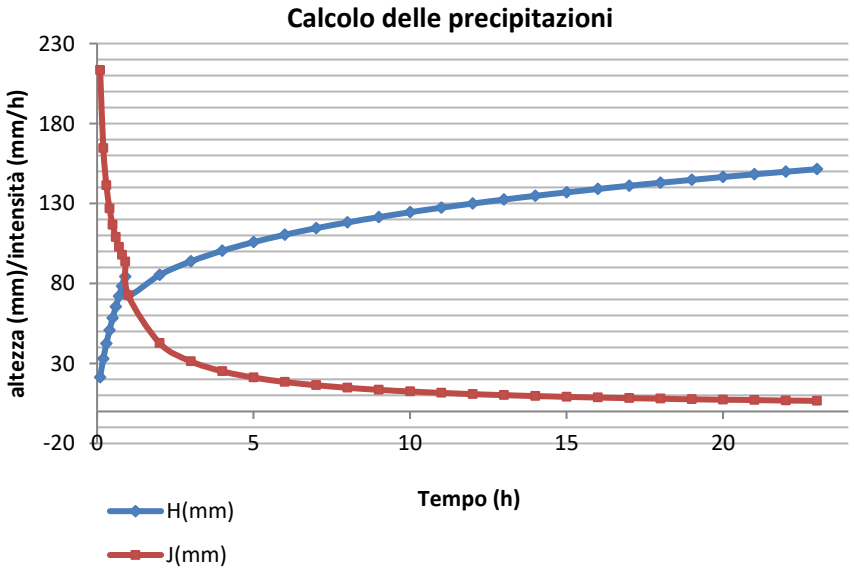
- *Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta-Bacchiglione: "Progetto di stralcio pel l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta-Bacchiglione" – Venezia marzo 2004;*
- *G. Becciu – A. Paoletti: "Esercitazioni di costruzioni idrauliche" – CEDAM 2005*
- *L. Da Deppo – C. Datei: "Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali" – Ed. Bios, 1999*
- *L. Da Deppo – C. Datei: "Fognature" – Istituto di idraulica "Poleni"- Università degli Studi di Padova, 1996*
- *A. Paoletti: "Sistemi di fognatura e drenaggio urbano" – CUSL, Milano 1998*

Dr. Geol. MARCO TONELLO
✉ 36040 Torri di Quartesolo – Via Zara n.74
TEL: 3473021799 - Ordine dei Geologi del Veneto n°939
C.F. TNLMRC93B09A459D - P. IVA 04407570243
MAIL: marcotonello09mail.com – PEC: marco_tonello@pec.it

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	21.342	213.42	354.00	3.51	127.44	1.26	126.17
0.20	32.914	164.57	272.97	3.51	196.54	2.53	194.01
0.30	42.408	141.36	234.47	3.51	253.23	3.79	249.44
0.40	50.761	126.90	210.49	3.51	303.11	5.06	298.05
0.50	58.358	116.72	193.59	3.51	348.47	6.32	342.15
0.60	65.401	109.00	180.80	3.51	390.53	7.59	382.94
0.70	72.016	102.88	170.65	3.51	430.03	8.85	421.17
0.80	78.284	97.86	162.31	3.51	467.45	10.12	457.34
0.90	84.264	93.63	155.30	3.51	503.16	11.38	491.78
1.00	72.500	72.50	120.25	3.51	432.92	12.65	420.27
2.00	85.326	42.66	70.76	3.51	509.50	25.29	484.21
3.00	93.856	31.29	51.89	3.51	560.44	37.94	522.50
4.00	100.420	25.11	41.64	3.51	599.63	50.58	549.05
5.00	105.827	21.17	35.11	3.51	631.92	63.23	568.69
6.00	110.460	18.41	30.54	3.51	659.58	75.87	583.71
7.00	114.534	16.36	27.14	3.51	683.91	88.52	595.40
8.00	118.185	14.77	24.50	3.51	705.71	101.16	604.55
9.00	121.502	13.50	22.39	3.51	725.52	113.81	611.71
10.00	124.548	12.45	20.66	3.51	743.71	126.45	617.26
11.00	127.369	11.58	19.21	3.51	760.55	139.10	621.46
12.00	130.001	10.83	17.97	3.51	776.27	151.74	624.53
13.00	132.469	10.19	16.90	3.51	791.01	164.39	626.62
14.00	134.796	9.63	15.97	3.51	804.90	177.03	627.87
15.00	137.000	9.13	15.15	3.51	818.06	189.68	628.39
16.00	139.093	8.69	14.42	3.51	830.56	202.32	628.24
17.00	141.089	8.30	13.77	3.51	842.48	214.97	627.51
18.00	142.997	7.94	13.18	3.51	853.87	227.61	626.26
19.00	144.826	7.62	12.64	3.51	864.79	240.26	624.54
20.00	146.582	7.33	12.16	3.51	875.28	252.90	622.38
21.00	148.272	7.06	11.71	3.51	885.37	265.55	619.82
22.00	149.902	6.81	11.30	3.51	895.10	278.19	616.91
23.00	151.476	6.59	10.92	3.51	904.50	290.84	613.67

DATI PROGETTO			
Superf. =	7025	mq = 0.703	ha
Coeff. defl. attuale =	0.349		
Coeff. defl. prog. =	0.850		
Tr =	50	anni	
a (t < 1 ora)	90.000		
n (t < 1 ora)	0.625		
a (t > 1 ora)	72.500		
n (t > 1 ora)	0.235		

LEGENDA

T(h) = tempo di pioggia (ore)
H = atezza 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*T(h))
Vd = volume defluito (Qd*T(h))
ΔV=volume da invasare (ΔV = Vp - Vd)