

REGIONE VENETO
PROVINCIA DI VERONA
COMUNE DI VERONA

P.U.A.
PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

in applicazione della
Scheda Norma n. 582
di un'area sita in via San Giovanni Lupatoto

REV5	26/08/2019	EMISSIONE V	LOD	MPA	GIG
REV	DATA	DESCRIZIONE	UT	CP	CC
PROGETTISTA		IL PROGETTISTA	LA DIREZIONE LAVORI		
 INGEA s.r.l. 37124 VERONA (Italia) Via Ca' di Cozzi n° 41 - Tel: +39 045 8300865 - Fax: +39 045 913858 mail: info@ingea.com - www.ingea.com - Skype: ingea.com pec: posta@pec.ingea.com - C.F. e P.IVA 02898480237 Tutti i diritti sono riservati - All rights reserved					
COMMITTENTE			IL COMMITTENTE		
VE.CO srl Via Monte Pastello, 5D San Giovanni Lupatoto 37057 Verona					
TITOLO			TAV. N.		
ANALISI IDROGEOLOGICA			4.1		
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA_4.1			4.2		
COMPATIBILITA' IDRAULICA_4.2					
NOME FILE		SCALA	DATA		
2019_08_4.1-4.2 ANALISI GEO-IDROGEOLOGICA		/	26/08/2019		
ELABORATO					
2019_08_4.1-4.2 ANALISI GEO-IDROGEOLOGICA					

Ai sensi e per gli effetti degli articoli 1, 2 e 99 della legge n.633 del 2.4.1941, ci riserviamo la proprietà intellettuale di questo elaborato e facciamo espresso divieto di renderlo noto a terzi o di riprodurlo anche in parte, senza la nostra autorizzazione scritta.

REGIONE VENETO – PROVINCIA DI VERONA

COMUNE DI VERONA

P.U.A.

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

IN APPLICAZIONE DELLA SCHEDA NORMA N. 582

DI UN'AREA SITA IN VIA SAN GIOVANNI LUPATOTO

ELABORATO

RELAZIONE COMPATIBILITÀ IDRAULICA

AI SENSI DELLE D.G.R.V. N. 1322/2006 E N. 2948/2009

COMMITTENTE

INGEA S.R.L.

TECNICO / INCARICATO / I

Dott. Geol. Alberto Cò



Alberto Cò – Ilaria Mercì

Geologi – Tecnici Ambientali

infocogeologi@gmail.com

via g.camuzzoni, 1 – 37138 verona

p.iva 04383630235

3	rivalutazione estensione ambiti d'intervento	Merci	Cò	Cò	21/08/19
2	rivalutazione estensione ambiti d'intervento	Merci	Cò	Cò	23/04/19
1	rivalutazione estensione ambiti d'intervento	Merci	Cò	Cò	13/11/18
0		Merci/Andreis	Cò	Cò	01/12/17
REV	Descrizione	elaborato	verificato	approvato	data
CODICE	GS	213	NUM. ELABORATO - 02		File: GS213 – Relazione di compatibilità idraulica.doc



INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3	DESCRIZIONE PROGETTO.....	5
4	CARATTERISTICHE DELL'AREA DI INTERVENTO	7
4.1	inquadramento geografico del territorio.....	7
4.2	Inquadramento geologico e geomorfologico.....	8
4.3	inquadramento idrogeologico e idrografico.....	12
5	VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO.....	16
5.1	trasformazioni delle superfici in termini di impermeabilizzazione.....	16
5.2	analisi idrologica.....	18
5.3	criticità idraulica del territorio e stima delle portate di deflusso.....	19
6	PROPOSTA DI MISURE COMPENSATIVE E/O DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO.....	20
	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	28

ALLEGATI AL TESTO

ALLEGATO 1:	COROGRAFIA IN SCALA 1:5000
ALLEGATO 2:	PROVA DI PERMEABILITÀ IN POZZETTO
ALLEGATO 3:	TABULATI DI CALCOLO MISURE COMPENSATIVE



Codice di Rif.: GS213

Verona, 21 agosto 2019

1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto per la realizzazione di un intervento di edilizia residenziale (Piano Urbanistico Attuativo) in località Palazzina del Comune di Verona, viene redatto il presente studio in conformità a quanto indicato dalla Delibera della Giunta Regionale n. 3637 del 13 dicembre 2002 successivamente integrata e aggiornata dalla Delibera Regionale n. 1322 del 10 maggio 2006, poi modificata dalla D.G.R.V. n. 2948 del 6 ottobre 2009, la quale prevede che *per tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti, generali o parziali o che, comunque, possano recare trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, sia presentata una "Valutazione di compatibilità idraulica"*.

Scopo di tale elaborato è dimostrare l'ammissibilità degli interventi in progetto in relazione all'assetto idraulico dell'area, verificando le possibili interazioni e interferenze e prospettando soluzioni atte a garantire il corretto regime idraulico.

In tal senso, il presente elaborato oltre a fornire una descrizione delle caratteristiche attuali dei luoghi interessati dal progetto, valuta le modifiche introdotte dall'intervento progettuale previsto, ne verifica l'ammissibilità e propone delle eventuali misure compensative secondo il principio dell'invarianza idraulica, allo scopo cioè di smaltire le acque meteoriche di dilavamento senza alterare il regime idraulico del territorio coinvolto.



2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla seguente Normativa di riferimento ed alle successive raccomandazioni:

LEGGE 31/07/2002 N. 179 - <i>Disposizioni in materia ambientale.</i>
D.G.R.V. 13/12/2002 N. 3637 <i>Legge 3 Agosto 1998, n. 267. Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione di nuovi strumenti urbanistici.</i>
D.LGS. 03/04/2006 N. 152 E S.M.I. - <i>Norme in materia ambientale.</i>
D.G.R.V. 10/05/2006 N. 1322 <i>Legge 3 Agosto 1998, n. 267. Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Nuove indicazioni per la formazione di nuovi strumenti urbanistici.</i>
ALLEGATO A ALLA D.G.R.V. 10/05/2006 N. 1322 <i>Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche.</i>
D.G.R.V. 24/07/2007 N. 2267 <i>Piano di Tutela delle Acque. Approvazione delle norme di salvaguardia.</i>
D.G.R.V. 06/10/2009 N. 2948 <i>Legge 3 Agosto 1998, n. 267 - Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n. 1841/2007, in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009.</i>
ALLEGATO A ALLA D.G.R.V. 06/10/2009 N. 2948 <i>Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche.</i>
D.G.R.V. 05/11/2009 N. 107 <i>Piano di tutela delle acque (P.T.A.). Norme per il governo del territorio.</i>
D.G.R.V. 27/01/2011 N. 80 <i>Norme tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque - Linee guida applicative.</i>
D.G.R.V. 15/05/2012 N. 842 <i>Modifica e approvazione del testo integrato delle norme tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque.</i>
D.G.R.V. 28/08/2012 N. 1770 <i>Piano di Tutela delle Acque. Precisazioni.</i>
D.G.R.V. 03/11/2015 1534 <i>Modifiche e adeguamenti del Piano regionale di Tutela delle Acque (PTA) art. 121 D.Lgs. 152/2006. Artt. 33, 34, 37, 38, 39, 40, 44 e Allegati E, F, della D.G.R.V. n. 51/CR del 20/7/2015</i>
P.I. DEL COMUNE DI VERONA <i>Prontuario per la qualità architettonica e la mitigazione ambientale (Allegato 2 – Componente idraulica)</i>



3 DESCRIZIONE PROGETTO

Con specifico riferimento alla documentazione progettuale fornita (v. figura seguente), il progetto in esame prevede la realizzazione di un Piano Urbanistico Attuativo in applicazione alla scheda norma n. 582. L'intervento interessa un'area definita "intra - ambito", di forma trapezoidale e di superficie pari a 12.192 m² ca. ed un'area "extra ambito" di 953 m² ca. grossomodo compresa tra Via San Giovanni Lupatoto e la sua parallela intra - ambito (Via S. Caterina).

Fig. 1. Estratto planimetrico da tavole progettuali. Delimitate *in rosso* l'area intra - ambito ed *in blu* quella extra - ambito.





Per quanto riguarda l'AREA "INTRA – AMBITO", gli interventi in progetto prevedono:

- una porzione a destinazione privata schematicamente costituita da n. 07 unità minime d'intervento (U.M.I.) a destinazione residenziale per una superficie totale "SF" superficie fondiaria di 5.132 m².
- una porzione in cessione a destinazione pubblica, suddivisa in:

	INTERVENTO	SUPERFICIE (m ²)
P2p	P2 di progetto	291
AP p	AREE A PARCO di progetto	4.520
ASM	AREE STRADE E MARCIAPIEDI	1.941

In merito a quanto indicato nella tabella di cui sopra va detto come in "ASM - Aree strade e marciapiedi" sia compresa anche l'area interessata da sistemazione ed integrazione della viabilità esistente attraverso la realizzazione di una strada di collegamento tra la controstrada di Via San Giovanni Lupatoto (lato Sud Ovest del P.U.A.) e l'area "AP p – aree a parco di progetto".

- la realizzazione di un'area definita "AiT – area impianti tecnologici + area manutenzione impianti tecnologici" per una superficie complessiva di 47 m²;
- un'area destinata a marciapiede "AMVp – marciapiede da vincolare ad uso pubblico" per una superficie totale di 253 m², corrispondente al marciapiede da realizzarsi lungo Strada Santa Caterina (lato Nord del P.U.A.);
- parte del parcheggio pubblico aggiuntivo (P3) previsto in corrispondenza dell'area extra – ambito oggetto di sistemazione, ricadente intra – ambito per un'estensione di 8 m².

Sviluppata, come accennato in precedenza, su una superficie complessiva di 953 m² tra l'ambito del P.U.A. e Via S. Giovanni Lupatoto, l'AREA "EXTRA – AMBITO" sarà interessata dalla realizzazione di alcuni interventi di sistemazione, mantenendo pressoché invariato la tipologia di utilizzo di tale area. In particolare si distinguono:

INTERVENTO	SUPERFICIE (m ²)
superficie a verde	400
sup. a parcheggio pubblico (P3)	48
superficie stradale	385
superficie marciapiedi	120

4 CARATTERISTICHE DELL'AREA DI INTERVENTO

4.1 inquadramento geografico del territorio

Il sito in esame è ubicato a Sud – Est rispetto il nucleo storico di Verona, dove l'espansione urbanistica della città verso Est incontra spazi ancora in gran parte a destinazione agricola. Ubicato poco ad Ovest del canale Giulieri, il lotto d'interesse progettuale confina a Sud Ovest e a Nord Ovest con Strada Santa Caterina e sui restanti lati con altrui proprietà.

Fig. 2. Inquadramento geografico (*sotto*) e foto aerea (*in basso*) del sito oggetto di studio. Indicata in rosso l'area intra – ambito ed in blu quella extra – ambito.



Per quanto riguarda la cartografia geografica di riferimento, il territorio considerato ricade nel Foglio n. 49 III SO tavoletta “San Giovanni Lupatoto” dell’IGM alla scala 1:25.000 e negli Elementi n. 123162 (“Verona Sud - Ovest”) e n. 124133 (“Palazzina”) della Carta Tecnica Regionale del Veneto in scala 1:5.000, di cui si allega un estratto in calce al presente elaborato (v. All. 1).

4.2 Inquadramento geologico e geomorfologico

Dal punto di vista geologico - geomorfologico generale il sito di studio si inserisce nell'ambito deposizionale dell'Alta Pianura Veronese (v. figura seguente) posta tra le ultime propaggini lessinee a Nord e la linea delle risorgive a Sud.

Fig. 3. Posizione rispetto Verona dei tre contesti geomorfologici e geolitologici principali: I) Settore collinare - montuoso, II) Alta Pianura veronese, III) Medio - Bassa Pianura veronese (da *Etsch, Adige - Il fiume, gli uomini, la storia, 1997*). Il pallino rosso indica l'ubicazione del sito di studio.



L'evoluzione geomorfologica e geologica della Pianura Veronese è nel suo complesso legata principalmente all'interferenza fra le variazioni climatiche che si sono succedute durante il Quaternario e le conseguenti variazioni di portata dell'Adige, corso d'acqua a carattere fluvio-glaciale. L'alternanza di fasi di espansione e di ritiro glaciale, con le conseguenti variazioni del flusso idrico e del trasporto solido, hanno determinato la costruzione del conoide dell'Adige che si estende, con forma a ventaglio, dallo sbocco della Val d'Adige fino a Legnago. In particolare, procedendo da Nord verso Sud, dalla parte apicale del conoide verso le sue parti più distali, si osserva una costante diminuzione della granulometria, in ragione della natura del trasporto di tipo fluviale.

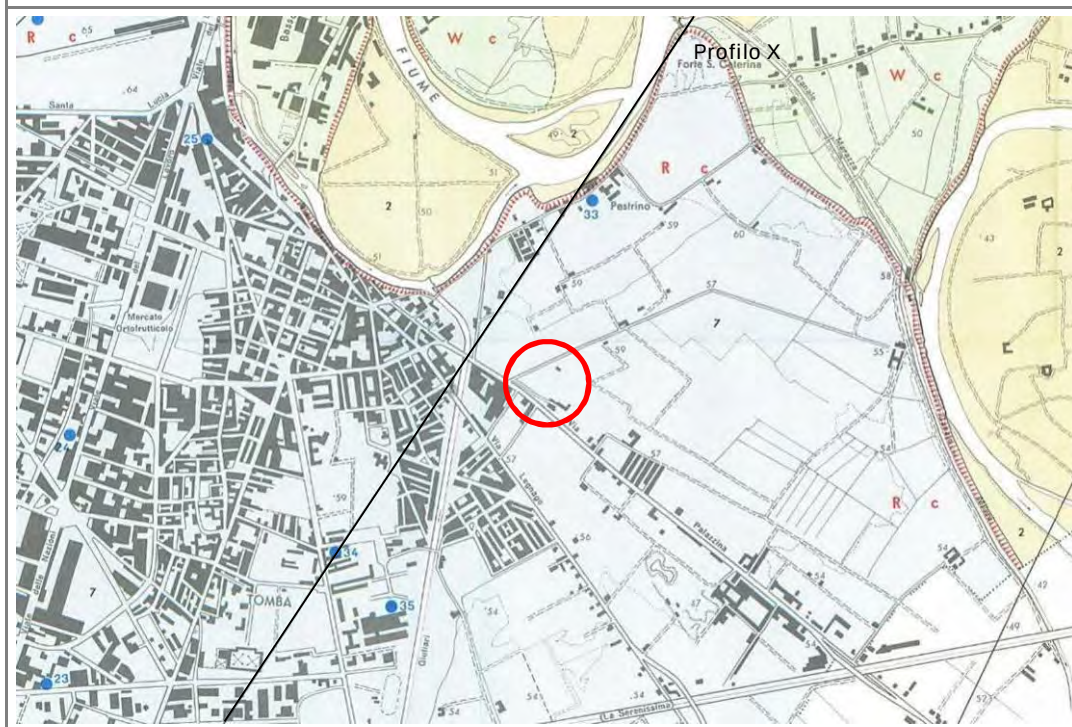
Con specifico riferimento alla porzione di territorio in esame ed alla Fig. 4 riportata alla pagina seguente, si rileva una morfologia pianeggiante in cui gran parte delle evidenze morfologiche sono riconducibili all'evoluzione dell'idrografia attuale e pregressa (terrazzi, orli di scarpata, etc.), i cui segni risultano tuttavia celati dalla sempre crescente urbanizzazione del territorio. L'agente morfogenetico principale è rappresentato dal fiume Adige con il suo grande conoide ed il suo piano di divagazione, scavato e terrazzato, all'interno del conoide stesso. L'ambito dell'Antico conoide e quello del Piano di divagazione sono separati da una scarpata morfologica che in corrispondenza della porzione di territorio oggetto di studio raggiunge all'incirca i 10 m di altezza. Posto ad una quota altimetrica media di riferimento di 58 m ca. s.l.m., il lotto d'interesse progettuale presenta una morfologia sub pianeggiante, blandamente degradante verso Sud Est.



Sotto l'aspetto geolitologico, l'Alta Pianura Veronese deriva dall'accumulo di grandi quantitativi di materiali granulari (ghiaie, ciottoli, sabbie e limi) la cui successione stratigrafica riflette le variazioni climatiche e, con esse, la capacità di trasporto della rete idrografica. Nel periodo quaternario, infatti, lo scioglimento delle coltri glaciali atesine, dovuto all'incremento di temperatura post-glaciale, potenziò enormemente la capacità di trasporto della rete idrografica, permettendo così l'accumulo di sedimenti prevalentemente grossolani.

Con riferimento all'estratto dalla “*Carta Geologica del territorio del Comune di Verona*” riportato nella figura seguente, da un punto di vista litologico l'area oggetto di studio risulta caratterizzata da materiali riferibili alle alluvioni terrazzate fluvioglaciali e fluviali rissiane dell'antico conoide dell'Adige, ghiaiose e ciottolose, rinvenibili sino a parecchie decine di metri di profondità da piano campagna, con occasionali e discontinue lenti argillose (v. sezione geologica di Fig. 5 alla pagina seguente).

Fig. 4. Estratto dalla “*Carta Geologica del territorio del Comune di Verona*” in scala 1:20.000 (De Zanche V. et alii., 1977). In rosso l'ubicazione dell'area interessata dal P.U.A. in progetto.

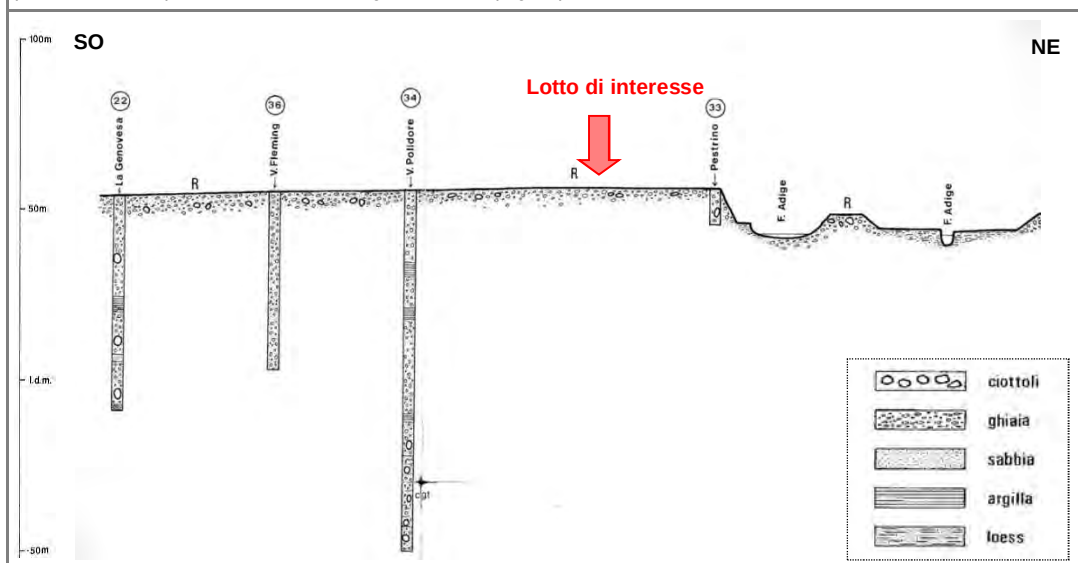


- 2  Alluvioni prevalentemente sabbioso – limose, attuali e recenti, dell'Adige. QUATERNARIO
- 6  Alluvioni terrazzate fluvioglaciali e fluviali dell'antico conoide dell'Adige, ghiaiose e ciottolose (c). WÜRM (W)
- 7  Alluvioni terrazzate fluvioglaciali e fluviali dell'antico conoide dell'Adige, ghiaiose e ciottolose (c). RISS (R)
-  Orlo di terrazzo in depositi fluvioglaciali e fluviali
-  Pozzo per acqua
-  Traccia sezioni geologiche



L'analisi della sezione geologica "X" (v. estratto in Fig. 5), correlata con le stratigrafie di pozzi ubicati nelle immediate vicinanze dell'area di studio, ha messo in evidenza conformemente a quanto riportato in letteratura, la presenza nel sottosuolo di un materasso alluvionale di natura prevalentemente granulare (ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa) e di considerevole spessore. Nel dettaglio si riscontra come tale materasso alluvionale, pur caratterizzato da una sostanziale omogeneità compositiva, presenti un certo grado di stratificazione indotto dalla diversa granulometria dei depositi e soprattutto dalla presenza di sporadici livelli fini che interrompono la continuità dei depositi ghiaiosi; si tratta di orizzonti litologici di natura argillosa, di pochi metri di spessore e generalmente presenti a partire da 20 ÷ 30 m di profondità.

Fig. 5. Estratto del profilo geologico "X" con direzione NE – SO (dalla "Carta Geologica del territorio del Comune di Verona": per la traccia del profilo si rimanda alla Fig. 4 di cui alla pagina precedente.



Il modello litostratigrafico locale è stato ricostruito sulla base dell'esperienza acquisita nel corso di precedenti studi condotti dallo scrivente nel medesimo contesto nonché facendo specifico riferimento a quanto emerso nel corso di una mirata campagna indagini condotta *in situ* con esecuzione di n. 07 trincee geognostiche spinte fino alla profondità massima di 3,0 m ca. da p.c.

Gli scavi hanno permesso di ricostruire la successione stratigrafica del primo sottosuolo confermando, coerentemente con quanto riportato in bibliografia, la presenza di sedimenti grossolani costituiti da ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa e limosa in percentuale variabile, presenti in giacitura naturale al di sotto di un decimetrico strato di terreno vegetale, come schematizzato nella tabella seguente.

UNITÀ	LITOLOGIA
Tv	TERRENO VEGETALE
GL	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE LIMOSA
Gs	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE SABBIOSA E LIMOSA

Fig. 6. Particolari della parete di scavo di una delle trincee esplorative eseguite all'interno del lotto oggetto di studio (*sotto a sx*), del materiale riferibile all'unità "Gs" (*sotto a dx*) e di ciottoli e trovanti rinvenuti (*in basso a dx*).



Al di sotto di un sottile livello di terreno vegetale (unità "Tv"), il primo sottosuolo è quindi inizialmente costituito da un orizzonte pluridecimetrico in giacitura naturale (unità "GL"), a tessitura granosostenuta, costituito da ghiaia con ciottoli eterogranulari in matrice prevalentemente limosa di color marrone, con locale presenza di apparati radicali nella parte più superficiale.

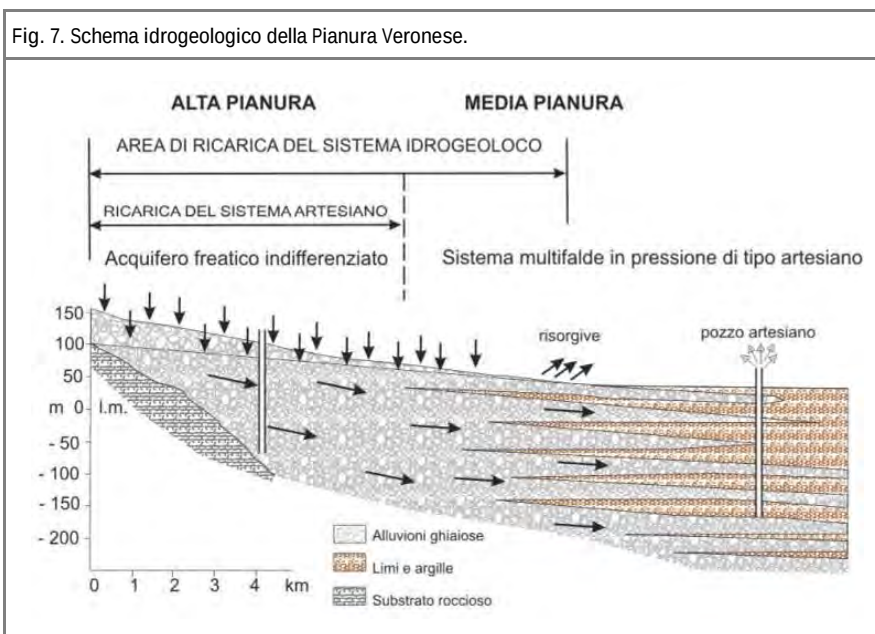
Per profondità maggiori si rinviene un deposito in giacitura naturale (unità "Gs"), a tessitura granosostenuta, costituito prevalentemente da ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso – limosa di colore nocciola. Gli elementi lapidei appaiono eterogranulari ($\phi_{\text{medio}} = 5 \text{ cm}$) con angoli levigati ed arrotondati; presenti inoltre numerosi trovanti di dimensioni decimetriche. Il deposito è dotato di discreto grado di addensamento, in leggera diminuzione con la profondità (a partire da 1,0 / 1,5 m ca. da p.c.) ove peraltro si nota anche un relativo aumento della matrice sabbiosa a scapito di quella limosa ed una maggiore presenza di ciottoli.

→ Premesso quanto sopra, in corrispondenza del sito di studio non sono riscontrabili significative evidenze geologiche o morfologiche che indicano situazioni di particolare criticità, né sussistono fenomeni di dissesto in atto o quiescenti. Il progetto non comporta significative modifiche alla morfologia che possano incidere sulla stabilità dei luoghi.



4.3 inquadramento idrogeologico e idrografico

La schematizzazione del territorio provinciale in tre distinti settori, già trattata in precedenza, viene di seguito riproposta anche da un punto di vista idrogeologico:



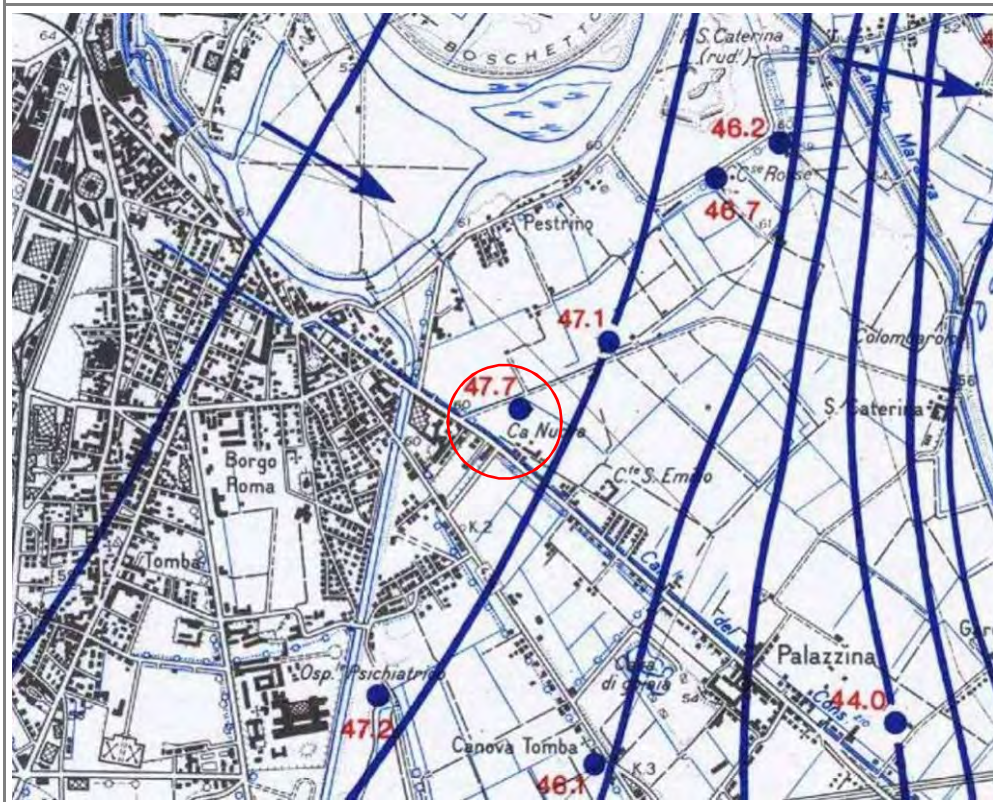
- I. SETTORE COLLINARE. La natura prevalentemente calcarea unitamente all'assetto strutturale ha favorito l'instaurarsi di un ben sviluppato carsismo. In tal senso, i fenomeni carsici e di fratturazione sono talmente numerosi ed importanti che la circolazione idrica superficiale è presente solo in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi.
- II. ALTA PIANURA. L'elevata permeabilità e l'omogeneità del sottosuolo permettono, in questo tratto di pianura, l'infiltrazione delle acque superficiali e fanno di questo territorio "area di ricarica" degli acquiferi. L'Alta pianura è infatti sede di un acquifero freatico indifferenziato con direzione di deflusso approssimativamente Nord Ovest – Sud Est.
- III. MEDIO - BASSA PIANURA. A partire dal limite inferiore della fascia dei fontanili, prende inizio il tipico ambiente di bassa pianura caratterizzato da terreni da fini a molto fini. Il sottosuolo, costituito da alternanze di orizzonti continui limo – argillosi e strati permeabili, è caratterizzato dalla sovrapposizione di *acquiclude* e di falde idriche in pressione.

I depositi ghiaioso - sabbiosi che costituiscono il sottosuolo dell'Alta Pianura, e pertanto anche l'area in cui ricade il sito di interesse progettuale, rappresentano un importante acquifero freatico, che ospita una falda di elevata potenzialità la cui tavola d'acqua si trova a profondità variabile dal piano campagna in ragione della topografia dei luoghi e del gradiente della falda stessa. In linea generale la profondità della falda diminuisce da Nord verso la porzione Sud - orientale della città con un deflusso sotterraneo disposto in direzione Nord Ovest – Sud Est.

In riferimento alla "*Carta idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige*" (v. estratto in Fig. 8 alla pagina seguente), si evince come la falda in periodo di morbida si attesti, in corrispondenza dell'area oggetto di studio, ad una quota compresa fra 47 e 48 m ca. s.l.m., come confermato anche dal livello della falda (47,7 m s.l.m.) misurato in un pozzo posto nelle immediate vicinanze del lotto in esame.

Considerando pertanto come il sito oggetto di intervento si trovi alla quota altimetrica media di 58 m ca. s.l.m., la falda freatica in periodo di morbida risulta porsi ad una profondità minima di 10 m da piano campagna.

Fig. 8. Stralcio della “Carta idrogeologica dell’Alta Pianura dell’Adige” (Dal Prà e De Rossi, 1989). I numeri a fianco dei punti blu (pozzi) e delle linee blu (isofreatiche) indicano la quota sul livello del mare della superficie della falda, misurata nel 1986. In rosso l’ubicazione del sito oggetto di intervento.

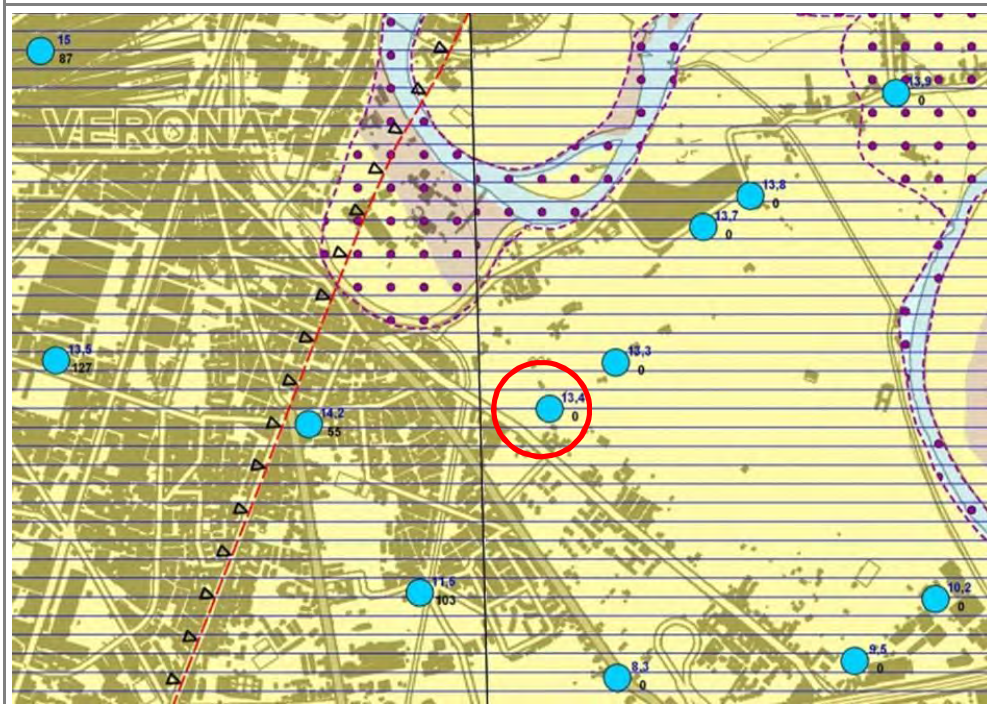


Ciò detto, va debitamente sottolineato come, nel corso della già citata campagna indagini condotta *in situ*, all'apertura delle trincee esplorative non sia stata rilevata alcuna venuta d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo fino alla massima profondità raggiunta (3,0 m da p.c.); da segnalare tuttavia, come il materiale scavato si presenti localmente umido a partire da una profondità di 3,0 m ca. da piano campagna.

Dall'analisi dell'estratto dalla “Carta delle Particolarità Idrogeologiche” del P.T.P. della Provincia di Verona riportato in Fig. 9 alla pagina seguente, emerge inoltre come alcuni pozzi freatici e/o sondaggi ubicati nelle dirette vicinanze del lotto d'interesse evidenzino la presenza di un livello di falda posto a 13,3 ÷ 13,4 m ca. di profondità da piano campagna. Sempre in relazione a quanto riportato nel già citato estratto cartografico, si osserva come l'ambito di pianura ove ricade l'area in esame sia caratterizzato da una permeabilità primaria per porosità variabile in funzione del tipo di deposito e quindi in base alle caratteristiche granulometriche, tessiturali ed al grado di addensamento e/o cementazione dello stesso. Con riferimento al sito di progetto, la presenza di terreni prevalentemente granulari costituiti da ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa e limosa determina una permeabilità per porosità in genere elevata dei sedimenti più superficiali, da cui deriva un'elevata vulnerabilità dell'acquifero.



Fig. 9. Estratto dalla "Carta delle Particolarità Idrogeologiche" del P.T.P. della Provincia di Verona. In rosso l'ubicazione dell'area interessata dal P.U.A. in progetto.



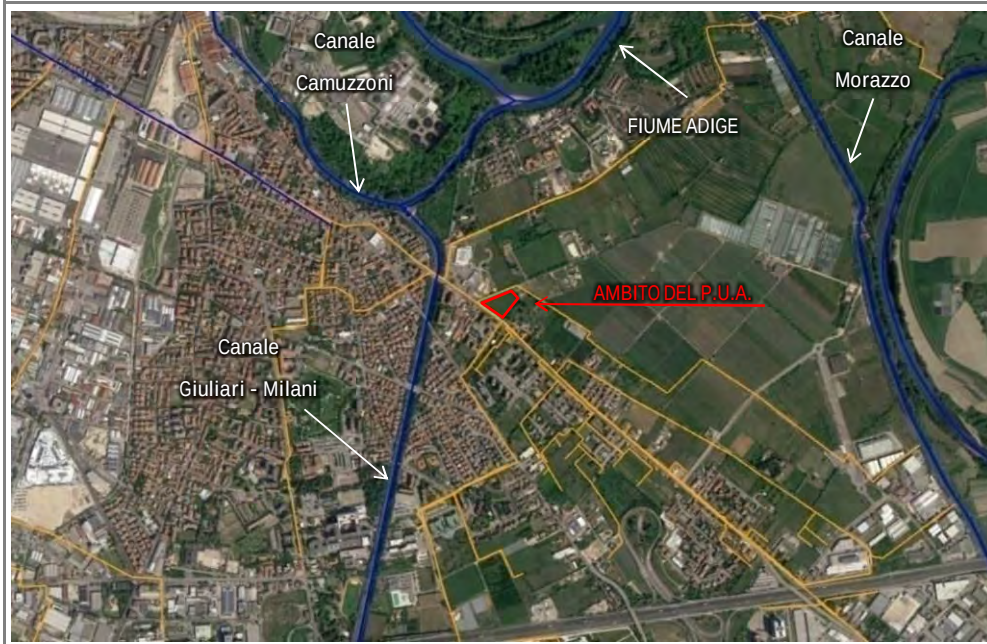
-  Permeabilità generalmente alta per porosità.
-  Permeabilità medio bassa per porosità.
-  Ambiti di pianura ad elevata vulnerabilità idrogeologica.
-  Ambiti fortemente soggetti a pericolo di esondazione.
-  Pozzo freatico principale e/o sondaggio
(prof. falda (m)/prof. pozzo sondaggio (m)).

Per caratterizzare dal punto di vista della permeabilità i depositi superficiali dell'area di intervento, nel corso della campagna indagini realizzata, è stata condotta una prova di permeabilità in pozzetto (cfr. All. 2 in calce al testo), dalla quale è emersa la presenza nel primo sottosuolo di terreni dotati di buona permeabilità (k nell'ordine di 10^{-3} m/s).

Dal punto di vista idrografico, l'unico corso d'acqua naturale che scorre nelle vicinanze del lotto d'intervento è il Fiume Adige la cui sponda destra dista circa 770 m in direzione Nord (v. Fig. 10 alla pagina seguente). Di particolare rilevanza è il Canale Industriale Camuzzoni che dista 530 m ca. in direzione Nord – Ovest; tale corso d'acqua, quasi completamente regimato fra argini artificiali ad esclusione del tratto maggiormente vicino all'area d'interesse progettuale, in cui riprende un'antica ansa del fiume Adige. Sempre in questo tratto, a partire dalla sponda destra del Canale Camuzzoni, si diparte il Canale Giuliani - Milano che, dalla diramazione disegna una curva e prosegue verso Sud con andamento rettilineo scorrendo ad una distanza di circa 180 metri dal limite Ovest del lotto di intervento. Sul territorio è inoltre presente una rete idrografica artificiale gestita dal Consorzio di Bonifica Veronese per l'irrigazione dei terreni agricoli, di cui fanno parte anche i canali artificiali per lo più interrati che delimitano quasi l'intero perimetro del comparto del P.U.A.

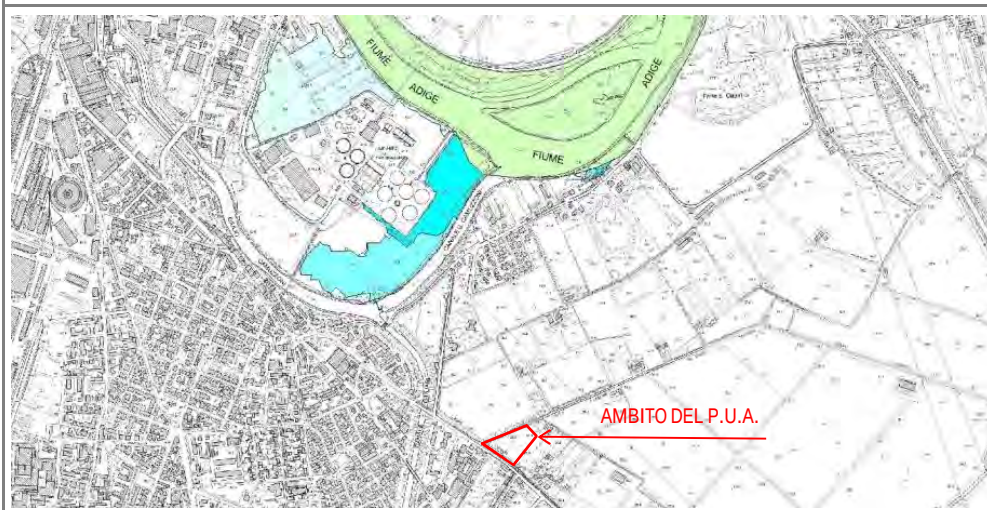


Fig. 10. Immagine aerea del territorio ove ricade il sito oggetto di intervento (in rosso), con evidenziati i principali elementi idrografici (in blu) ed i canali irrigui della rete gestita dal Consorzio di Bonifica Veronese (in giallo).



Da un punto di vista “idrografico - amministrativo”, il sito oggetto di studio rientra nell'ambito territoriale dell'Autorità di Bacino del Fiume Adige e dall'analisi della cartografia allegata al P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico), non ricade fra le aree a pericolosità idraulica individuate, le quali risultano invece limitate alle porzioni limitrofe alla sponda del Fiume Adige poste più a Nord rispetto al sito di futura edificazione (v. figura seguente).

Fig. 11. Estratto dalla tavola “A.4.28/I – perimetrazione delle aree a diverso grado di pericolosità idraulica” da P.A.I. dall'Autorità di Bacino del Fiume Adige. In rosso l'ubicazione dell'ambito del P.U.A. in esame.



→ Per quanto riguarda l'aspetto idrografico – idrogeologico locale, in corrispondenza del lotto d'intervento non si segnalano criticità potenziali o in atto. Nel corso del sopralluogo effettuato non sono emerse situazioni caratterizzate da difficoltà di drenaggio superficiale e soggette a ristagno idrico; la prova di permeabilità eseguita nel corso della campagna indagini condotta *in situ* ha evidenziato la presenza di un primo sottosuolo costituito da depositi dotati di buona permeabilità.



5 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO

La valutazione degli effetti dell'intervento sull'area di progetto riguarda prima di tutto la trasformazione dell'uso del suolo da essa attuata. Nel seguito verranno quindi analizzate le variazioni in termini di impermeabilizzazione delle superfici e di criticità idraulica del territorio. Il modello di calcolo utilizzato per l'analisi afflussi - deflussi idraulici nell'area, ai fini della stima delle portate di piena, è il *metodo razionale*.

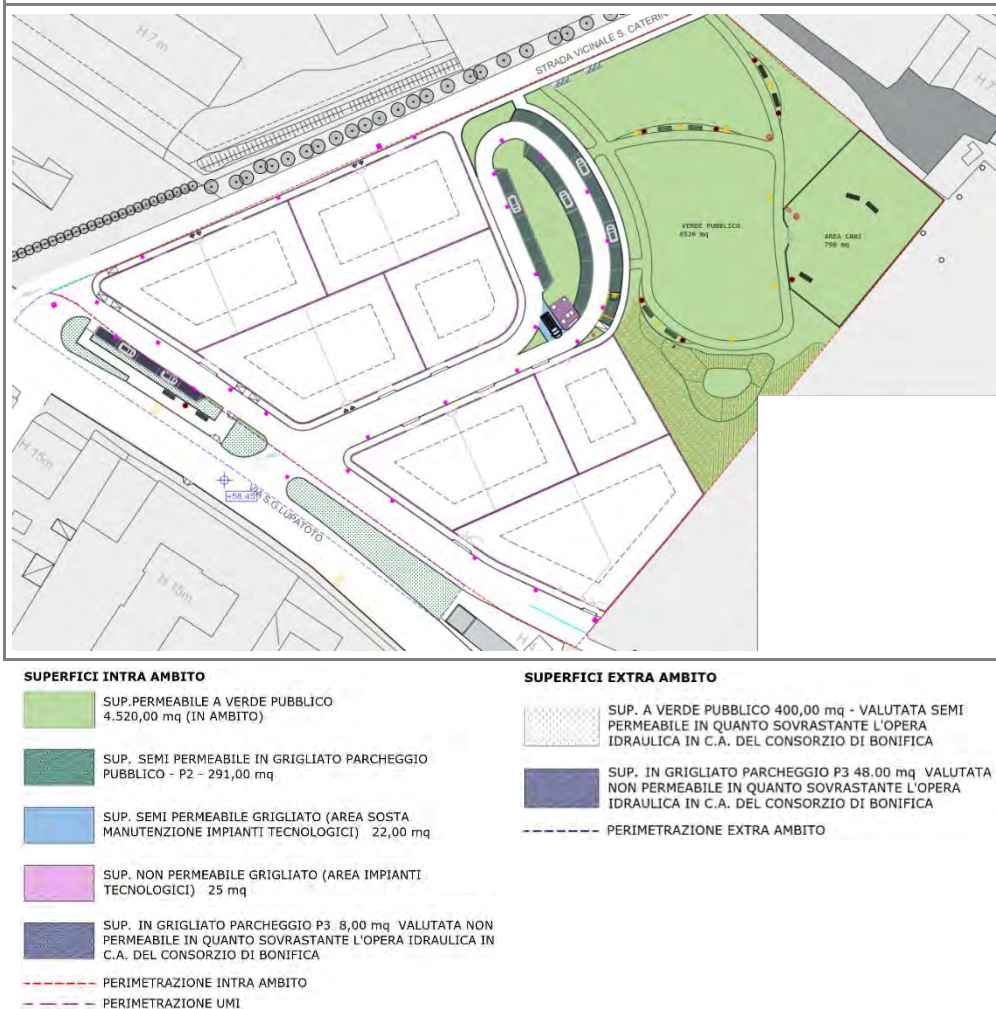
5.1 trasformazioni delle superfici in termini di impermeabilizzazione

Come già anticipato nel Cap. 3, l'intervento oggetto di valutazione interessa l'ambito del P.U.A. in esame di superficie pari a 12.192 m² ca. e parte dell'area extra - ambito per un'estensione di 953 m² ca., per un totale di 13.145 m² ca. Le superfici coinvolte subiranno pertanto una variazione d'uso secondo quanto schematicamente riassunto nella seguente tabella:

TIPO SUPERFICIE		STATO ATTUALE (m²)	STATO DI PROGETTO (m²)		
INTRA - AMBITO	aree agricole	11.734	-	-	-
	aree verdi	-	4.520	aree a parco di progetto	APp
			3.199	superficie fondiaria – sup. utile lorda e annessi	SF – SUL e annessi
	sup. impermeabili	458	1.933	edifici e annessi privati	SUL e annessi
			1.941	aree strade e marciapiedi	ASM
			253	marciapiede da vincolare ad uso pubblico	AMVp
			25	aree impianti tecnologici	AiT
			8	porzione di parcheggio pubblico	P3
			sup. semipermeabili	-	291
	-	22		aree manutenzione impianti tecnologici	AiT
SUP. TOTALE INTRA - AMBITO		12.192	12.192		
EXTRA - AMBITO	sup. impermeabili	-	48	superficie a parcheggio pubblico	P3
		517	385	superficie stradale	-
		85	120	superficie marciapiedi	-
		5	-	manufatti	-
	sup. semipermeabili	346	400	superficie a verde	-
	SUP. TOTALE EXTRA - AMBITO		953	953	
SUP. TOTALE		13.145	13.145		



Fig. 12. Estratto da tavola progettuale "TAV. 7.5" relativa alla permeabilità territoriale.



Considerando l'intera superficie oggetto di valutazione (intra ed extra ambito), rispetto allo stato attuale si evidenzia una diminuzione del livello di drenaggio con un aumento delle superfici impermeabili (e semipermeabili) come schematizzato di seguito, che passano da una percentuale del 10,7 % ca. (stato di fatto) ad un valore del 41,3 % ca. (stato di progetto). Rispetto allo stato attuale l'intervento comporterà l'impermeabilizzazione di ulteriori 3.648 m².

		STATO ATTUALE		STATO DI PROGETTO	
		SUP. IMP.	SUP. SEMIPERM.	SUP. IMP.	SUP. SEMIPERM.
INTRA AMBITO	estensione (m ²)	458	-	4.160	313
	percentuale (%)	3,8		36,7	
EXTRA AMBITO	estensione (m ²)	607	346	553	400
	percentuale (%)	100		100	
TOTALE	estensione (m ²)	1.065	346	4.713	713
	percentuale (%)	10,7		41,3	



Il livello di permeabilità delle superfici viene espresso attraverso il *coefficiente di deflusso* φ , indice del volume meteorico efficace ai fini del deflusso. I valori di φ vengono convenzionalmente assunti come indicato dall'allegato A alla D.G.R.V. n. 2948 e come esposto nella tabella seguente.

SUPERFICIE	φ
aree agricole	0,10
superfici permeabili (aree verdi)	0,20
superfici semipermeabili (grigliati drenanti, strade in terra battuta, ecc.)	0,60
superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali, ecc.)	0,90

L'influenza delle singole superfici S_i in funzione della specifica destinazione d'uso viene computata attraverso una media ponderata dei coefficienti di deflusso φ_i :

$$\varphi = \sum_i \varphi_i S_i / S_{tot}$$

Eseguendo i calcoli con i valori sopra specificati si ottengono dei valori del coefficiente di deflusso ponderato pari a 0,18 per quanto riguarda lo stato attuale e 0,47 per lo stato di progetto. Considerando l'intera superficie oggetto di valutazione, pari a circa 1.31.45 Ha, l'intervento in progetto è classificabile come *"intervento a significativa impermeabilizzazione potenziale su superfici comprese fra 1 e 10 ha"*.

5.2 analisi idrologica

Per la caratterizzazione idrologica dell'area, la normativa prescrive che si faccia riferimento alle curve di possibilità pluviometrica caratteristiche della zona di studio, per diverse durate di precipitazione e per eventi con un determinato tempo di ritorno T_r . I dati pluviometrici che definiscono il legame tra l'altezza di pioggia h e la durata di precipitazione t si esprimono in genere attraverso una curva di possibilità pluviometrica (CPP) monomia in forma:

$$h = a t^n$$

dove:

h = altezza di pioggia (mm)

a, n = coefficienti

t = durata della precipitazione (ore)

Per il presente studio sono stati utilizzati i dati di precipitazione della stazione pluviometrica di Verona (85 m s.l.m.) elaborati dal Centro Sperimentale Valanghe e Difesa Idrologica della Regione Veneto. Secondo normativa è stato quindi considerato per l'evento critico un tempo di ritorno T_r di 50 anni. La curva di possibilità pluviometrica considerata in queste ipotesi è quindi:

$$h = 51,3 t^{0,24}$$



5.3 criticità idraulica del territorio e stima delle portate di deflusso

La valutazione del livello d'incremento di criticità idraulica del territorio determinato dagli interventi in progetto viene solitamente condotta in base all'analisi afflussi – deflussi prima e dopo la realizzazione delle opere. La differenza dei deflussi antecedenti e conseguenti gli interventi rappresenta l'incremento di portata determinato dagli effetti delle modifiche previste dal progetto.

Il calcolo della portata eseguito applicando il metodo razionale, parte dall'analisi della curva di possibilità pluviometrica (CPP – cfr. Par. 5.2) per durate di precipitazione corrispondenti al tempo di corrivazione critico, per calcolare il quale si è fatto riferimento alla formula di *Ventura*, valida per piccoli bacini:

$$\tau_c(ore) = 0,1272 \sqrt{A_b / i_m}$$

dove:

A_b è l'area del bacino in km²

i_m è la pendenza media del bacino (considerata pari a 0,005).

Alla luce dell'assetto morfologico dell'area di studio, il tempo di corrivazione risulta di circa 12 min che, in corrispondenza dell'evento critico, fornisce un'altezza di pioggia di 35,1 mm ed un'intensità di pioggia i di circa 170 mm/ora.

Il calcolo della portata defluente viene effettuato attraverso la formula:

$$Q = \frac{i \cdot A \cdot \varphi}{360} [m^3 / s]$$

con:

i = intensità di pioggia in mm/ora

A = superficie scolante in Ha

φ = coefficiente di deflusso

A parità di intensità, il contributo idrico dell'area allo stato attuale è pari a 111 l/s mentre a seguito degli interventi progettuali la portata di deflusso è di 294 l/s. L'incremento dell'apporto idrico dovuto alle modifiche previste è quindi pari a 183 l/s e richiede pertanto l'adozione di misure compensative necessarie per non alterare l'attuale equilibrio idraulico.

Il coefficiente udometrico (rapporto fra la portata di deflusso e la superficie espressa in ettari) risulta nel caso attuale pari a circa 84 l/s per ettaro mentre nella configurazione di progetto sale a circa 224 l/s per ettaro, indice di una condizione più urbanizzata.

Per la successiva definizione delle necessarie misure compensative che andranno a mitigare l'incremento di impermeabilizzazione e conseguentemente di portata di deflusso prodotti dall'intervento, sulla base delle indicazioni del Consorzio di Bonifica Veronese è stato ipotizzato un valore di coefficiente udometrico cautelativo, ben inferiore a quanto sopra calcolato e pari a 10 l/s per ettaro (valore confrontabile con la portata di scarico di un terreno agricolo). Secondo il principio dell'invarianza idraulica, le misure compensative andranno quindi valutate considerando un valore costante del coefficiente udometrico pari a 10 l/s Ha.



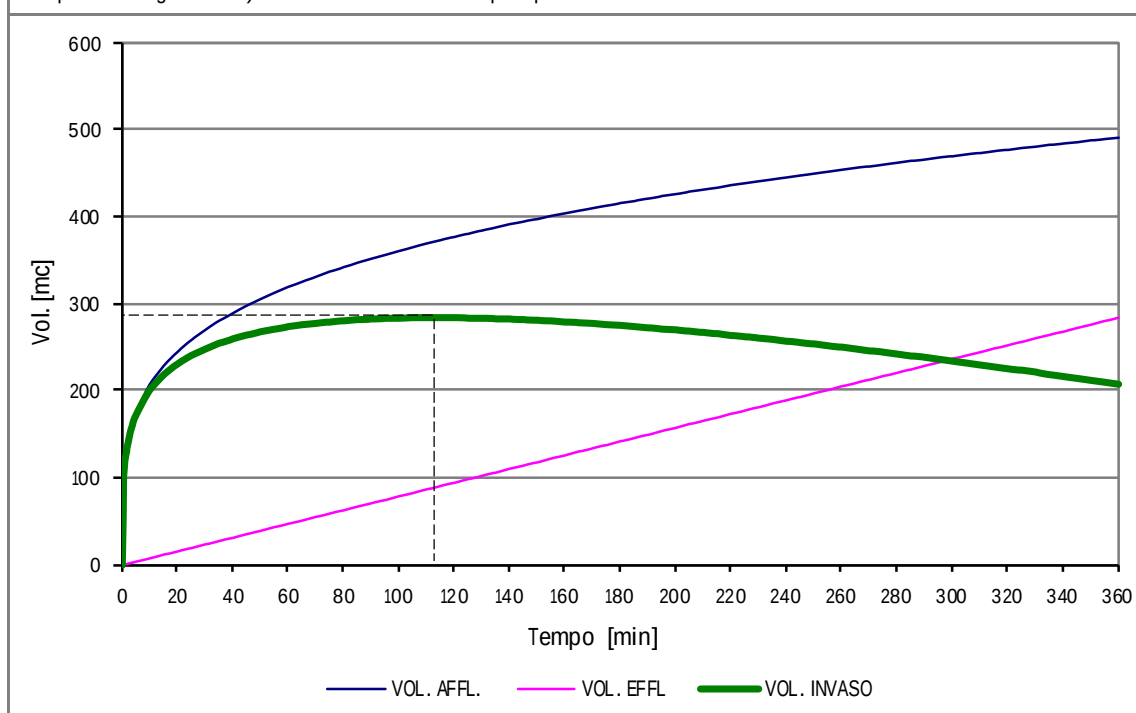
6 PROPOSTA DI MISURE COMPENSATIVE E/O DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

Per rispettare il principio dell'invarianza idraulica, nell'area di intervento si rendono necessarie idonee misure compensative per l'attenuazione del rischio idraulico. Tali misure, in linea generale, vengono indicate dalla normativa nella predisposizione di volumi di invaso finalizzati a garantire che la portata di deflusso rimanga costante fra lo stato antecedente e quello successivo alla realizzazione delle opere di progetto.

Considerando le trasformazioni urbanistiche previste, per garantire l'invarianza idraulica si propone inizialmente una valutazione del volume compensativo calcolato sulle effettive caratteristiche idrologiche, di impermeabilizzazione e di geometria del sito oggetto di studio. In tal senso calcolando per il tempo di precipitazione, il valore del volume affluito, il volume scaricato nel corpo recettore e, per differenza tra i due, il volume che è necessario invasare, è possibile determinare il valore necessario alla laminazione dell'evento considerato, ricercando il massimo della curva dei volumi di invaso al variare del tempo di precipitazione. Il valore dell'invaso così ottenuto rappresenta quindi il massimo per l'evento meteorico col periodo di ritorno considerato.

Nel caso specifico, assumendo una portata di scarico (coefficiente udometrico) costante e pari a 10 l/s Ha, corrispondente ad una portata complessiva per il lotto di circa 13 l/s ed adottando la curva pluviometrica indicata in precedenza, dall'analisi dei dati e dei grafici risultanti dall'elaborazione si evince che il volume di invaso minimo necessario risulta pari a circa 281,9 m³ (214 m³/Ha ca.). Tale valore corrisponde nello specifico al picco della curva del volume di invaso, raggiunto per un evento meteorico critico di 115 minuti di durata (1 ora e 55 minuti), come visibile nel grafico di seguito illustrato, risultato dal tabulato di calcolo (cfr. All. 3 in calce al testo).

Fig. 13. Sviluppo del volume complessivo in ingresso e in uscita dal sistema e del volume di invaso necessario (differenza tra le due precedenti grandezze) in funzione della durata di precipitazione.





Ciò detto, per completare l'analisi delle misure compensative da adottare, è stato comunque ritenuto opportuno eseguire una verifica del volume d'invaso minimo indicato dal P.A.T. del Comune di Verona, stimato sulla base di valutazioni standardizzate, pari a 487,4 m³ per ogni ettaro di superficie soggetta ad urbanizzazione o ambito di lottizzazione (Parere del Genio Civile prot. n. 290639 del 11/05/2008). Trattandosi nel caso in esame di una superficie complessiva di lottizzazione pari a 1.31.45 Ha, ne deriva quindi un volume di compensazione minimo pari a 640,69 m³.

Tale valore, calcolato seguendo le indicazioni del P.A.T., risulta superiore a quello calcolato in precedenza in virtù del carattere residenziale dell'area e quindi di un livello di impermeabilizzazione inferiore rispetto allo *standard* medio considerato nel P.A.T., che in tal senso fornisce nel caso specifico delle indicazioni sensibilmente cautelative circa le misure compensative necessarie.

Come riportato da normativa (Allegato A alla D.G.R.V. n. 2948 del 06/10/2009), in caso di terreni ad elevata permeabilità ed in presenza di falda freatica abbastanza profonda (come nel caso in esame) è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata (pozzi, trincee, bacini disperdenti) che fungano da dispositivi di reimmissione in falda dei deflussi in eccesso.

Va altresì debitamente sottolineato che gli interventi di mitigazione devono obbligatoriamente garantire un volume d'invaso pari ad almeno il 50% degli aumenti di portata. Sulla base quindi delle considerazioni fin qui esposte, dei risultati dei calcoli condotti, di quanto indicato da P.A.T., nonché alla luce delle caratteristiche di permeabilità del materiale costituente il primo sottosuolo del sito di studio si rende necessario, al fine di garantire l'invarianza idraulica, predisporre un volume minimo d'invaso cautelativamente pari a circa 323 m³.

Tale volume rispetta pertanto quanto richiesto da normativa garantendo un volume d'invaso pari ad almeno il 50% del volume di accumulo totale calcolato sulla base delle prescrizioni previste dal P.A.T.

Detto del volume minimo d'invaso da garantire per l'intera superficie del P.U.A. in esame e ricordando come parte dell'ambito del P.U.A. sarà oggetto di cessione per la realizzazione di aree a destinazione pubblica e per la sistemazione ed integrazione dalla viabilità pubblica esistente (v. estratti planimetrici da tavole progettuali in Fig. 14 alla pagina seguente), vengono indicati nella tabella a pagina 23 i volumi minimi da garantire, distinguendo destinazione (pubblica/privata, intra - ambito/extra - ambito) e tipologia di superficie, al fine di poter predisporre e garantire nelle successive fasi progettuali una gestione separata delle acque meteoriche.

I volumi riportati in tale tabella sono stati pertanto calcolati considerando cautelativamente il minimo volume d'invaso da garantire in relazione all'unità di superficie come indicato dal P.A.T., in seguito dimezzato in virtù delle caratteristiche di alta permeabilità dei terreni presenti e del franco garantito rispetto alla superficie della falda freatica.

Fig. 14. Estratti planimetrici da tavole progettuali: planimetria generale (*sotto*) e permeabilità territoriale (*in basso*).**SUPERFICI INTRA AMBITO**

-  SUP. PERMEABILE A VERDE PUBBLICO 4.520,00 mq (IN AMBITO)
-  SUP. SEMI PERMEABILE IN GRIGLIATO PARCHEGGIO PUBBLICO - P2 - 291,00 mq
-  SUP. SEMI PERMEABILE GRIGLIATO (AREA SOSTA MANUTENZIONE IMPIANTI TECNOLOGICI) 22,00 mq
-  SUP. NON PERMEABILE GRIGLIATO (AREA IMPIANTI TECNOLOGICI) 25 mq
-  SUP. IN GRIGLIATO PARCHEGGIO P3 8,00 mq VALUTATA NON PERMEABILE IN QUANTO SOVRASTANTE L'OPERA IDRAULICA IN C.A. DEL CONSORZIO DI BONIFICA
-  PERIMETRAZIONE INTRA AMBITO
-  PERIMETRAZIONE UMI

SUPERFICI EXTRA AMBITO

-  SUP. A VERDE PUBBLICO 400,00 mq - VALUTATA SEMI PERMEABILE IN QUANTO SOVRASTANTE L'OPERA IDRAULICA IN C.A. DEL CONSORZIO DI BONIFICA
-  SUP. IN GRIGLIATO PARCHEGGIO P3 48,00 mq VALUTATA NON PERMEABILE IN QUANTO SOVRASTANTE L'OPERA IDRAULICA IN C.A. DEL CONSORZIO DI BONIFICA
-  PERIMETRAZIONE EXTRA AMBITO



			SUPERFICIE (m ²)	VOLUME MINIMO D'INVASO (m ³)
INTRA - AMBITO	unità minime d'intervento	UMI 1	803	20
		UMI 2	807	20
		UMI 3	801	20
		UMI 4	507	13
		UMI 5	821	20
		UMI 6	445	11
		UMI 7	948	24
	strade, marciapiedi e parcheggi	ASM e P2p (cessioni), P3 e AMVp (pubblico)	2.493	61
	aree impianti tecnologici + aree manutenzione imp. tec.	AiT	47	1
	aree a parco di progetto	APp (cessione)	4.520	110
totale intra - ambito			12.192	300
EXTRA - AMBITO	superficie a verde		400	10
	sup.i a parcheggio pubblico (P3), stradale, marciapiedi (imp.)		553	13
totale extra - ambito			953	23
TOTALE (intra ambito + extra ambito)			13.145	323

Calcolati i volumi minimi da garantire verranno fornite nel seguito alcune indicazioni circa le misure compensative adottabili in relazione al quadro conoscitivo ricostruito. In particolare si evidenzia come, alla luce dell'assetto stratigrafico locale in precedenza descritto (cfr. Par. 4.2), il primo sottosuolo dell'area d'interesse risulti rappresentato, al di sotto di un decimetrico orizzonte di terreno vegetale, da materiale in giacitura naturale costituito da ghiaia ciottolosa con matrice sabbiosa e limosa in percentuale variabile.

Tale materiale, come verificato nel corso della prova di permeabilità (v. All. 2 in calce al testo) condotta testando nello specifico l'unità "Gs" (presente ad una profondità media di circa 0,5 m da p.c.), possiede un grado di permeabilità alto ($k = 1,09 \cdot 10^{-3}$ m/s) tale quindi da renderlo idoneo a garantire la necessaria filtrazione, in caso di sistemi a carattere prevalentemente di dispersione. Si ricorda infine come la falda si collochi ad una profondità minima di 10 m ca. da p.c. attuale.

In considerazione delle caratteristiche granulometriche e di permeabilità del sottosuolo e del livello di falda nell'area oggetto di studio, è possibile prendere in considerazione l'adozione di misure compensative del tipo "pozzo perdente" e "bacino disperdente", da dimensionare in funzione dei volumi minimi indicati nella tabella di cui sopra.



Alla luce degli interventi in progetto si prospettano pertanto le seguenti ipotesi di massima per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento:

- area residenziale - in assenza di informazioni certe in merito al numero di unità abitative da realizzarsi e di conseguenza circa la suddivisione interne delle UMI identificate, nell'ottica di una gestione autonoma di ogni singola unità abitativa con messa in opera di pozzi disperdenti, si forniscono i seguenti dimensionamenti indicativi:

VOLUME DI INVASO DA GARANTIRE (m ³)	DIMENSIONI POZZI DISPERDENTI	
	H (m)	Ø (m)
10	3,5	2,0
15	3,5	2,5

Finalizzata ad una razionale gestione delle acque raccolte, una gestione separata di ogni singolo lotto favorisce inoltre le buone pratiche costruttive attraverso il riutilizzo dell'acqua meteorica ad uso irriguo o per i servizi igienici, in alternativa all'approvvigionamento da acquedotto.

- viabilità e parcheggi pubblici (compresa area extra ambito di 553 m² ca.) + superfici a verde extra ambito (400 m² ca.) – collettamento delle acque meteoriche di dilavamento delle aree destinate a viabilità e parcheggi pubblici tramite griglie e caditoie, loro trattamento fisico mediante sedimentazione e disoleazione, smaltimento finale mediante bacino disperdente e pozzi perdenti.

			SUPERFICIE (m²)	VOLUME MINIMO D'INVASO (m³)
INTRA - AMBITO	strade, marciapiedi e parcheggi	ASM e P2p (cessioni), P3 e AMVp (pubblico)	2.493	61
	aree impianti tecnologici + aree manutenzione imp. tec.	AiT	47	1
EXTRA - AMBITO	superficie a verde		400	10
	sup.i a parcheggio pubblico (P3), stradale, marciapiedi (imp.)		553	13
TOTALE			3.493	85

In particolare, per motivi logistici, le acque di dilavamento derivanti da tali superfici verranno, come detto, in parte gestite attraverso bacino disperdente da realizzarsi in corrispondenza dell'area a verde pubblico in progetto e per la restante parte gestite tramite pozzi perdenti da realizzarsi invece in corrispondenza della controstrada di Via San Giovanni Lupatoto (Via Santa Caterina - lato Sud Ovest dell'ambito del P.U.A.).

In assenza di indicazioni progettuali certe, posto in 85 m³ il volume minimo da garantire, volendo comunque dare un'indicazione di massima dei volumi da destinarsi ai diversi sistemi disperdenti ipotizzati, si fornisce quanto riportato nella tabella alla pagina seguente.



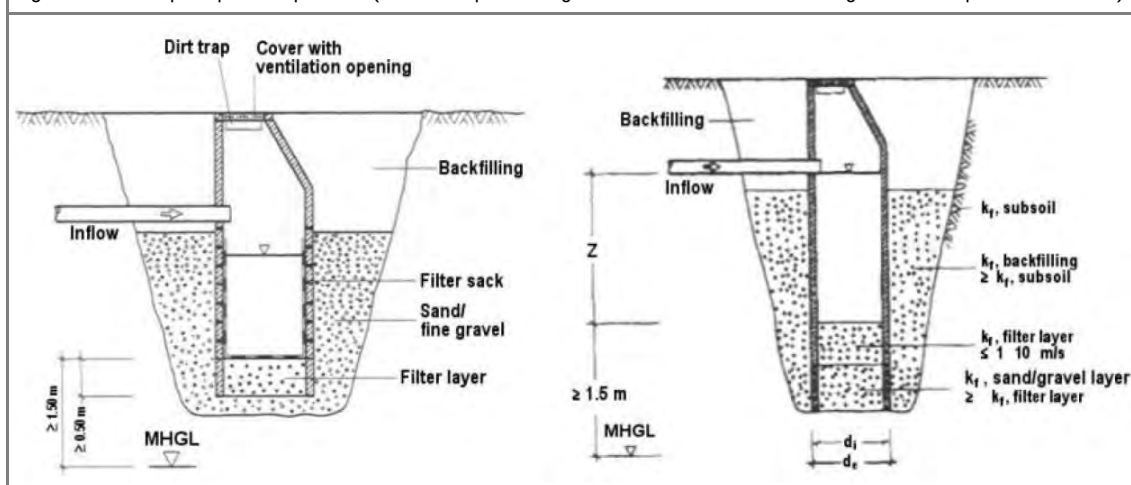
	SUPERFICIE (m ²)	VOLUME DI INVASO DA GARANTIRE (m ³)	SISTEMA DISPERDENTE
Via Santa Caterina (lato Sud Ovest del P.U.A.) + area extra - ambito	1.873	45	pozzi disperdenti
Via Santa Caterina (lato Nord Ovest del P.U.A.), viabilità e parcheggi di nuova realizzazione	1.620	40	bacino disperdente
TOTALE	3.493	85	

- area a verde pubblico – si ritiene che deflusso ed infiltrazione delle acque meteoriche avvengano in modo naturale sull'intera superficie a verde, senza la necessità di realizzare ulteriori misure compensative (indicate nella tabella alla pagina precedente in un volume minimo d'invaso di 110 m³).

Per quanto riguarda le misure compensative precedentemente indicate si precisa quanto segue:

- pozzi perdenti: in relazione al livello della falda, posto nei periodi di morbida ad una profondità minima di 10 m dal p.c. attuale, non si individuano problemi di salvaguardia dell'acquifero nel caso della realizzazione di pozzi disperdenti. Sarà comunque opportuno che i pozzi vengano realizzati con un filtro di fondo, come proposto anche nell'immagine estratta dall' "Allegato n. 2 – Componente idraulica" del "Prontuario per la Mitigazione Ambientale" del P.I. e riportata nella figura seguente.

Fig. 15. Schema tipo di pozzi disperdenti (Prontuario per la Mitigazione Ambientale del P.I. – Allegato n. 2 Componente idraulica).



- bacino disperdente: alla luce del volume minimo d'invaso da garantire, valutato in 40 m³, stimando un'altezza media utile d'invaso di 0,50 m ca., ne deriva un bacino di estensione pari a 80 m² ca. Con riferimento agli interventi previsti nel P.U.A. oggetto di studio, si suggerisce la realizzazione di tale bacino in corrispondenza della vasta area verde localizzata nella porzione Nord Est del lotto (v. Fig. 16 alla pagina seguente), attraverso la rimodellazione del profilo topografico in fase di realizzazione dei piani finiti di progetto. Il bacino dovrà essere realizzato in modo da garantire un adeguato inserimento nel contesto ambientale modellando gli argini e favorendo inerbimento e piantumazione. Lo svuotamento avverrà per naturale filtrazione nel terreno. In corrispondenza di ciascuna immissione delle tubazioni di scarico, al fondo del bacino dovrà essere creato appositamente un sottofondo drenante per facilitare l'infiltrazione nel terreno ed evitare ristagni (v. Fig. 16 alla pagina seguente).



Fig. 16. *Sotto*: planimetria di progetto con possibile ubicazione indicativa del bacino di invaso (in blu) all'interno dell'ambito d'intervento. *In basso*: sezione tipo di sbocco nel bacino delle tubazioni di scarico.



- dissabbiatore e disoleatore: in riferimento alle Norme Tecniche del Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto, secondo l'art. 39 comma 5 il recapito delle acque meteoriche di dilavamento può avvenire in corpo idrico superficiale, su suolo o *anche negli strati superficiali del sottosuolo, purché sia preceduto da un idoneo trattamento in continuo di sedimentazione e, se del caso, di disoleazione.*

Nel caso della gestione delle acque di dilavamento derivanti dalle superfici destinate a viabilità e parcheggio, si dovrà prevedere di dotare il sistema di dispersione con un avampozzo per la sedimentazione e la disoleazione in continuo, da dimensionare in base all'estensione della superficie scolante. Nel caso invece delle aree private, trattandosi prevalentemente di acque di dilavamento di tetti di edifici residenziali, l'eventuale recapito negli strati superficiali del sottosuolo attraverso i pozzi disperdenti potrà avvenire senza necessità di trattamento, come definito nell'Allegato A alla D.G.R.V. n. 80 del 27/01/2011.

È infine sempre auspicabile l'adozione delle buone pratiche costruttive volte a mitigare le modifiche indotte sul regime idraulico dell'area.



Detto ciò, alla luce delle considerazioni esposte nel presente elaborato, ai fini dell'invarianza idraulica si ribadisce la necessità di garantire un volume minimo d'invaso pari a 323 m^3 , considerando l'intera superficie oggetto di valutazione (intra ambito + extra ambito).

Si ricorda come parte di tale volume (pari a circa 110 m^3), riferibile all'area a verde pubblico in progetto, defluirà e s'infiltrerà in modo naturale sull'intera superficie a verde, senza la necessità di realizzare ulteriori misure compensative, previa riprofilatura del terreno, al fine di garantire in tale area quote topografiche inferiori rispetto alle aree circostanti.

Verona, 21 agosto 2019

Dott. Geol. Alberto Cò





BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

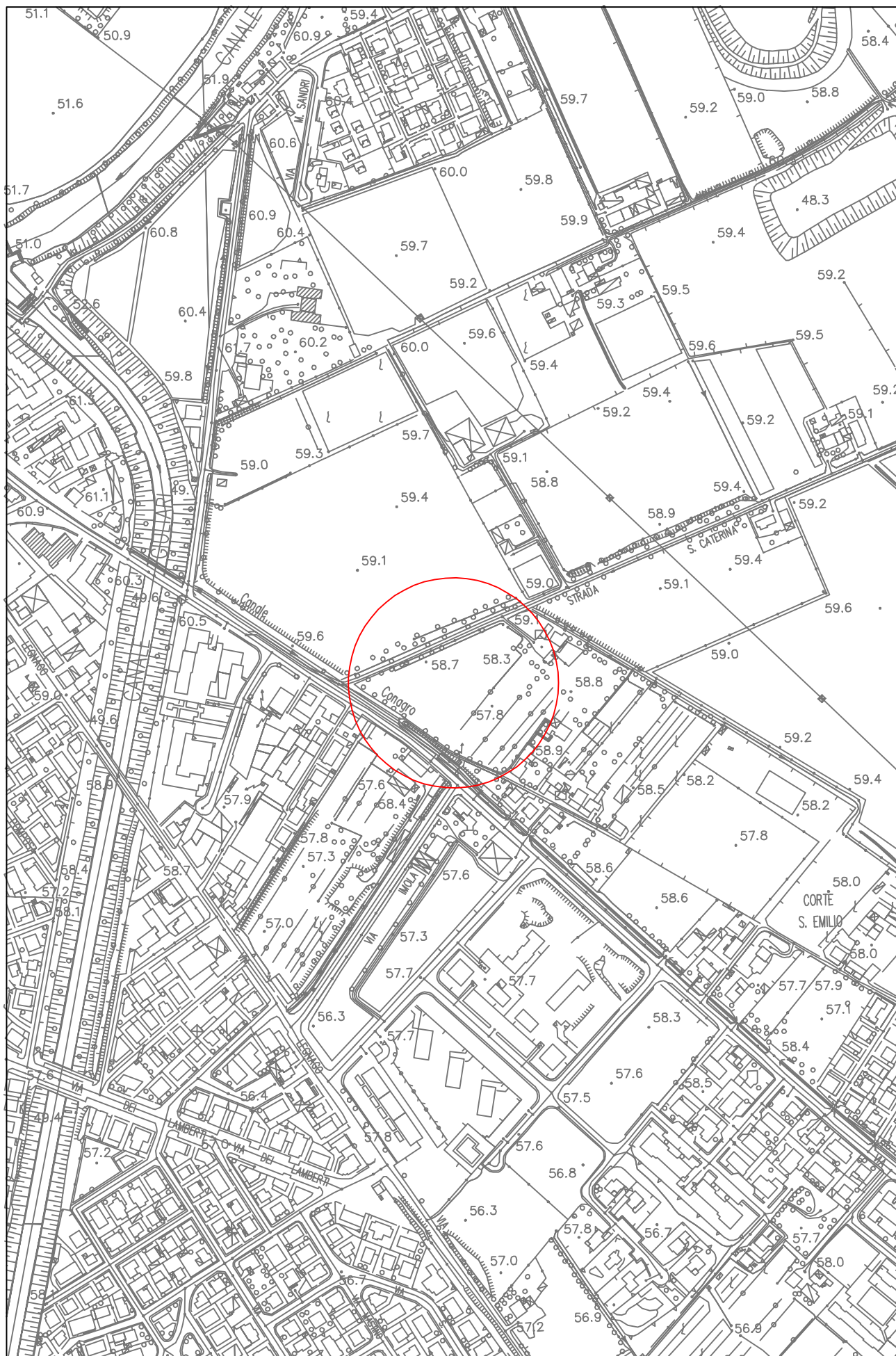
La stesura del presente documento è stata eseguita facendo riferimento ai seguenti testi e documenti:

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME ADIGE Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) (2005)
AA.VV. Compatibilità idraulica – corso di aggiornamento – Ordine dei Geologi del Veneto (2012)
BECCIU G. – PAOLETTI A. Fondamenti di costruzioni idrauliche - UTET (2011)
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA IN SCALA 1:100.000 Foglio n. 49 "Verona"
CASTANY G. Idrogeologia. Principi e metodi – Dario Flaccovio Editore (1985)
CENTRO SPERIMENTALE VALANGHE E DIFESA IDROLOGICA DELLA REGIONE VENETO Studio delle piogge intense nel territorio montano della Regione Veneto (1986)
COMUNE DI VERONA Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.) e Piano degli Interventi (P.I.)
DAL PRÀ A. - DE ROSSI P. Carta idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige (1989)
DE ZANCHE V. E SORBINI L. Geologia del territorio del Comune di Verona (1977)
PROVINCIA DI VERONA Piano Territoriale Provinciale (P.T.P.)
REGIONE VENETO – PROGETTO TECNAMB Pianificazione e gestione del rischio idrogeologico - Studio di compatibilità idraulica (2003)



ALLEGATO 1

COROGRAFIA IN SCALA 1:5.000





ALLEGATO 2

PROVA DI PERMEABILITÀ IN POZZETTO



prova	PP1
luogo	Via San Giovanni Lupatoto - Verona
data	martedì 17 ottobre 2017
litologia testata	unità "G" – ghiaia ciottolosa in matrice sabbioso - limosa
dimensioni pozzetto	(L x A x H): 1,5 x 1,2 x 1,25





PROF. DA P.C. (m)	STRATIGRAFIA POZZETTO	UNITÀ
0,0 ÷ 0,3	LIMO SABBIOSO di colore bruno CON CIOTTOLI, poligenici ed eterogranulari, in numero crescente con la profondità. Deposito caotico, privo di strutture sedimentarie, ricco di resti vegetali.	L
0,3 ÷ 1,25	GHIAIA CIOTTOLOSA in matrice sabbioso - limosa di color nocciola. Deposito granosostenuto con evidenti strutture sedimentarie e locali tracce di calcificazione sui ciottoli. Scheletro grossolano poligenico ed eterogranulare, costituito da ghiaia e ciottoli ($\phi_{\text{medio}} \approx 2 \div 8$ cm) in proporzioni reciproche variabili, nell'insieme dotato di medio grado di sfericità e spigoli ben arrotondati; frequenti i trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, da mediamente a debolmente addensato.	G
falda	non intercettata	



Prova di permeabilità in pozzetto superficiale

Metodo con carico variabile

CANTIERE: Via San Giovanni Lupatoto (Verona)
DATA: 17/10/2017

Profondità H (cm) 30
Lato maggiore L (cm) 150
Lato minore A (cm) 120

POZZETTO PP1

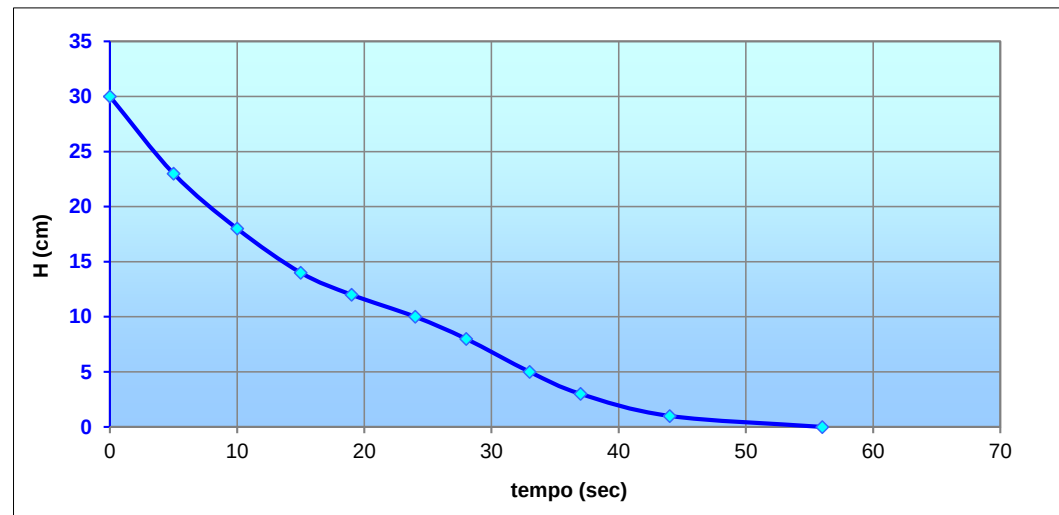
Natura del terreno : UNITA' G - Ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa e limosa
Profondità scavo : 1,25 m da p.c.

Hm(cm) = 15 h1 (cm) = 30
b (cm) = 134 h2 (cm) = 0

Δt (sec) = 56

Calcolo coefficiente di permeabilità			
K (m/sec)=	$\frac{\Delta H}{(t_2 - t_1)}$	$\cdot \frac{1 + (2Hm/b)}{(27Hm/b) + 3}$	= 1,09E-03

H (cm)	t (sec)	H/Hm	ΔH (cm)
30,0	0	2,00	0,0
23,0	5	1,53	7,0
18,0	10	1,20	5,0
14,0	15	0,93	4,0
12,0	19	0,80	2,0
10,0	24	0,67	2,0
8,0	28	0,53	2,0
5,0	33	0,33	3,0
3,0	37	0,20	2,0
1,0	44	0,07	2,0
0,0	56	0,00	1,0





ALLEGATO 3

TABULATI DI CALCOLO MISURE COMPENSATIVE

CALCOLO VOLUME DI INVASO

Definizione curva pluviometrica

a =	51,30
n =	0,24

Calcolo coeff. deflusso medio

Sup. agricola	Sup. a =	0	[mq]	φ	0,1
Sup. permeabile	Sup. p =	7.719	[mq]		0,2
Sup. semipermeabile	Sup. sp =	713	[mq]		0,6
Sup. impermeabile	Sup. im =	4.713	[mq]		0,9
Coeff. di deflusso medio	φ =	0,47			
TOT. Superficie di calcolo	Sup =	13.145	[mq]		

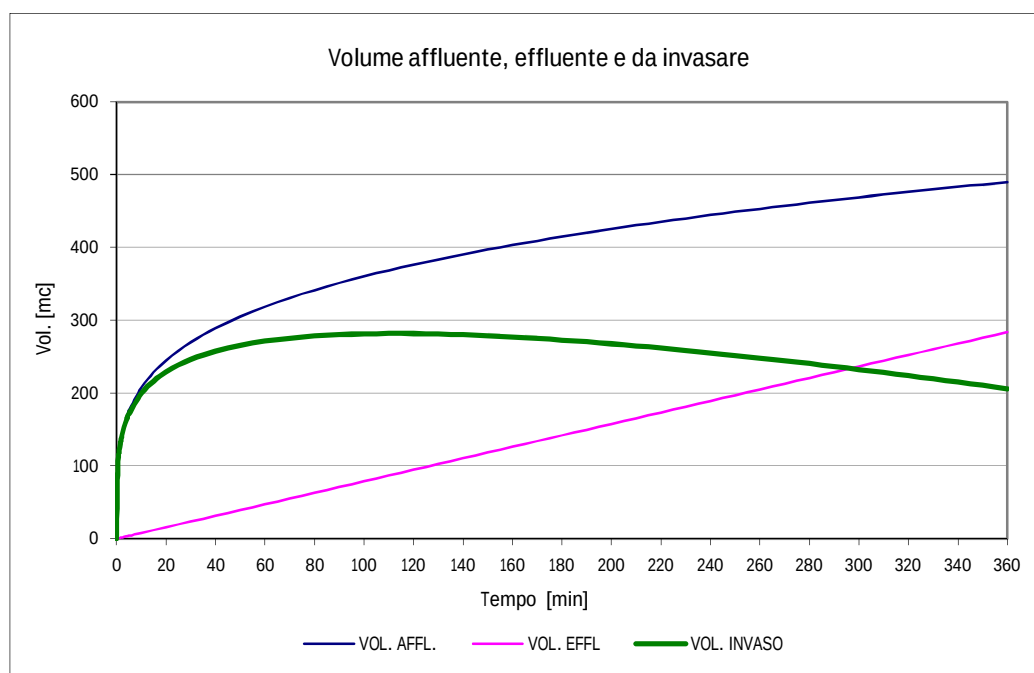
Calcolo volume di invaso

Portata scarico vasca	Q out =	13,15	[l/sec]
	u =	10,00	[l/s ha]

Tempo [minuti]	h pioggia [mm]	Q max [l/s]	Vol affl. [mc]	Vol effl. [mc]	V invaso [mc]
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	VUOTO
0,5	16,26	136,18	101,03	0,39	100,63
1,0	19,20	160,82	119,31	0,79	118,52
1,5	21,17	177,26	131,51	1,18	130,32
2,0	22,68	189,93	140,91	1,58	139,33
3,0	25,00	209,34	155,31	2,37	152,94
4,0	26,78	224,31	166,41	3,15	163,25
5,0	28,26	236,65	175,56	3,94	171,62
10,0	33,37	279,48	207,34	7,89	199,45
15,0	36,78	254,13	228,53	11,83	216,70
20,0	39,41	204,22	244,87	15,77	229,09
25,0	41,58	172,36	258,34	19,72	238,62
30,0	43,44	150,06	269,89	23,66	246,23
35,0	45,08	133,47	280,07	27,60	252,46
40,0	46,54	120,59	289,19	31,55	257,64
45,0	47,88	110,27	297,48	35,49	261,99
50,0	49,10	101,78	305,10	39,44	265,66
55,0	50,24	94,67	312,16	43,38	268,78
60,0	51,30	88,61	318,74	47,32	271,42
65,0	52,30	83,38	324,92	51,27	273,66
70,0	53,23	78,81	330,76	55,21	275,55
75,0	54,12	74,79	336,28	59,15	277,13
80,0	54,97	71,21	341,53	63,10	278,43
85,0	55,77	68,00	346,53	67,04	279,49
90,0	56,54	65,11	351,32	70,98	280,34
95,0	57,28	62,49	355,91	74,93	280,98
100,0	57,99	60,10	360,32	78,87	281,45
105,0	58,67	57,91	364,56	82,81	281,75
110,0	59,33	55,90	368,65	86,76	281,90
115,0	59,97	54,04	372,61	90,70	281,91
120,0	60,58	52,32	376,43	94,64	281,79
125,0	61,18	50,73	380,14	98,59	281,55
130,0	61,76	49,24	383,73	102,53	281,20
135,0	62,32	47,84	387,23	106,47	280,75
140,0	62,87	46,54	390,62	110,42	280,20
145,0	63,40	45,31	393,92	114,36	279,56
150,0	63,92	44,16	397,14	118,31	278,84
155,0	64,42	43,08	400,28	122,25	278,03
160,0	64,92	42,05	403,34	126,19	277,15
165,0	65,40	41,08	406,33	130,14	276,20
170,0	65,87	40,15	409,25	134,08	275,17
175,0	66,33	39,28	412,11	138,02	274,09

180,0	66,78	38,45	414,91	141,97	272,94
185,0	67,22	37,66	417,64	145,91	271,73
190,0	67,65	36,90	420,32	149,85	270,47
195,0	68,07	36,18	422,95	153,80	269,16
200,0	68,49	35,49	425,53	157,74	267,79
205,0	68,89	34,83	428,06	161,68	266,38
210,0	69,29	34,20	430,54	165,63	264,92
215,0	69,69	33,59	432,98	169,57	263,41
220,0	70,07	33,01	435,38	173,51	261,86
225,0	70,45	32,45	437,73	177,46	260,27
230,0	70,82	31,91	440,05	181,40	258,64
235,0	71,19	31,40	442,32	185,34	256,98
240,0	71,55	30,90	444,56	189,29	255,28
245,0	71,91	30,42	446,77	193,23	253,54
250,0	72,25	29,95	448,94	197,18	251,77
255,0	72,60	29,51	451,08	201,12	249,96
260,0	72,94	29,07	453,19	205,06	248,12
265,0	73,27	28,66	455,26	209,01	246,26
270,0	73,60	28,25	457,31	212,95	244,36
275,0	73,93	27,86	459,33	216,89	242,44
280,0	74,25	27,48	461,32	220,84	240,48
285,0	74,56	27,11	463,28	224,78	238,50
290,0	74,87	26,76	465,22	228,72	236,50
295,0	75,18	26,41	467,13	232,67	234,47
300,0	75,49	26,08	469,02	236,61	232,41
305,0	75,79	25,75	470,89	240,55	230,33
310,0	76,08	25,44	472,73	244,50	228,23
315,0	76,38	25,13	474,55	248,44	226,11
320,0	76,66	24,83	476,34	252,38	223,96
325,0	76,95	24,54	478,12	256,33	221,79
330,0	77,23	24,26	479,87	260,27	219,60
335,0	77,51	23,98	481,61	264,21	217,39
340,0	77,79	23,71	483,32	268,16	215,17
345,0	78,06	23,45	485,02	272,10	212,92
350,0	78,33	23,19	486,70	276,05	210,65
355,0	78,60	22,95	488,36	279,99	208,37
360,0	78,86	22,70	490,00	283,93	206,07

Volume da invasare = 281,91 m³



REGIONE VENETO – PROVINCIA DI VERONA

COMUNE DI VERONA

P.U.A.
PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
IN APPLICAZIONE DELLA SCHEDA NORMA N. 582
DI UN'AREA SITA IN VIA SAN GIOVANNI LUPATOTO

ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA E RELAZIONE GEOTECNICA

AI SENSI DEL D.M.17 GENNAIO 2018

COMMITTENTE

INGEA S.R.L.

TECNICO/ INCARICATO/I

Dott. Geol. Alberto Cò



Alberto Cò – Ilaria Mercì
Geologi – Tecnici Ambientali
infocogeologi@gmail.com
via g.camuzzoni, 1 – 37138 verona
p.iva 04383630235

2	modifiche progettuali	Merci	Cò	Cò	21/08/19
1	modifiche progettuali	Merci	Cò	Cò	23/04/19
0		Merci/Andreis	Cò	Cò	01/12/17
REV	Descrizione	elaborato	verificato	approvato	data
CODICE	GS	213	NUM. ELABORATO - 01		File: GS213 – Relazione geologica e geotecnica.doc



INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3	DESCRIZIONE PROGETTO.....	5
4	RELAZIONE GEOLOGICA.....	7
4.1	inquadramento geografico del territorio.....	7
4.2	inquadramento geologico e geomorfologico.....	8
4.3	inquadramento idrogeologico e idrografico.....	12
4.4	inquadramento tettonico - strutturale.....	16
4.5	sismicità dell'area.....	18
4.6	analisi del piano di assetto territoriale (p.a.t.).....	19
5	RELAZIONE GEOTECNICA.....	22
5.1	campagna indagini.....	22
5.1.1	scavi esplorativi.....	22
5.1.2	prova di permeabilità in pozzetto.....	24
5.2	caratterizzazione geotecnica dell'area.....	25
5.3	caratterizzazione sismica del sito progettuale.....	26
6	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	28
	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO.....	30

ALLEGATI AL TESTO

ALLEGATO 1:	COROGRAFIA IN SCALA 1:5000
ALLEGATO 2:	PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI
ALLEGATO 3:	DOCUMENTAZIONE SCAVI ESPLORATIVI
ALLEGATO 4:	PROVA DI PERMEABILITÀ IN POZZETTO



Codice di Rif.: GS213

Verona, 21 agosto 2019

1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto per la realizzazione di un intervento di edilizia residenziale (Piano Urbanistico Attuativo) in località Palazzina del Comune di Verona, è stato condotto il presente studio geologico - geotecnico ai sensi del D.M. 17/01/2018, finalizzato:

- *all'inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico dell'area di interesse progettuale;*
- *alla ricostruzione del modello litostratigrafico e geotecnico dei terreni costituenti il primo sottosuolo dell'area oggetto d'intervento;*
- *all'individuazione delle possibili problematiche di carattere geologico e geotecnico connesse all'esecuzione dell'intervento.*

Lo studio è stato condotto avvalendosi delle informazioni provenienti dalla bibliografia e dalla cartografia geologica esistenti, sulla base dell'esperienza maturata dallo scrivente in studi precedentemente svolti nel medesimo contesto geologico nonché alla luce di un mirato rilievo geologico e di una specifica campagna indagini condotta *in situ*.



2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla seguente Normativa di riferimento ed alle successive raccomandazioni:

CIRC. REGIONE VENETO 30.01.1990 N. 2 Osservanza della normativa vigente sull'uso del sottosuolo ai fini edificatori e, in particolare, dell'obbligo, nei casi previsti, della Relazione geologica e della Relazione geotecnica.
ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO 20.03.2003 N. 3274 (G.U.08.05.2003 N. 105) Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica.
DELIBERA DI GIUNTA REGIONALE 21/07/2003 N.1435 Prime disposizioni di attuazione dell'ordinanza del O.P.C.M. n. 3274/2003 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
DELIBERA DEL CONSIGLIO REGIONALE DEL VENETO 03.12.2003 N. 67 Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20.03.2003 n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" – Approvazione della classificazione sismica e direttive per l'applicazione.
ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO 28.04.2006 N. 3519 Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.
DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE DEL VENETO 22.01.2008 N. 71 Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" – Direttive per l'applicazione. Adozione del provvedimento n.96/CR del 7 agosto 2006.
D.M. 14.01.2008 Nuove norme tecniche per le costruzioni.
CIRC. MIN. 02.02.2009 N. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008.
PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA REGIONE VENETO (P.T.A.) D.G.R.V. 05.11.2009 N. 107 Norme per il governo del territorio.
D.M. 17.01.2018 Aggiornamento alle "Norme Tecniche per le Costruzioni".
CIRC. MIN. 21.01.2019 N. 7 – Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Con specifico riferimento alla documentazione progettuale fornita (v. figura seguente), il progetto in esame prevede la realizzazione di un Piano Urbanistico Attuativo in applicazione alla scheda norma n. 582. L'intervento interessa un'area definita "intra – ambito", di forma trapezoidale e di superficie pari a 12.192 m² ca. ed un'area "extra ambito" di 953 m² ca. grossomodo compresa tra Via San Giovanni Lupatoto e la sua parallela intra - ambito (Via S. Caterina).





Per quanto riguarda l'AREA "INTRA – AMBITO", gli interventi in progetto prevedono:

- una porzione a destinazione privata schematicamente costituita da n. 07 unità minime d'intervento (U.M.I.) a destinazione residenziale per una superficie totale "SF" superficie fondiaria di 5.132 m².
- una porzione in cessione a destinazione pubblica, suddivisa in:

	INTERVENTO	SUPERFICIE (m ²)
P2p	P2 di progetto	291
AP p	AREE A PARCO di progetto	4.520
ASM	AREE STRADE E MARCIAPIEDI	1.941

In merito a quanto indicato nella tabella di cui sopra va detto come in "ASM - Aree strade e marciapiedi" sia compresa anche l'area interessata da sistemazione ed integrazione della viabilità esistente attraverso la realizzazione di una strada di collegamento tra la controstrada di Via San Giovanni Lupatoto (lato Sud Ovest del P.U.A.) e l'area "AP p – aree a parco di progetto".

- la realizzazione di un'area definita "AiT – area impianti tecnologici + area manutenzione impianti tecnologici" per una superficie complessiva di 47 m²;
- un'area destinata a marciapiede "AMVp – marciapiede da vincolare ad uso pubblico" per una superficie totale di 253 m², corrispondente al marciapiede da realizzarsi lungo Strada Santa Caterina (lato Nord del P.U.A.);
- parte del parcheggio pubblico aggiuntivo (P3) previsto in corrispondenza dell'area extra – ambito oggetto di sistemazione, ricadente intra – ambito per un'estensione di 8 m².

Sviluppata, come accennato in precedenza, su una superficie complessiva di 953 m² tra l'ambito del P.U.A. e Via S. Giovanni Lupatoto, l'AREA "EXTRA – AMBITO" sarà interessata dalla realizzazione di alcuni interventi di sistemazione, mantenendo pressoché invariato la tipologia di utilizzo di tale area. In particolare si distinguono:

INTERVENTO	SUPERFICIE (m ²)
superficie a verde	400
sup. a parcheggio pubblico (P3)	48
superficie stradale	385
superficie marciapiedi	120



4 RELAZIONE GEOLOGICA

4.1 inquadramento geografico del territorio

Il sito in esame è ubicato a Sud – Est rispetto il nucleo storico di Verona, dove l'espansione urbanistica della città verso Est incontra spazi ancora in gran parte a destinazione agricola. Ubicato poco ad Ovest del canale Giulieri, il lotto d'interesse progettuale confina a Sud Ovest e a Nord Ovest con Strada Santa Caterina e sui restanti lati con altrui proprietà.

Fig. 2. Inquadramento geografico (*sotto*) e foto aerea (*in basso*) del sito oggetto di studio. Indicata in *rosso* l'area intra – ambito ed in *blu* quella extra – ambito.



Per quanto riguarda la cartografia geografica di riferimento, il territorio considerato ricade nel Foglio n. 49 III SO tavoletta “San Giovanni Lupatoto” dell’IGM alla scala 1:25.000 e negli Elementi n. 123162 (“Verona Sud - Ovest”) e n. 124133 (“Palazzina”) della Carta Tecnica Regionale del Veneto in scala 1:5.000, di cui si allega un estratto in calce al presente elaborato (v. All. 1).

4.2 inquadramento geologico e geomorfologico

Dal punto di vista geologico - geomorfologico generale il sito di studio si inserisce nell'ambito deposizionale dell'Alta Pianura Veronese (v. figura seguente) posta tra le ultime propaggini lessinee a Nord e la linea delle risorgive a Sud.

Fig. 3. Posizione rispetto Verona dei tre contesti geomorfologici e geolitologici principali: I) Settore collinare – montuoso, II) Alta Pianura veronese, III) Medio – Bassa Pianura veronese (da *Etsch, Adige – Il fiume, gli uomini, la storia, 1997*). Il pallino rosso indica l'ubicazione del sito di studio.



L'evoluzione geomorfologica e geologica della Pianura Veronese è nel suo complesso legata principalmente all'interferenza fra le variazioni climatiche che si sono succedute durante il Quaternario e le conseguenti variazioni di portata dell'Adige, corso d'acqua a carattere fluvioglaciale. L'alternanza di fasi di espansione e di ritiro glaciale, con le conseguenti variazioni del flusso idrico e del trasporto solido, hanno determinato la costruzione del conoide dell'Adige che si estende, con forma a ventaglio, dallo sbocco della Val d'Adige fino a Legnago. In particolare, procedendo da Nord verso Sud, dalla parte apicale del conoide verso le sue parti più distali, si osserva una costante diminuzione della granulometria, in ragione della natura del trasporto di tipo fluviale.

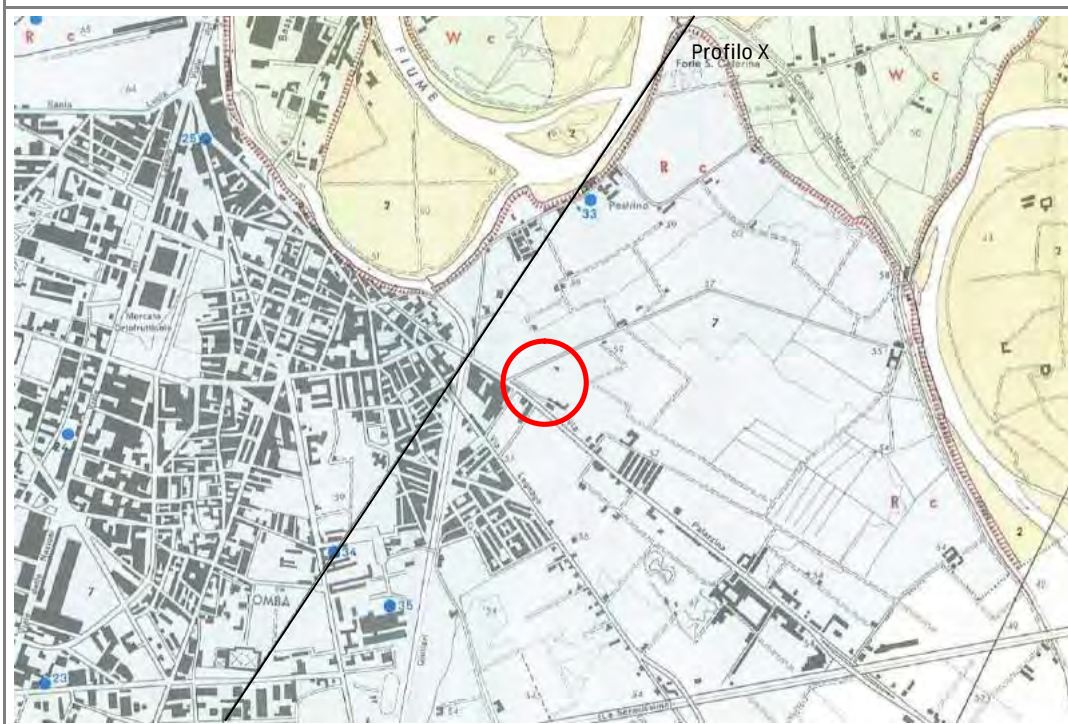
Con specifico riferimento alla porzione di territorio in esame ed alla fig. 4 riportata alla pagina seguente, si rileva una morfologia pianeggiante in cui gran parte delle evidenze morfologiche sono riconducibili all'evoluzione dell'idrografia attuale e pregressa (terrazzi, orli di scarpata, etc.), i cui segni risultano tuttavia celati dalla sempre crescente urbanizzazione del territorio. L'agente morfogenetico principale è rappresentato dal fiume Adige con il suo grande conoide ed il suo piano di divagazione, scavato e terrazzato, all'interno del conoide stesso. L'ambito dell'Antico conoide e quello del Piano di divagazione sono separati da una scarpata morfologica che in corrispondenza della porzione di territorio oggetto di studio raggiunge all'incirca i 10 m di altezza. Posto ad una quota altimetrica media di riferimento di 58 m ca. s.l.m., il lotto d'interesse progettuale presenta una morfologia sub pianeggiante, blandamente degradante verso Sud Est.



Sotto l'aspetto geolitologico, l'Alta Pianura Veronese deriva dall'accumulo di grandi quantitativi di materiali granulari (ghiaie, ciottoli, sabbie e limi) la cui successione stratigrafica riflette le variazioni climatiche e, con esse, la capacità di trasporto della rete idrografica. Nel periodo quaternario, infatti, lo scioglimento delle coltri glaciali atesine, dovuto all'incremento di temperatura post-glaciale, potenziò enormemente la capacità di trasporto della rete idrografica, permettendo così l'accumulo di sedimenti prevalentemente grossolani.

Con riferimento all'estratto dalla “*Carta Geologica del territorio del Comune di Verona*” riportato nella figura seguente, da un punto di vista litologico l'area oggetto di studio risulta caratterizzata da materiali riferibili alle alluvioni terrazzate fluvioglaciali e fluviali rissiane dell'antico conoide dell'Adige, ghiaiose e ciottolose, rinvenibili sino a parecchie decine di metri di profondità da piano campagna, con occasionali e discontinue lenti argillose (v. sezione geologica di Fig. 5 alla pagina seguente).

Fig. 4. Estratto dalla “*Carta Geologica del territorio del Comune di Verona*” in scala 1:20.000 (De Zanche V. et alii., 1977). In rosso l'ubicazione dell'area interessata dal P.U.A. in progetto.

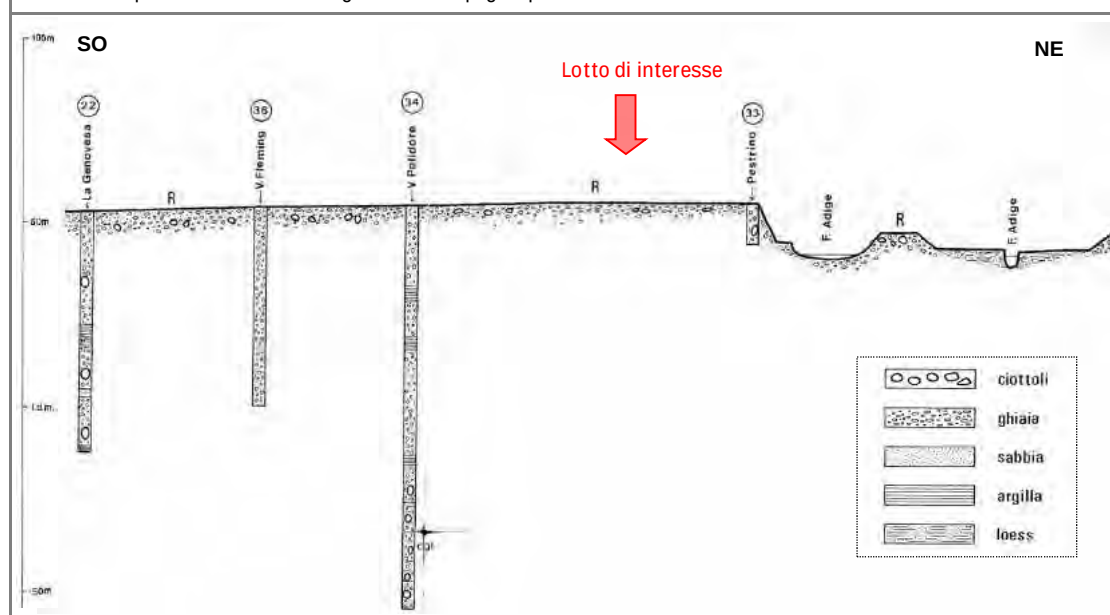


- 2  Alluvioni prevalentemente sabbioso – limose, attuali e recenti, dell'Adige. QUATERNARIO
- 6  Alluvioni terrazzate fluvioglaciali e fluviali dell'antico conoide dell'Adige, ghiaiose e ciottolose (c). WÜRM (W)
- 7  Alluvioni terrazzate fluvioglaciali e fluviali dell'antico conoide dell'Adige, ghiaiose e ciottolose (c). RISS (R)
-  Orlo di terrazzo in depositi fluvioglaciali e fluviali
-  Pozzo per acqua
-  Traccia sezioni geologiche



L'analisi della sezione geologica "X" (v. estratto in Fig. 5), correlata con le stratigrafie di pozzi ubicati nelle immediate vicinanze dell'area di studio, ha messo in evidenza conformemente a quanto riportato in letteratura, la presenza nel sottosuolo di un materasso alluvionale di natura prevalentemente granulare (ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa) e di considerevole spessore. Nel dettaglio si riscontra come tale materasso alluvionale, pur caratterizzato da una sostanziale omogeneità compositiva, presenti un certo grado di stratificazione indotto dalla diversa granulometria dei depositi e soprattutto dalla presenza di sporadici livelli fini che interrompono la continuità dei depositi ghiaiosi; si tratta di orizzonti litologici di natura argillosa, di pochi metri di spessore e generalmente presenti a partire da 20 ÷ 30 m di profondità.

Fig. 5. Estratto del profilo geologico "X" con direzione NE – SO (dalla "Carta Geologica del territorio del Comune di Verona": per la traccia del profilo si rimanda alla Fig. 4 di cui alla pagina precedente.



Il modello litostratigrafico locale è stato ricostruito sulla base all'esperienza acquisita nel corso di precedenti studi condotti nel medesimo contesto geologico nonché facendo specifico riferimento a quanto emerso nel corso di una mirata campagna indagini condotta *in situ* con l'esecuzione di n. 07 trincee geognostiche, spinte fino alla profondità massima di 3,0 m da p.c.

Gli scavi realizzati (cfr. All. 2 e 3 in calce al testo) hanno permesso di ricostruire la successione stratigrafica del primo sottosuolo confermando, coerentemente con quanto riportato in bibliografia, la presenza di sedimenti grossolani costituiti da ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa e limosa in percentuale variabile, presenti in giacitura naturale al di sotto di un decimetrico strato superficiale di terreno vegetale, come schematizzato nella tabella seguente.

UNITÀ	LITOLOGIA
Tv	TERRENO VEGETALE
GL	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE LIMOSA
GS	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE SABBIOSA E LIMOSA

Fig. 6. Particolari della parete di scavo di una delle trincee esplorative eseguite all'interno del lotto oggetto di studio (*sotto a sx*), del materiale riferibile all'unità "Gs" (*sotto a dx*) e di ciottoli e trovanti rinvenuti (*in basso a dx*).



Al di sotto di un sottile livello di terreno vegetale (unità "Tv") costituito da limo sabbioso con rari ciottoli eterogranulari e apparati radicali, il primo sottosuolo è quindi inizialmente costituito da un orizzonte pluridecimetrico in giacitura naturale (unità "GL"), granosostenuto ed a tessitura caotica, costituito da ghiaia con ciottoli eterogranulari in matrice prevalentemente limosa di color marrone, con locale presenza di apparati radicali nella parte più superficiale.

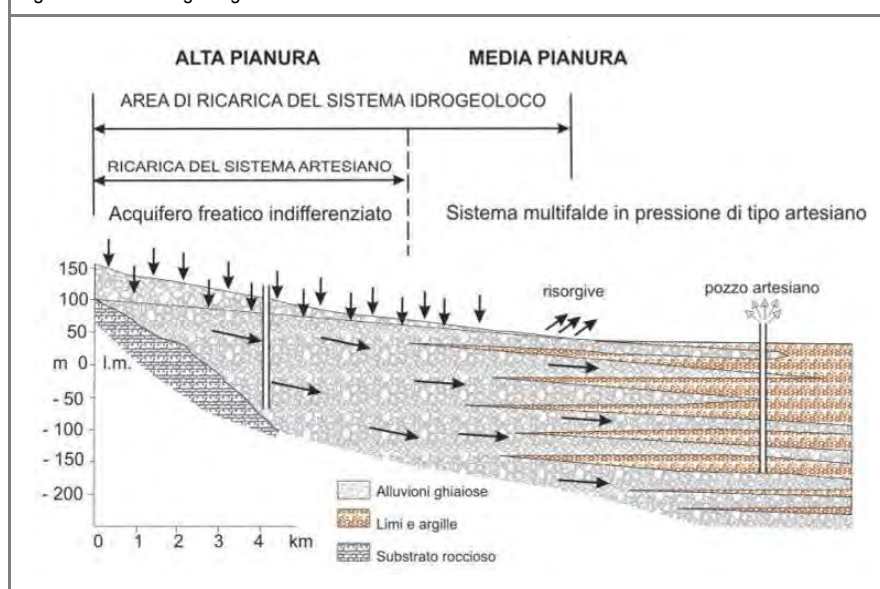
Per profondità maggiori si rinviene un deposito in giacitura naturale (unità "Gs"), granosostenuto e con evidenti strutture sedimentarie, costituito prevalentemente da ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso – limosa di colore nocciola. Gli elementi lapidei appaiono eterogranulari ($\phi_{medio} = 5 \text{ cm}$) con angoli levigati ed arrotondati; sono inoltre presenti numerosi trovanti di dimensioni decimetriche. Il deposito è dotato di discreto grado di addensamento, in leggera diminuzione con la profondità (a partire da 1,0 / 1,5 m ca. da p.c.) ove peraltro si nota anche un relativo aumento della matrice sabbiosa a scapito di quella limosa ed una maggiore presenza di ciottoli.

→ Premesso quanto sopra, in corrispondenza del sito di studio non sono riscontrabili significative evidenze geologiche o morfologiche che indicano situazioni di particolare criticità, né sussistono fenomeni di dissesto in atto o quiescenti. Il progetto non comporta significative modifiche alla morfologia che possano incidere sulla stabilità dei luoghi.

4.3 inquadramento idrogeologico e idrografico

La schematizzazione del territorio provinciale in tre distinti settori, già trattata in precedenza, viene di seguito riproposta anche da un punto di vista idrogeologico:

Fig. 7. Schema idrogeologico della Pianura Veronese.



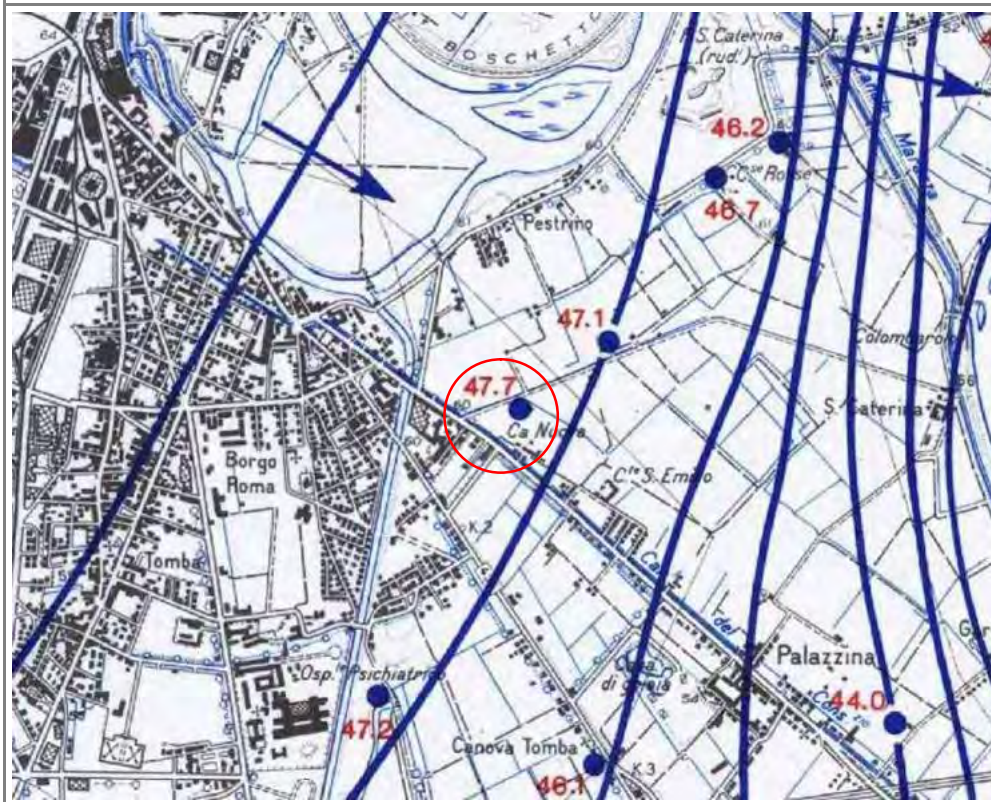
- I. SETTORE COLLINARE. La natura prevalentemente calcarea unitamente all'assetto strutturale ha favorito l'instaurarsi di un ben sviluppato carsismo. In tal senso, i fenomeni carsici e di fratturazione sono talmente numerosi ed importanti che la circolazione idrica superficiale è presente solo in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi.
- II. ALTA PIANURA. L'elevata permeabilità e l'omogeneità del sottosuolo permettono, in questo tratto di pianura, l'infiltrazione delle acque superficiali e fanno di questo territorio "area di ricarica" degli acquiferi. L'Alta pianura è infatti sede di un acquifero freatico indifferenziato con direzione di deflusso approssimativamente Nord Ovest – Sud Est.
- III. MEDIO - BASSA PIANURA. A partire dal limite inferiore della fascia dei fontanili, prende inizio il tipico ambiente di bassa pianura caratterizzato da terreni da fini a molto fini. Il sottosuolo, costituito da alternanze di orizzonti continui limo – argillosi e strati permeabili, è caratterizzato dalla sovrapposizione di *acquiclude* e di falde idriche in pressione.

I depositi ghiaioso - sabbiosi che costituiscono il sottosuolo dell'Alta Pianura, e pertanto anche l'area in cui ricade il sito di interesse progettuale, rappresentano un importante acquifero freatico, che ospita una falda di elevata potenzialità la cui tavola d'acqua si trova a profondità variabile dal piano campagna in ragione della topografia dei luoghi e del gradiente della falda stessa. In linea generale la profondità della falda diminuisce da Nord verso la porzione Sud - orientale della città con un deflusso sotterraneo disposto in direzione Nord Ovest – Sud Est.

In riferimento alla "*Carta idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige*" (v. estratto in Fig. 8 alla pagina seguente), si evince come la falda in periodo di morbida si attesti, in corrispondenza dell'area oggetto di studio, ad una quota compresa fra 47 e 48 m ca. s.l.m., come confermato anche dal livello della falda (47,7 m s.l.m.) misurato in un pozzo posto nelle immediate vicinanze del lotto in esame.

Considerando pertanto come il sito oggetto di intervento si trovi alla quota altimetrica media di 58 m ca. s.l.m., la falda freatica in periodo di morbida risulta porsi ad una profondità minima di 10 m da piano campagna.

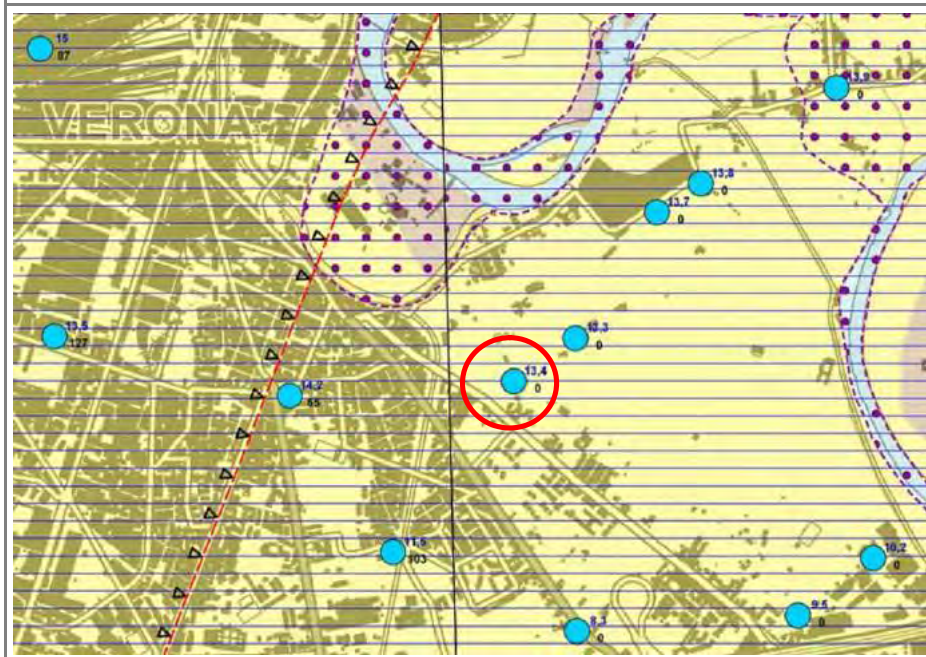
Fig. 8. Stralcio della “Carta idrogeologica dell’Alta Pianura dell’Adige” (Dal Prà e De Rossi, 1989). I numeri a fianco dei punti blu (pozzi) e delle linee blu (isofreatiche) indicano la quota sul livello del mare della superficie della falda, misurata nel 1986. In rosso l’ubicazione del sito oggetto di intervento.



Ciò detto, va debitamente sottolineato come, nel corso della già citata campagna indagini condotta *in situ*, all'apertura delle trincee esplorative non sia stata rilevata alcuna venuta d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo fino alla massima profondità raggiunta (3,0 m da p.c.); da segnalare tuttavia, come il materiale scavato si presenti localmente umido a partire da una profondità di 3,0 m ca. da piano campagna.

Dall'analisi dell'estratto dalla “Carta delle Particolarità Idrogeologiche” del P.T.P. della Provincia di Verona riporto in Fig. 9 alla pagina seguente, emerge inoltre come alcuni pozzi freatici e/o sondaggi ubicati nelle dirette vicinanze del lotto d'interesse evidenzino la presenza di un livello di falda posto a $13,3 \div 13,4$ m ca. di profondità da piano campagna. Sempre in relazione a quanto riportato nel già citato estratto cartografico, si osserva che l'ambito di pianura ove ricade l'area in esame è caratterizzato da una permeabilità primaria per porosità variabile in funzione del tipo di deposito e quindi in base alle caratteristiche granulometriche, tessiturali ed al grado di addensamento e/o cementazione dello stesso. Con riferimento al sito di progetto, la presenza di terreni prevalentemente granulari costituiti da ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa e limosa determina una permeabilità per porosità in genere elevata dei sedimenti più superficiali, da cui deriva un'elevata vulnerabilità dell'acquifero.

Fig. 9. Estratto dalla "Carta delle Particolarità Idrogeologiche" del P.T.P. della Provincia di Verona. In rosso l'ubicazione dell'area interessata dal P.U.A. in progetto.

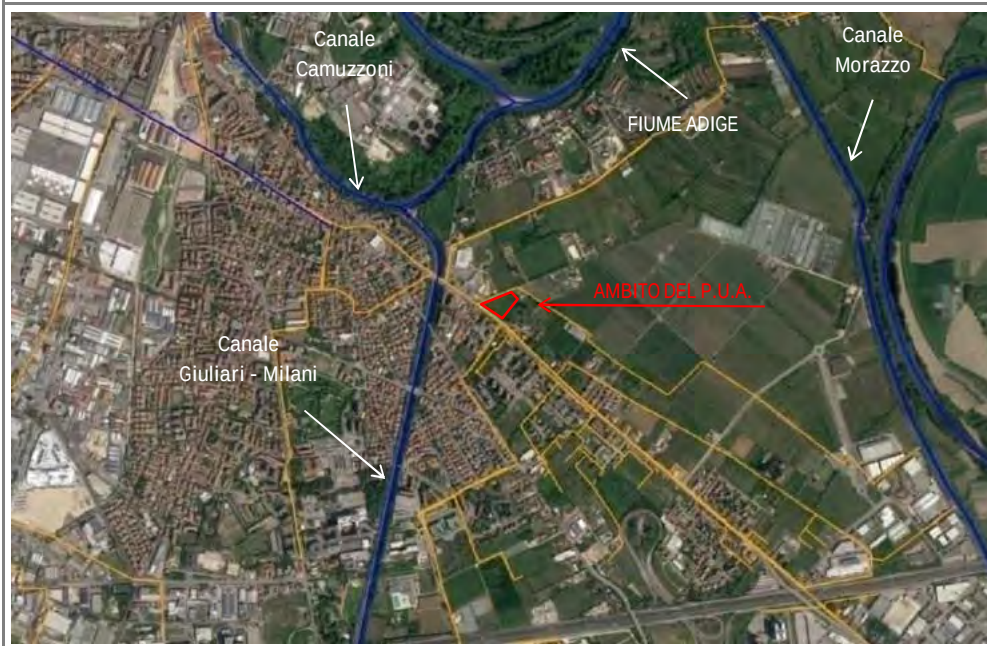


- Permeabilità generalmente alta per porosità.
- Permeabilità medio bassa per porosità.
- Ambiti di pianura ad elevata vulnerabilità idrogeologica.
- Ambiti fortemente soggetti a pericolo di esondazione.
- Pozzo freatico principale e/o sondaggio
(prof. falda (m)/prof. pozzo sondaggio (m)).

Per caratterizzare dal punto di vista della permeabilità i depositi superficiali dell'area di intervento è stata condotta una prova di permeabilità in pozzetto (cfr. Par. 5.1.2 e relativi allegati in calce al presente elaborato), dalla quale è emersa la presenza nel primo sottosuolo di terreni dotati di buona permeabilità (k nell'ordine di 10^{-3} m/s). Per un maggiore approfondimento relativamente alla tutela dell'acquifero si rimanda al Par. 4.6.

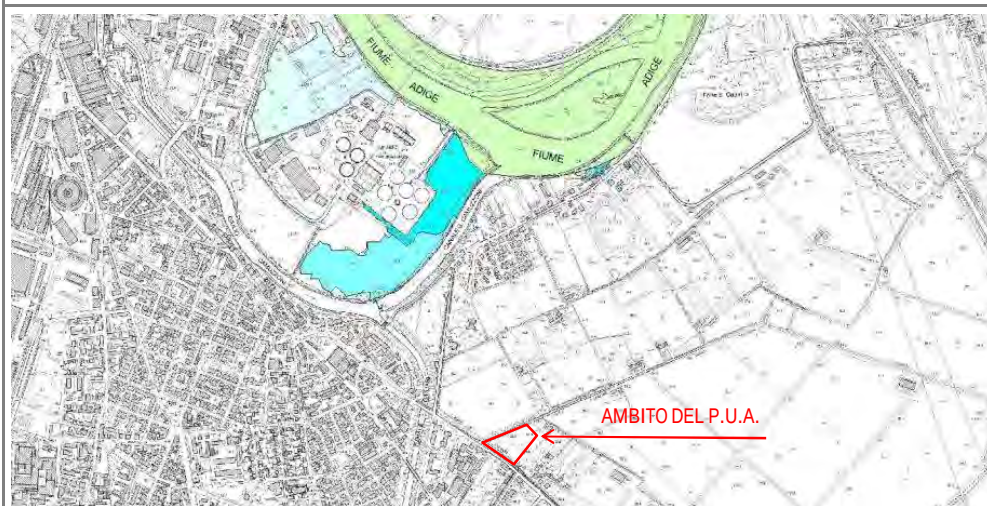
Dal punto di vista idrografico l'unico corso d'acqua naturale che scorre nelle vicinanze è il Fiume Adige la cui sponda destra dista circa 770 m in direzione Nord rispetto al lotto d'intervento (v. Fig. 10 alla pagina seguente). Di particolare rilevanza è il Canale Industriale Camuzzoni, che dista 530 m ca. in direzione Nord – Ovest rispetto al sito d'intervento; tale corso d'acqua, quasi completamente antropico, risulta regimato fra argini artificiali ad esclusione del tratto maggiormente vicino all'area di interesse progettuale, in cui riprende un'antica ansa del fiume Adige. Sempre in questo tratto, a partire dalla sponda destra del Canale Camuzzoni, si diparte il Canale Giuliani - Milani che, dalla diramazione disegna una curva e prosegue verso Sud con andamento rettilineo scorrendo ad una distanza di circa 180 metri dal limite Ovest del lotto di intervento. Sul territorio è inoltre presente una rete idrografica artificiale gestita dal Consorzio di Bonifica Veronese per l'irrigazione dei terreni agricoli, come lo sono i canali artificiali per lo più interrati che delimitano quasi l'intero perimetro del comparto del P.U.A.

Fig. 10. Immagine aerea del territorio ove ricade il sito oggetto di intervento (in rosso), con evidenziati i principali elementi idrografici (in blu) ed i canali irrigui della rete gestita dal Consorzio di Bonifica Veronese (in giallo).



Da un punto di vista “idrografico - amministrativo”, il sito oggetto di studio rientra nell'ambito territoriale dell'Autorità di Bacino del Fiume Adige e dall'analisi della cartografia allegata al P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico), non ricade fra le aree a pericolosità idraulica individuate, le quali risultano invece limitate alle porzioni limitrofe alla sponda del Fiume Adige poste più a Nord rispetto al sito di futura edificazione (v. figura seguente).

Fig. 11. Estratto dalla tavola “A.4.28/1 – perimetrazione delle aree a diverso grado di pericolosità idraulica” da P.A.I. dall'Autorità di Bacino del Fiume Adige. In rosso l'ubicazione dell'ambito del P.U.A. in esame.



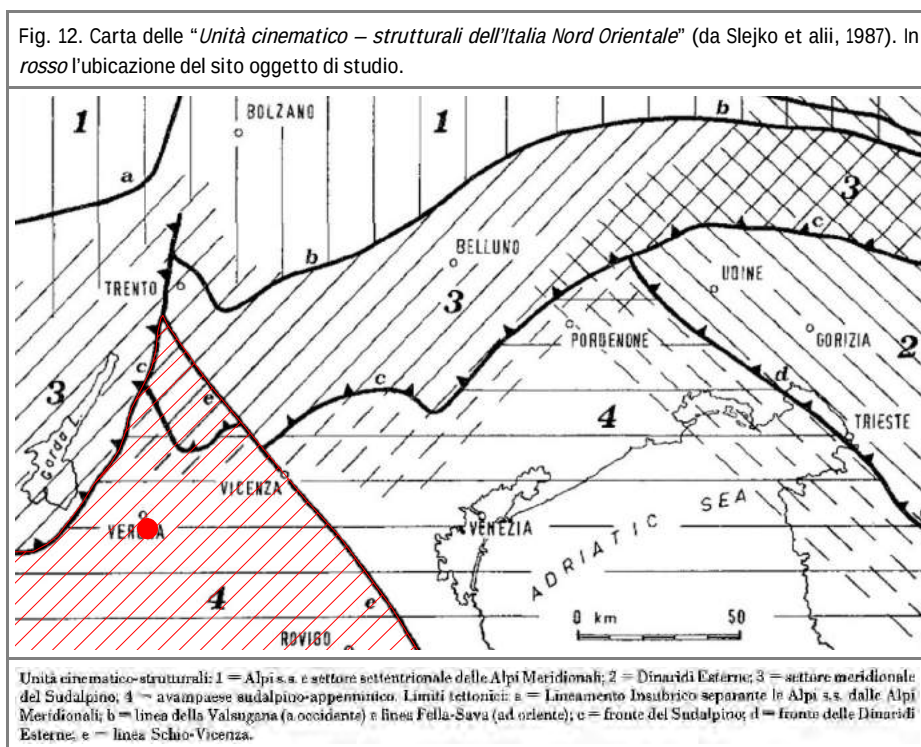
→ Per quanto riguarda l'aspetto idrografico – idrogeologico locale, in corrispondenza del lotto d'intervento non si segnalano criticità potenziali o in atto. Nel corso del sopralluogo effettuato non sono emerse situazioni caratterizzate da difficoltà di drenaggio superficiale e soggette a ristagno idrico; la prova di permeabilità eseguita nel corso della campagna indagini condotta *in situ* ha evidenziato la presenza di un primo sottosuolo costituito da depositi dotati di buona permeabilità.



4.4 inquadramento tettonico - strutturale

Sulla base della cinematica, della geodinamica e dell'evoluzione tettonica verificatesi nel Pleistocene medio - Olocene, l'Italia nord - orientale è suddivisibile in quattro unità cinematico - strutturali (Slejko et alii, 1987 - v. figura seguente):

- I. Alpi e settore settentrionale delle Alpi Meridionali (Unità 1);
- II. Dinaridi Esterne (Unità 2);
- III. Settore meridionale del Sudalpino (Unità 3);
- IV. Avampaese sudalpino - appenninico (Unità 4).

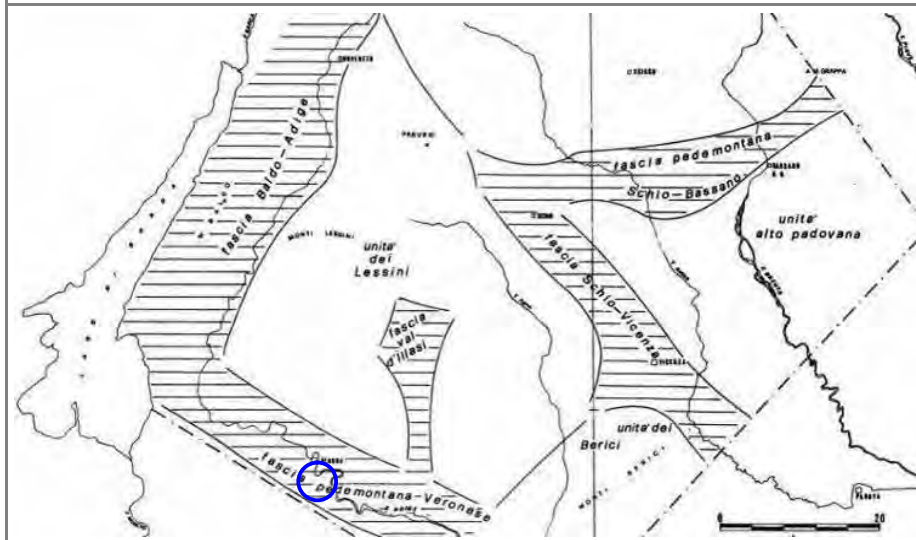


A tal riguardo il sito in esame ricade nell'*Avampaese sudalpino - appenninico*, più precisamente nel *settore lessineo meridionale*, una sorta di apofisi padana interposta nel Sudalpino e sovrascorsa ad occidente dai sistemi di embricazione dell'area Garda - Trento. L'area è delimitata ad Est dalla linea Schio - Vicenza che funge da svincolo trascorrente rispetto alle unità alloctone orientali; in corrispondenza di tale unità si raggiungono profondità ipocentrali superiori ai 20 km. L'area denuncia sollevamenti e deformazioni non accentuate con blando basculamento verso Sud. Risultano in attività le faglie dirette.

Con riferimento alla Fig. 13 di cui alla pagina seguente è inoltre possibile distinguere le principali unità strutturali e le fasce sismotettoniche della regione. Le unità strutturali sono caratterizzate da una propria omogeneità geologico - strutturale e presentano un'attività neotettonica prevalentemente di tipo areale con sismicità ridotta. Solo lungo le fasce sismotettoniche, che coincidono e comprendono i limiti fra le unità strutturali di cui sopra, l'attività è di tipo lineare con una certa frequenza di attività sismica. L'area in esame ricade nella *fascia pedemontana veronese*, al margine fra l'unità dei Lessini (a Nord) e l'area della pianura mantovano - veronese (a Sud).

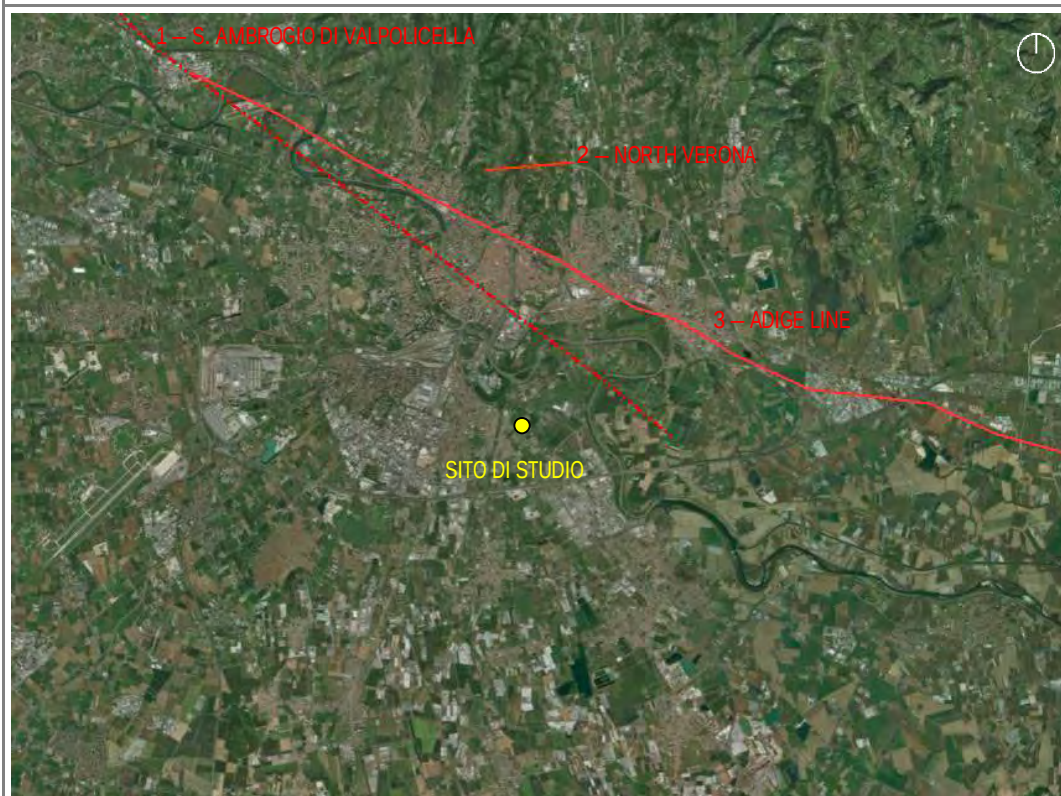


Fig. 13. Estratto dal "Modello sismotettonico dell'area fra il Lago di Garda e il Monte Grappa" (Panizza et alii., 1981). In *blu* l'ubicazione del sito oggetto di studio.



In termini di *neotettonica*, con riferimento al "Catalogo delle faglie capaci - ITHACA" redatto dall'ISPRA (v. figura seguente), nella porzione di territorio in cui ricade il sito oggetto di studio si riconoscono alcuni lineamenti tettonici identificabili come "faglie capaci", ossia strutture che hanno generato fagliazione superficiale negli ultimi 40.000 anni e ritenute, pertanto, potenzialmente in grado di creare nuove deformazioni in superficie.

Fig. 14. Mappa delle "faglie capaci" presenti nella porzione di territorio in esame (estratto dal "Catalogo delle faglie capaci - ITHACA"). In *giallo* l'ubicazione del sito di studio.





In particolare si segnalano:

1. Linea “*Sant’Ambrogio di Valpolicella*” (cod. 80201): faglia trascorrente destra recentemente definita, riferibile al Sistema Schio – Vicenza, si pone anch’essa al limite meridionale dei Lessini e presenta una direzione NO – SE, risulta ubicata ad una distanza di 1,9 km ca. a Nord Est rispetto al sito d’intervento.
 2. Linea “*North Verona*” (cod. 80100): faglia normale di lunghezza abbastanza contenuta (2 km ca.) posta ad una distanza di circa 5,5 km a Nord del sito oggetto di studio per la quale sono indicati segni di ultima attività in epoca Olocenica.
 3. “*Adige Line*” (cod. 71700): lineamento tettonico rilevante, di lunghezza pari a 35 km, orientato in senso NNO – ESE, collocato indicativamente lungo il margine settentrionale della *fascia pedemontana veronese* definita in precedenza, ad una distanza di 3,5 km ca. a Nord Est rispetto al sito d’intervento; risulta caratterizzato da attività anche in epoca storica (< 3.000 anni).
- Sebbene la porzione di territorio in esame sia, come visto, caratterizzata dalla presenza di alcune faglie capaci, pur rimandando al paragrafo seguente per l’analisi delle potenziali criticità di carattere geomorfologico e geologico in grado di esaltare gli effetti di un’onda sismica, nell’ottica di un’analisi “sito specifica” non si segnalano evidenze riconducibili a criticità di carattere tettonico – strutturale.

4.5 sismicità dell’area

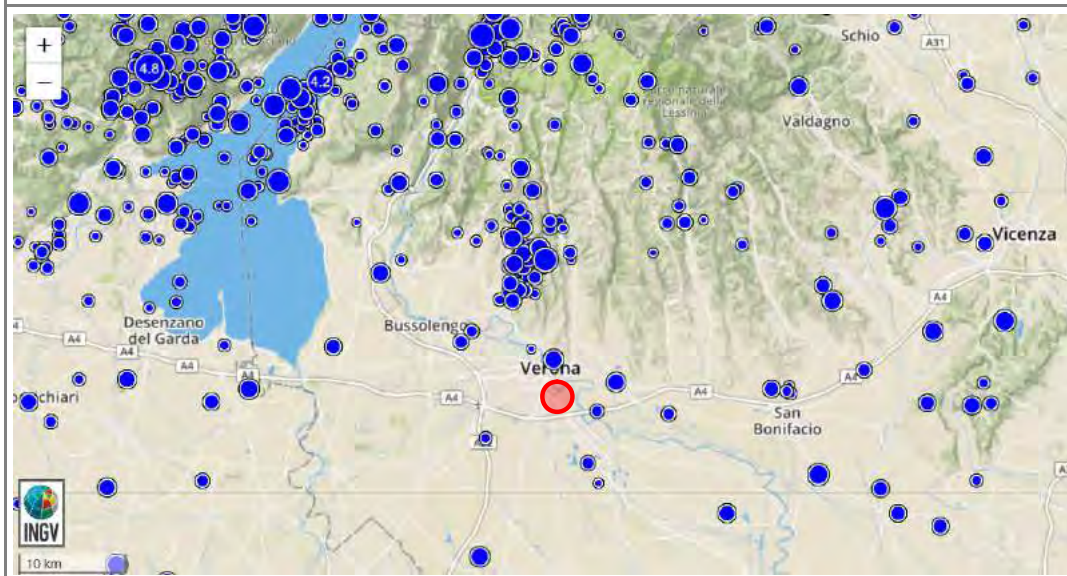
Con specifico riferimento alla classificazione sismica definita dall’O.P.C.M. 3274/03, il Comune di Verona rientra in zona 3. Per delineare la sismicità storica della porzione di territorio in cui ricade il sito oggetto di studio si è fatto specifico riferimento alle seguenti carte tematiche:

1. “*Catalogo dei Forti Terremoti d’Italia*” precedenti all’anno 1997 (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - I.N.G.V.): in corrispondenza della porzione di territorio in esame si riportano sismi storici con magnitudo equivalente fino a circa 6,8 (evento di Zevio del 1117);
2. portale dati del “Centro Nazionale Terremoti”, sismi registrati dal 1985 ad oggi (da <http://cnt.rm.ingv.it>): in corrispondenza della regione esaminata sono stati registrati sismi di magnitudo massima fino a 4,8 concentrati principalmente nella zona del medio - alto Garda, della Valle dell’Adige e tra i territori comunali di Negrar e Grezzana (v. Fig. 15 alla pagina seguente).

In caso di evento sismico, gli elementi morfologici e stratigrafici che possono produrre un’amplificazione dell’onda sismica sono essenzialmente legati a:

- presenza di faglie o fratture maggiori collegate alle faglie principali;
- instabilità dei pendii nei confronti dell’azione sismica;
- linee di cresta marcate o bruschi cambiamenti di pendenza;
- contatti geologici che mettono a contatto terreni a differente impedenza acustica;
- presenza sui versanti di coltri detritiche o di accumuli franosi (sia attivi che quiescenti);
- vicinanza a scarpate di grande altezza soggette a fenomeni di crollo e rotolamento;
- presenza di falda freatica a bassa profondità con sottosuolo costituito da terreni granulari soggetti a liquefazione (sabbie fini o limi sabbiosi poco addensati).

Fig. 15. Ubicazione e magnitudo dei maggiori sismi registrati dall'85 nel territorio di studio (fonte: *Italian Seismological Instrumental and Parametric Database - ISIDE*) rispetto al sito di studio (*in rosso*). Non sono rappresentati sismi con magnitudo < a 1.



→ Con riferimento all'elenco puntato di cui sopra, nell'ottica di un'analisi "sito specifica" è ragionevole ritenere che in caso di significativo evento tellurico, pur in assenza di significative criticità tettonico – strutturali sito specifiche, la presenza di faglie capaci possa costituire un potenziale elemento amplificatore dell'onda sismica.

4.6 analisi del piano di assetto territoriale (p.a.t.)

Con specifico riferimento alle tematiche di natura geologica ed idrogeologica connesse con la realizzazione del progetto in esame, l'analisi del Piano di Assetto Territoriale del Comune di Verona, delle tavole e delle Norme Tecniche di Attuazione, ha evidenziato quanto segue:

Fig. 16. Estratto dalla "Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale" (TAV. 1) del P.A.T. del Comune di Verona. In rosso l'ubicazione del sito di studio.



AREA DI RICARICA DEGLI ACQUIFERI (ART. 32)



AMBITO DI INTERESSE PAESAGGISTICO – AMBIENTALE (ART. 9)



Fig. 17. Estratto dalla “Carta delle Invarianti” (TAV. 2) del P.A.T. del Comune di Verona. In rosso l'ubicazione del sito di studio.

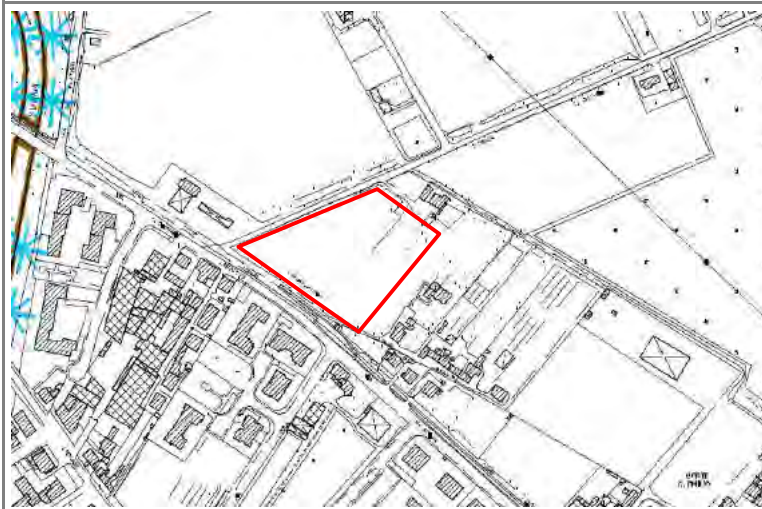


Fig. 18. Estratto dalla “Carta delle Fragilità” (TAV. 3) del P.A.T. del Comune di Verona. In rosso l'ubicazione del sito di studio.



Penalità ai fini edificatori (art. 37)



TERRENO OTTIMO

Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi (art. 38)



UNITÀ “A”: VULNERABILITÀ INTRINSECA ALTA

TAV.	NORMA / ANALISI
1	<i>Area a vincolo sismico</i> (art. 8): in merito all'appartenenza del sito ad un'area sottoposta a vincolo sismico si precisa che l'intero territorio del Comune di Verona risulta classificato come zona sismica 3. Nell'ottica di un'analisi “sito specifica” è ragionevole ritenere che in caso di significativo evento tellurico, pur in assenza di significative criticità tettonico – strutturali sito specifiche, la presenza di alcune faglie capaci in corrispondenza della porzione di territorio in cui ricade il sito di studio possa costituire un potenziale elemento amplificatore dell'onda sismica.

- continua -



- segue -

1	<i>Risorse idropotabili – fasce di rispetto</i> (art. 23) e <i>Area di ricarica degli acquiferi</i> (art. 32): l'appartenenza del sito a tali ambiti comporta la prevenzione nei riguardi della falda freatica, il rispetto di quanto previsto dall'art. 21 del D.Lgs. 152/2006 e dal Piano regionale di Tutela delle Acque (P.T.A.). Oltre a non rientrare tra gli interventi espressamente vietati, alla luce della profondità della falda rispetto al piano campagna, si ritiene di escludere qualsiasi tipo di interferenza delle opere in progetto con il quadro idrogeologico locale.
2	In corrispondenza del sito in esame non sono presenti invarianti geologiche, geomorfologiche o idrogeologiche, né ambiti territoriali caratterizzati da evidenze ed unicità geologiche.
3	<i>Penalità ai fini edificatori</i> (art. 37) – <i>Terreno ottimo</i> : all'interno di tale ambito non vi è alcun limite all'edificabilità. <i>Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi (art. 38) – unità "A" vulnerabilità intrinseca alta</i> : in tale ambito è necessario verificare la compatibilità di qualsiasi intervento urbanistico ed edilizio con il grado di vulnerabilità dell'acquifero; tutti gli interventi, inoltre, devono rispettare le previsioni del Piano regionale di Tutela delle Acque (P.T.A.) adottato con D.G.R.V. n. 4453 del 29 Dicembre 2004 e successivamente approvato con D.G.R.V. n. 107 del 5 Novembre 2009. In tal senso si sottolinea come il progetto in esame non preveda alcuno smaltimento su suolo di acque reflue, pertanto non si andrà ad incidere sul chimismo e la qualità delle acque sotterranee.

→ Pur rimandando alle pagine successive per un'esaustiva trattazione delle tematiche più strettamente geotecniche, sulla base delle indicazioni fornite dal P.A.T. del Comune di Verona, si ritiene non esistano vincoli o limitazioni di carattere geologico, idrogeologico e geotecnico in relazione alla fattibilità degli interventi in progetto.

5 RELAZIONE GEOTECNICA

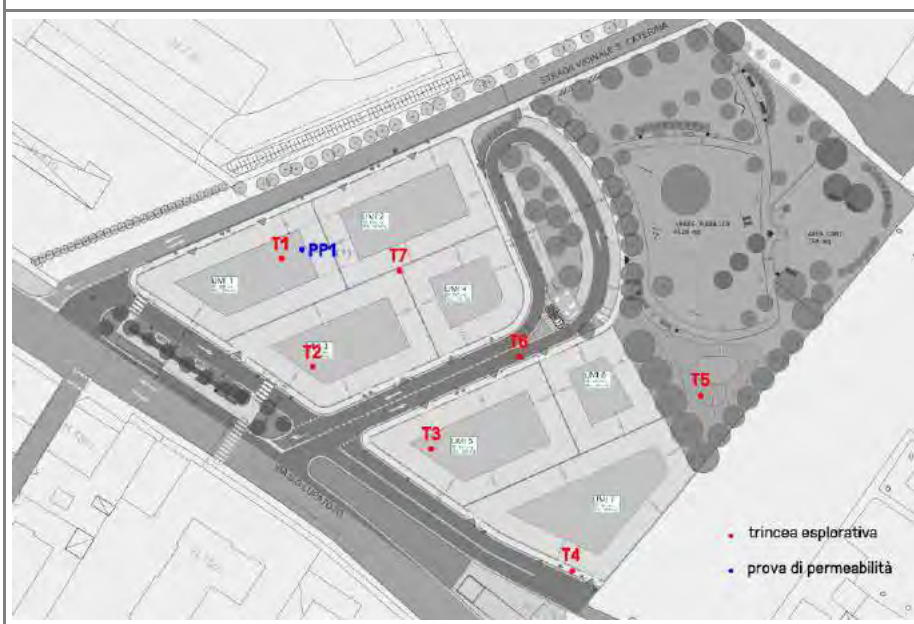
5.1 campagna indagini

Per la ricostruzione del modello geologico - geotecnico di dettaglio e la caratterizzazione dal punto di vista della permeabilità di depositi che costituiscono il primo sottosuolo dell'area di studio si è fatto specificatamente riferimento a quanto emerso a seguito di una mirata campagna indagini condotta *in situ* attraverso l'esecuzione di:

- n. 7 scavi esplorativi ("T1 ÷ T7") spinti fino alla profondità di 3,0 m ca. da piano campagna;
- n. 1 prova di permeabilità in pozzetto ("PP1").

Le indagini sono state realizzate all'interno del lotto di terreno interessato dal Piano Urbanistico Attuativo, così come illustrato nella planimetria riportata in All. 2 e nella figura seguente.

Fig. 19. Ubicazione degli scavi esplorativi ("T1 ÷ T7") e della prova di permeabilità ("PP1") condotti all'interno del lotto di terreno di progetto.



5.1.1 scavi esplorativi

Si tratta di un'indagine geognostica diretta eseguita con escavatore meccanico che consente di valutare ed analizzare in modo visivo le caratteristiche stratigrafiche del suolo indagato oltre che valutare l'eventuale presenza del livello di falda e la sua interazione con le pareti di scavo. Nello specifico, gli scavi esplorativi effettuati hanno permesso di:

- ✓ prendere visione diretta della stratigrafia superficiale dell'area;
- ✓ accertare la presenza di materiale di riporto e/o rimaneggiato;
- ✓ fornire una parametrizzazione geotecnica dei materiali rinvenuti;
- ✓ valutare il comportamento dei terreni in funzione della stabilità degli scavi;
- ✓ verificare la presenza della falda o di eventuali venute d'acqua.



Pur rimandando all'All. 3 per una dettagliata descrizione dei caratteri peculiari dei saggi effettuati, vengono proposte di seguito alcune tabelle riepilogative. L'osservazione degli scavi ha permesso di individuare le seguenti unità litostratigrafiche:

UNITÀ	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA
Tv	TERRENO VEGETALE costituito da limo sabbioso di colore bruno, ricco di resti vegetali e con rari ciottoli eterogranulari.
GL	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE LIMOSA di colore bruno. Deposito a tessitura granosostenuta, privo di strutture sedimentarie evidenti, con ciottoli poligenici ed eterogranulari in numero crescente con la profondità; locale presenza di apparati radicali nella porzione più superficiale. Si presenta debolmente umido, da poco a mediamente addensato.
Gs	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE SABBIOSA E LIMOSA di colore nocciola. Deposito granosostenuto, con evidenti strutture sedimentarie e locali tracce di calcificazione di neoformazione sui ciottoli. Scheletro grossolano poligenico ed eterogranulare, costituito da ghiaia e ciottoli ($\phi_{\text{medio}} \approx 3 \div 10$ cm) in proporzioni reciproche variabili, nell'insieme dotato di medio grado di sfericità e spigoli ben arrotondati; frequenti i trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, da mediamente a debolmente addensato; a tal riguardo si segnala, a partire dalla profondità di 1,0 / 1,5 m ca. da p.c., la tendenza del materiale a formare "scavernamenti" lungo le pareti di scavo.

Nella tabella seguente è possibile osservare, per ciascuna delle trincee esplorative eseguite, la profondità massima raggiunta in fase di scavo e per le unità litologiche individuate, i limiti superiore e inferiore (le profondità sono espresse in metri rispetto al piano campagna attuale):

TRINCEA	PROF. MAX	"Tv"	"GL"	"Gs"	PRESENZA FALDA
T1	2,9	0,0 ÷ 0,2	0,2 ÷ 0,4	0,4 ÷ 2,9	no
T2	2,8	0,0 ÷ 0,2	0,2 ÷ 0,7	0,7 ÷ 2,8	no
T3	2,8	0,0 ÷ 0,2	0,2 ÷ 0,9	0,9 ÷ 2,8	no
T4	2,8	0,0 ÷ 0,2	0,2 ÷ 0,4	0,4 ÷ 2,8	no
T5	2,8	0,0 ÷ 0,1	0,1 ÷ 0,7	0,7 ÷ 2,8	no
T6	3,0	0,0 ÷ 0,2	0,2 ÷ 0,8	0,8 ÷ 3,0	no
T7	2,9	0,0 ÷ 0,1	0,1 ÷ 0,6	0,6 ÷ 2,9	no

Alla luce di quanto emerso in fase di scavo è inoltre possibile evidenziare quanto segue:

- ✓ al di sotto della copertura superficiale costituita da terreno (unità "Tv") di natura limo sabbiosa con sparsi ciottoli eterogranulari si rinviene un orizzonte pluridecimetrico in giacitura naturale (unità "GL"), a tessitura granosostenuta, costituito da ghiaia con ciottoli eterogranulari in matrice prevalentemente limosa di color marrone, con locale presenza di apparati radicali nella parte più superficiale;

- continua -



- segue -

- ✓ per profondità maggiori (e fino alla massima profondità indagata), si rinviene un deposito in giacitura naturale (unità "Gs"), a tessitura granosostenuta, costituito prevalentemente da ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso – limosa di colore nocciola;
- ✓ in fase di scavo, a partire da una profondità di 1,0 / 1,5 m ca. da p.c. il materiale ha mostrato una tendenza a "scavernare" lungo le pareti di scavo, questo per una maggiore presenza di ciottoli e la contestuale diminuzione della componente limosa all'interno della matrice;
- ✓ non è stata rilevata alcuna presenza di acqua né dalle pareti laterali né da fondo scavo fino alla massima profondità raggiunta (3,00 m da p.c.); da segnalare tuttavia, come il materiale scavato si presenti localmente umido a partire da una profondità di 3,0 m ca. da piano campagna.

5.1.2 prova di permeabilità in pozzetto

Come già in precedenza detto, con la finalità di verificare le caratteristiche di permeabilità dei terreni costituenti il primo sottosuolo, durante la campagna indagini è stata effettuata una prova di permeabilità del tipo "a carico variabile" in pozzetto (v. All. 4) predisposto secondo quanto indicato dalle Norme A.G.I. (*"Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche"*). Tale tipologia di prova fornisce una valutazione della permeabilità dei terreni superficiali al di sopra del livello di falda.

Dopo aver realizzato uno scavo esplorativo e predisposto un pozzetto ("PP1") con base regolare e pareti sub verticali ed aver preventivamente saturato i terreni, si è provveduto a riempire lo scavo d'acqua misurandone successivamente la velocità di svuotamento. Nella tabella seguente vengono schematicamente riportati i dati stratigrafici e geometrici del pozzetto:

PROVA	PROFONDITÀ (m)	UNITÀ	LITOLOGIA	MISURE POZZETTO (L x A x H) m
PP1	1,25	Gs	ghiaia in matrice sabbiosa e limosa	1,50 x 1,20 x 1,25

Il coefficiente k (m/s) di permeabilità è stato calcolato applicando la formula suggerita dall'A.G.I. relativamente a pozzetti a base quadrata, utilizzando come valore "b" il lato della sezione quadrata equivalente a quella di scavo:

$$k = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1 + \left(\frac{2h_m}{b}\right)}{\frac{27h_m}{b} + 3}$$

dove:

$h_m = (L + A)/2$, altezza media dell'acqua nella trincea ($h_m > \frac{1}{4}b$) (m)
 $b = (L \times A)^{1/2}$, lato della sezione quadrata equivalente di scavo (m)
 $t_2 - t_1$ = intervallo di tempo (s)
 $h_2 - h_1$ = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo $t_2 - t_1$

Pur rimandando all'All. 4 per una dettagliata descrizione della prova di permeabilità e dei relativi calcoli numerici, dal dato emerso si evince come i terreni granulari costituenti l'unità "Gs" siano dotati di buona trasmissività e buona capacità drenante, alla luce di un valore di permeabilità (k) nell'ordine di 10^{-3} m/s.



PROVA	UNITÀ	K (m/sec)	PERMEABILITÀ	DRENAGGIO
PP1	Gs	$1,09 \times 10^{-3}$	buona	buono

"k" dipende prevalentemente dalle caratteristiche del terreno (composizione granulometrica, forma dei grani, addensamento) ed il suo valore viene espresso generalmente in m/s o cm/s.

I materiali ascrivibili all'unità "Gs" sono quindi caratterizzati da buoni valori di permeabilità e da una buona capacità drenante. Va debitamente sottolineato come le variazioni composizionali del terreno, seppur minime, possano comportare una lieve diversità nei valori sopra riportati, da ritenersi quindi in tal senso indicativi.

5.2 caratterizzazione geotecnica dell'area

Alla luce dei dati raccolti in fase d'indagine e sulla base dell'esperienza maturata dallo scrivente in numerosi lavori svolti nel medesimo contesto geologico, si fornisce di seguito una parametrizzazione (caratteristica e cautelativa) geotecnica dei terreni costituenti il primo sottosuolo dell'area in oggetto:

LITOLOGIA	PROF. (m da p.c.)	UNITÀ	COMPORTAM.	γ_{nat} (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)
LIMO SABBIOSO	0,0 ÷ 0,2*	Tv	misto	18	-	-
GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE LIMOSA	0,2 ÷ 0,9*	GL	granulare	19,0 ÷ 19,5	32 ÷ 34	5 ÷ 10
GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE SABBIOSO - LIMOSA	>0,9	Gs	granulare	19,5 ÷ 20,0	32 ÷ 36	0 ÷ 10

*: profondità massima rilevata in fase d'indagine. Lo spessore di tali unità risulta in realtà variabile.

N.B.: γ_{nat} peso di volume naturale, ϕ' angolo di resistenza al taglio, c' coesione

Con riferimento alla tabella di cui sopra si sottolinea che:

- ✓ nel complesso i depositi rinvenuti mostrano un comportamento di tipo granulare data la netta prevalenza di terreni grossolani di natura ghiaiosa e ciottolosa;
 - ✓ l'unità "GL" risulta da poco a mediamente addensata e possiede nell'insieme discrete caratteristiche geotecniche in termini di resistenza al taglio;
 - ✓ l'unità "Gs" è nello specifico caratterizzata da un grado di addensamento medio e possiede buone caratteristiche geotecniche in termini di resistenza al taglio e di bassa deformabilità;
 - ✓ l'intervento progettuale non interferirà con la falda e con la circolazione idrica sotterranea; in tal senso nel corso della campagna indagini non è stata riscontrata la presenza di venute d'acqua fino alla massima profondità indagata di 3,00 m da piano campagna;
 - ✓ in riferimento alla prova di permeabilità effettuata all'interno dell'area del P.U.A., il livello di drenaggio dei terreni superficiali risulta buono con valori di coefficiente di permeabilità nell'ordine di $10^{-3} \div 10^{-4}$ m/s.
- Pur rimanendo valide le considerazioni effettuate e sebbene sia nota l'affidabilità del modello geologico – geotecnico locale, alla luce della notevole estensione dell'area di futuro intervento, in corso d'opera sarà comunque necessario verificare puntualmente la situazione locale.



5.3 caratterizzazione sismica del sito progettuale

In riferimento alla classificazione sismica definita dall'O.P.C.M. 3274/03 il Comune di Verona ricade in zona 3. La recente normativa definisce la *pericolosità sismica di base* del sito di costruzione in termini di accelerazione massima orizzontale attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido ($V_s > 800$ m/s) con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di superamento (P_{VR}), in funzione del periodo di riferimento V_R . Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 (e confermato dal D.M. 17/01/2018) la stima di tale parametro viene definita mediante un approccio "*sito dipendente*" e non più tramite un criterio "*zona dipendente*". Infatti, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. del 14/01/2008, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, questo sarà sempre compreso tra quattro punti della griglia di accelerazioni ("*reticolo di riferimento*") tramite media pesata, utilizzando la formula:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

p	valore del parametro di interesse nel punto in esame;
p_i	valore del parametro di interesse nell' i esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
d_i	distanza del punto in esame dall' i esimo punto della maglia suddetta.

Si otterranno così i seguenti parametri spettrali:

a_g accelerazione orizzontale massima;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Considerato l'effetto topografico sulla risposta sismica locale, alla luce dell'orografia del territorio il coefficiente di amplificazione topografica si ritiene pari a $S_T = 1,00$ (categoria topografica T1: superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la normativa definisce varie categorie di "sottosuolo di fondazione" secondo cui il sottosuolo locale viene classificato sulla base delle specifiche caratteristiche geotecniche. Queste categorie, correlate alla specifica accelerazione orizzontale su suolo di categoria A (a_g) definiscono le azioni sismiche di progetto.

Sebbene in assenza di indagini geofisiche sito – specifiche eseguite all'interno del lotto di futura edificazione, alla luce del contesto geologico entro cui s'inserisce l'area di studio è ragionevole ritenere che il sito in esame possa essere inserito nella Categoria di Sottosuolo di fondazione "B" così definita: "*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s*".

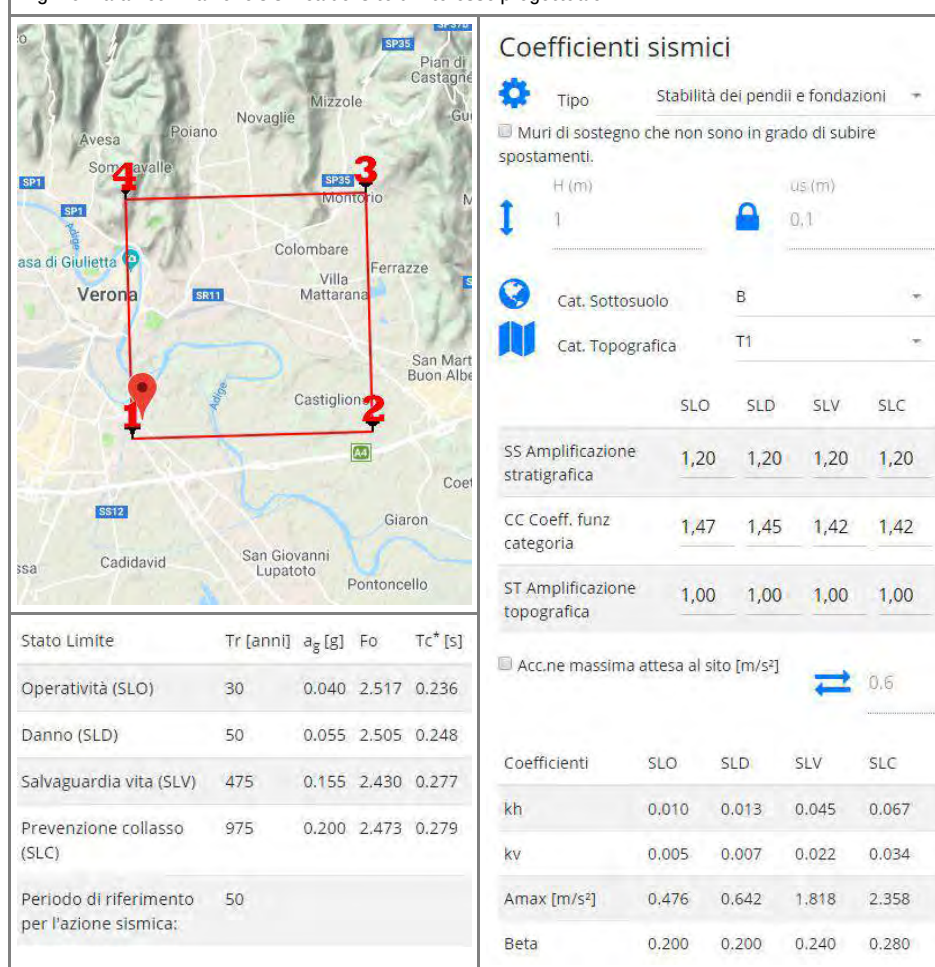
Nel presente caso di studio i parametri spettrali caratteristici sono stati valutati considerando, cautelativamente, una classe d'uso II (*costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali*) ed una vita nominale $V_N \geq 50$ anni. In tali ipotesi il coefficiente d'uso $C_U = 1,00$ da cui deriva un periodo di riferimento $V_R = 50$ anni.



In riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV), [definito come condizione in cui “a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali”], considerando una probabilità di superamento P_{VR} del 10% nel periodo di riferimento $V_R = 50$ anni cui corrisponde un tempo di ritorno di 475 anni, sono stati calcolati i seguenti parametri di progetto (v. Fig. 20):

PARAMETRO SISMICO	VALORI
Accelerazione orizzontale massima a_g [g]	0,155
Valore max. fatt. di amplificazione F_0	2,430
Periodo inizio tratto vel. cost. spettro $T^* [s]$	0,277
Coeff. azione sismica orizzontale K_h	0,045
Coeff. azione sismica verticale K_v	0,022

Fig. 20. Parametrizzazione sismica del sito d'interesse progettuale.





6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Alla luce di quanto riportato nelle pagine precedenti si possono esporre le seguenti considerazioni riassuntive e conclusive:

Il rilievo dei luoghi e le indagini condotte non hanno evidenziato alcun elemento di criticità, in atto o quiescente, di natura geomorfologica, geologica, idrogeologica o geotecnica.

Le indagini svolte *in situ* hanno permesso di ricostruire l'assetto litostratigrafico locale, caratterizzato, al di sotto di un sottile livello di terreno vegetale di natura prevalentemente limo sabbiosa (unità "Tv"), da sedimenti prevalentemente grossolani in giacitura naturale, dove un deposito pluridecimetrico di ghiaia ciottolosa in matrice prevalentemente limosa (unità "Gl"), da poco a mediamente addensato e dotato di discrete caratteristiche geotecniche, sottende un deposito costituito da ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa e limosa (unità "Gs"), dotato di medio grado di addensamento e buone caratteristiche geotecniche.

Alla luce del contesto idrogeologico e della tipologia di intervento, si ritiene che le opere in progetto non andranno ad interferire con la falda e con il naturale deflusso delle acque sotterranee. La profondità della falda freatica in periodo di morbida si colloca infatti ad una profondità minima superiore a 10,0 m da p.c. attuale. Nel corso del sopralluogo effettuato non sono inoltre emerse situazioni caratterizzate da difficoltà di drenaggio superficiale e soggette a ristagno idrico.

Il livello di drenaggio del terreno superficiale, così come emerso dalla prova di permeabilità eseguita *in situ*, è da ritenersi buono con valori del coefficiente di permeabilità nell'ordine di $10^{-3} \div 10^{-4}$ m/s.

Nell'ottica di un'analisi "sito specifica" è ragionevole ritenere che in caso di significativo evento tellurico, pur in assenza di significative criticità tettonico – strutturali sito specifiche, la presenza di alcune faglie capaci in corrispondenza della porzione di territorio in cui ricade il sito di studio, possa costituire un potenziale elemento amplificatore dell'onda sismica.

Con specifico riferimento al Piano di Assetto del Territorio del Comune di Verona non esiste alcun vincolo o limitazione di carattere geologico e/o idrogeologico che possano in qualche modo precludere la realizzazione dell'intervento in progetto.

Pur in assenza di indagini geofisiche sito – specifiche, alla luce del contesto geologico entro cui s'inserisce l'area di studio è possibile inserire il sito di progetto nella categoria di sottosuolo di fondazione "B". Coefficiente topografico: $S_T = 1,00$. Ai fini della caratterizzazione sismica, sono stati calcolati i seguenti parametri con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV): $a_g [g] = 0,155$ $F_0 = 2,430$ e $T_c [s] = 0,277$.

Il sedime di fondazione delle future opere sarà ragionevolmente costituito da materiale in giacitura naturale e riferibile all'unità "Gs" costituita da un deposito di natura ghiaiosa in matrice sabbiosa e limosa a comportamento marcatamente granulare, dotato di buone caratteristiche geotecniche in termini di resistenza al taglio e di bassa deformabilità.

Alla luce delle caratteristiche geotecniche dei terreni che andranno a costituire il sottofondo della viabilità interna di accesso ai lotti si suggerisce l'asportazione del solo terreno vegetale (unità "Tv") presente in superficie con successiva messa in opera di un sottofondo di adeguate caratteristiche di portanza, idoneo a costituire il piano di posa dei rilevati stradali.



Come già in precedenza detto, pur rimanendo valide le considerazioni effettuate, alla luce dell'estensione del lotto progettuale, in corso d'opera andrà comunque puntualmente verificata la situazione locale. Ciò permetterà di confermare o meno la concordanza con le informazioni raccolte nella presente fase di studio.

Per concludere si fa presente che tale indagine è stata finalizzata esclusivamente alla realizzazione delle sole opere di urbanizzazione del Piano Urbanistico in oggetto: pertanto, prima della progettazione delle singole opere dovranno essere presentate, ai sensi del D.M. 17.01.2018, le opportune relazioni geologiche e geotecniche in chiave "sito specifica". Sulla base della parametrizzazione geotecnica dei terreni ed in funzione delle scelte progettuali, si potrà valutare il sistema fondazionale più appropriato per gli edifici stessi e fornire indicazioni sulla capacità portante e sulla stabilità degli scavi.

Fatto salvo quanto fin qui considerato, a norma del D.M. 17.01.2018 non si ravvisano impedimenti di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico alla fattibilità degli interventi in progetto.

Verona, 21 agosto 2019

Dott. Geol. Alberto Cò





BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

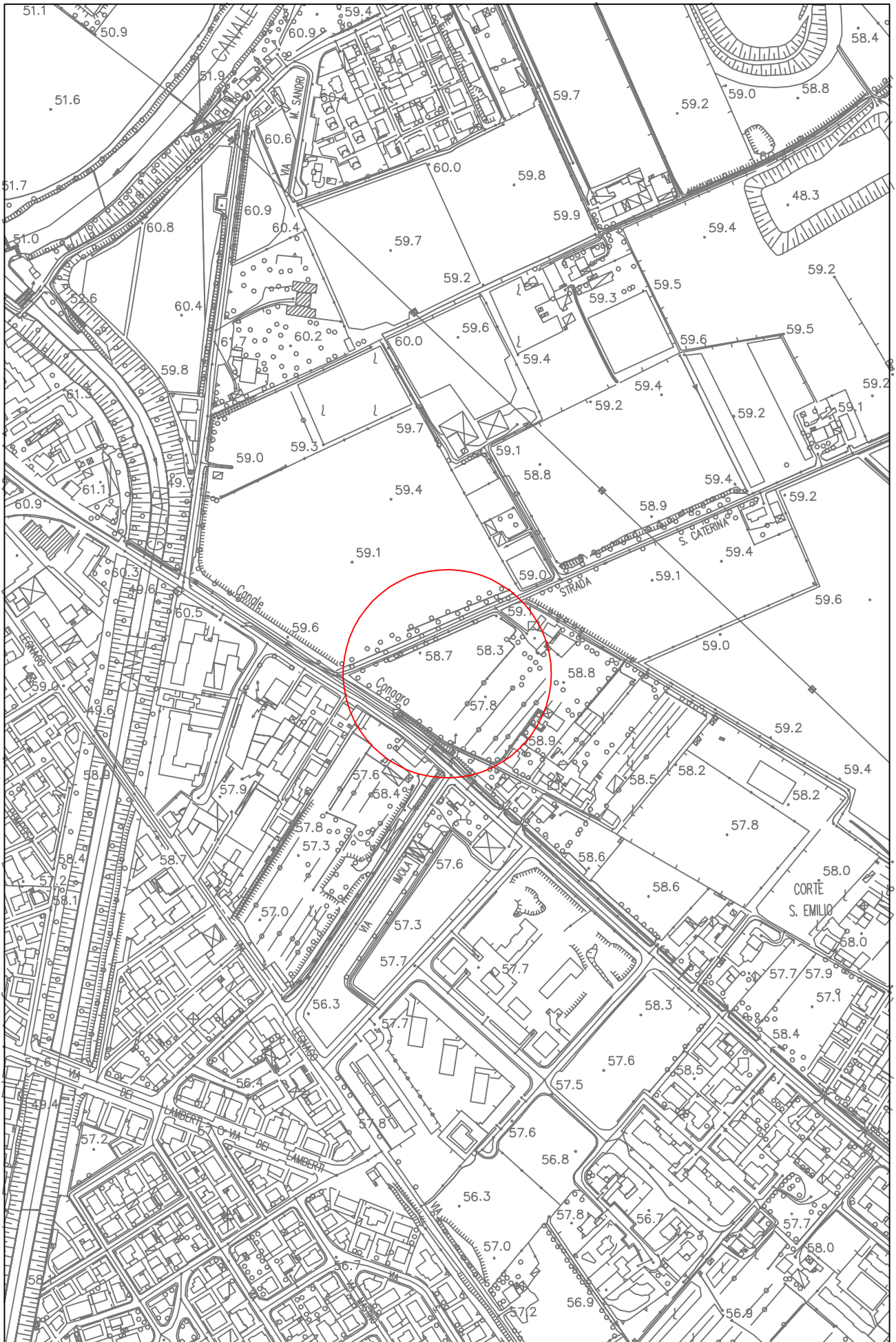
La stesura del presente documento è stata eseguita facendo riferimento ai seguenti testi e documenti:

ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica (2005)
AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME ADIGE Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)
BOWLES J.E. Fondazioni. Progetto e analisi – Mc Graw Hill (1991)
CASTALDINI D. & PANIZZA M. Inventario delle faglie attive tra i fiumi Po e Piave ed il lago di Como (1991)
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA IN SCALA 1:100.000 Foglio n°49 "Verona"
COMUNE DI VERONA Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.)
DAL PRÀ A. - DE ROSSI P. Carta idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige (1989)
DE ZANCHE V. E SORBINI L. Geologia del territorio del Comune di Verona (1977)
I.N.G.V. - ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA Catalogo dei Forti Terremoti d'Italia
I.S.P.R.A. - ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE Catalogo delle Faglie capaci (ITHACA)
LANCELLOTTA R. Geotecnica – Zanichelli (1987)
PANIZZA M. ET ALII Modello sismotettonico dell'area fra il Lago di Garda e il Monte Grappa (1981)
PROVINCIA DI VERONA Piano Territoriale Provinciale (P.T.P.)
SLEJKO D. ET ALII Modello Sismotettonico dell'Italia Nord Orientale – Trieste (1987)
TANZINI M. L'indagine geotecnica. Dario Flaccovio Editore (2002)



ALLEGATO 1

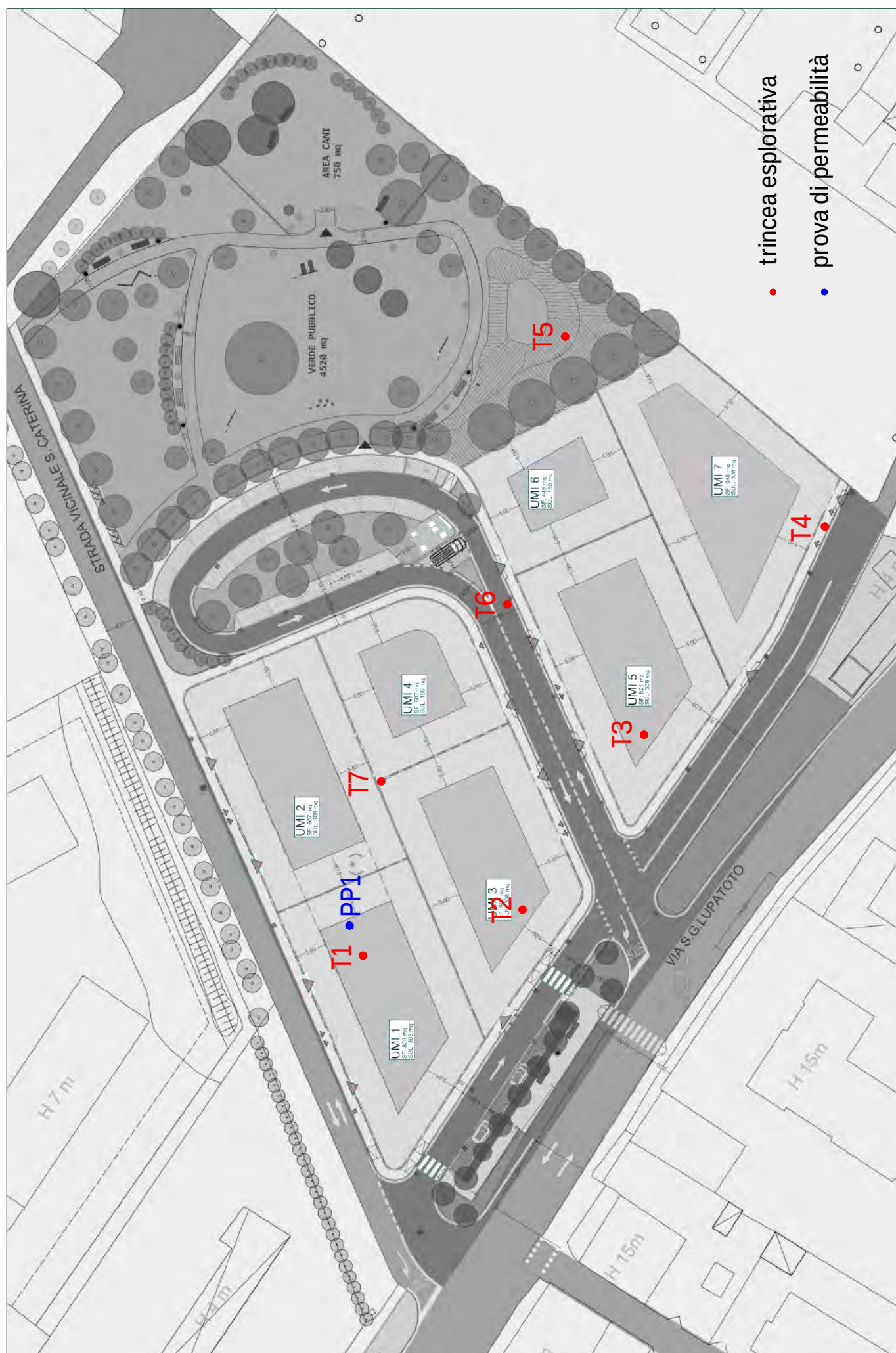
COROGRAFIA IN SCALA 1:5.000





ALLEGATO 2

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI





ALLEGATO 3

DOCUMENTAZIONE SCAVI ESPLORATIVI



trincea	<u>T1</u>
luogo	Via S.Giovanni Lupatoto - Str. S.Caterina (Verona)
data	martedì 17 ottobre 2017
profondità	2,9 m da p.c.

denominazione*ubicazione**posizione*



Particolare della trincea "T1" (sopra a sx), dei cumuli di materiale riferibili all'unità "GL" (in alto a dx) ed all'unità "Gs" (sopra a dx).

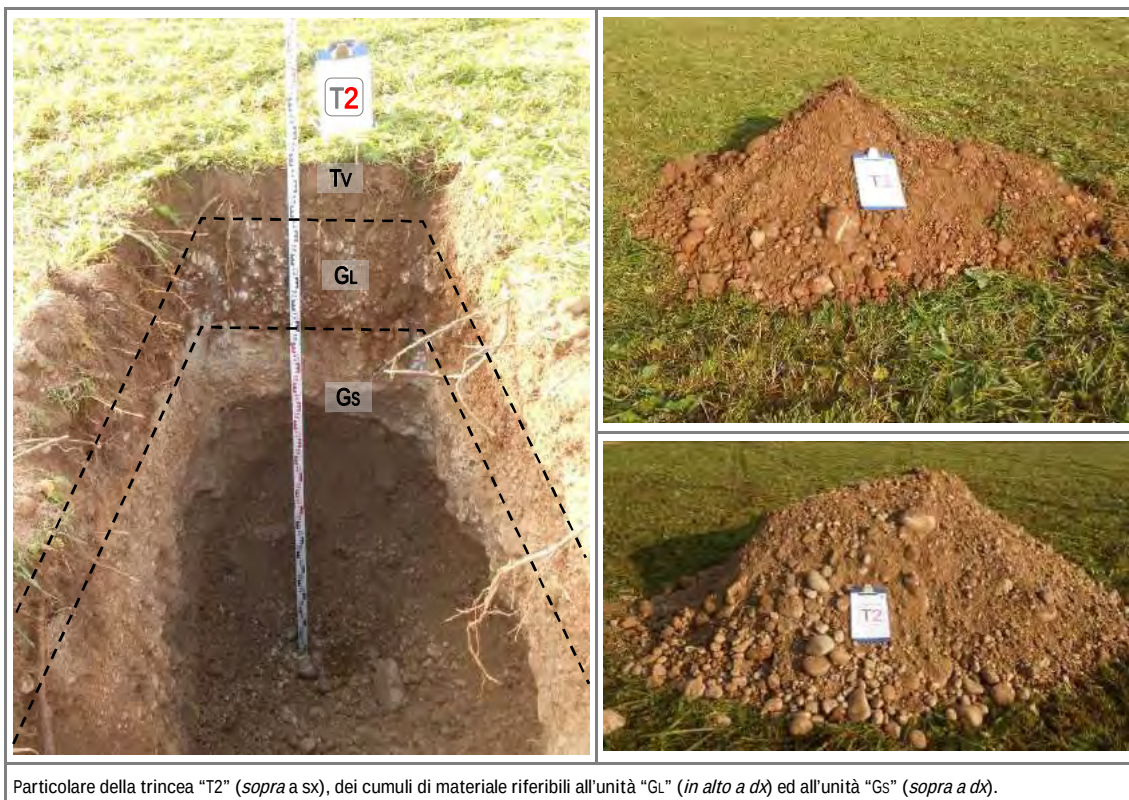
descrizione

prof. da p.c. (m)	stratigrafia	unità
0,0 ÷ 0,2	TERRENO VEGETALE costituito da limo sabbioso di colore bruno, ricco di resti vegetali e con rari ciottoli eterogranulari.	Tv
0,2 ÷ 0,4	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE LIMOSA di colore bruno. Deposito granosostenuto, privo di strutture sedimentarie evidenti, con ciottoli poligenici ed eterogranulari, in numero crescente con la profondità, e locale presenza di apparati radicali nella parte più superficiale. Si presenta debolmente umido, da poco a mediamente addensato.	GL
0,4 ÷ 2,9	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE SABBIOSA E LIMOSA di color nocciola. Deposito granosostenuto con evidenti strutture sedimentarie e locali tracce di calcificazione sui ciottoli. Scheletro grossolano poligenico ed eterogranulare, costituito da ghiaia e ciottoli ($\phi_{medio} \approx 2 \div 8$ cm) in proporzioni reciproche variabili, nell'insieme dotato di medio grado di sfericità e spigoli ben arrotondati; frequenti i trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, da mediamente a debolmente addensato; a tal riguardo si segnala, a partire dalla profondità di 1,2 m ca. da p.c., la tendenza del materiale a "scavernare" lungo le pareti di scavo.	Gs
falda	deposito debolmente umido su fondo scavo	
resti antropici	assenti	



trincea	T2
luogo	Via S.Giovanni Lupatoto - Str. S.Caterina (Verona)
data	martedì 17 ottobre 2017
profondità	2,8 m da p.c.

denominazione*ubicazione**posizione*



Particolare della trincea "T2" (sopra a sx), dei cumuli di materiale riferibili all'unità "GL" (in alto a dx) ed all'unità "Gs" (sopra a dx).

descrizione

prof. da p.c. (m)	stratigrafia	unità
0,0 ÷ 0,2	TERRENO VEGETALE costituito da limo sabbioso di colore bruno, ricco di resti vegetali e con rari ciottoli eterogranulari.	Tv
0,2 ÷ 0,7	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE LIMOSA di colore bruno. Deposito granosostenuto, privo di strutture sedimentarie evidenti, con ciottoli poligenici ed eterogranulari, in numero crescente con la profondità, e locale presenza di apparati radicali nella parte più superficiale. Si presenta debolmente umido, da poco a mediamente addensato.	GL
0,7 ÷ 2,8	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE SABBIOSA E LIMOSA di color nocciola. Deposito granosostenuto con evidenti strutture sedimentarie e locali tracce di calcificazione sui ciottoli. Scheletro grossolano poligenico ed eterogranulare, costituito da ghiaia e ciottoli ($\phi_{\text{medio}} \approx 5 \div 10$ cm) in proporzioni reciproche variabili, nell'insieme dotato di medio grado di sfericità e spigoli ben arrotondati; frequenti i trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, da mediamente a debolmente addensato; a tal riguardo si segnala, a partire dalla profondità di 1,1 m ca. da p.c., la tendenza del materiale a "scavernare" lungo le pareti di scavo.	Gs
falda	deposito debolmente umido su fondo scavo	
resti antropici	assenti	



trincea	I3
luogo	Via S.Giovanni Lupatoto - Str. S.Caterina (Verona)
data	martedì 17 ottobre 2017
profondità	2,8 m da p.c.

denominazione*ubicazione**posizione*



Particolare della trincea "T3" (sopra a sx), dei cumuli di materiale riferibili all'unità "GL" (in alto a dx) ed all'unità "Gs" (sopra a dx).

descrizione

prof. da p.c. (m)	stratigrafia	unità
0,0 ÷ 0,2	TERRENO VEGETALE costituito da limo sabbioso di colore bruno, ricco di resti vegetali e con rari ciottoli eterogranulari.	Tv
0,2 ÷ 0,9	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE LIMOSA di colore bruno. Deposito granosostenuto, privo di strutture sedimentarie evidenti, con ciottoli poligenici ed eterogranulari, in numero crescente con la profondità, e locale presenza di apparati radicali nella parte più superficiale. Si presenta debolmente umido, da poco a mediamente addensato.	GL
0,9 ÷ 2,8	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE SABBIOSA E LIMOSA di color nocciola. Deposito granosostenuto con evidenti strutture sedimentarie e locali tracce di calcificazione sui ciottoli. Scheletro grossolano poligenico ed eterogranulare, costituito da ghiaia e ciottoli ($\phi_{\text{medio}} \approx 5 \div 10$ cm) in proporzioni reciproche variabili, nell'insieme dotato di medio grado di sfericità e spigoli ben arrotondati; frequenti i trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, da mediamente a debolmente addensato; a tal riguardo si segnala, a partire dalla profondità di 1,5 m ca. da p.c., la tendenza del materiale a "scavernare" lungo le pareti di scavo.	Gs
falda	deposito debolmente umido su fondo scavo	
resti antropici	assenti	



trincea	T4
luogo	Via S.Giovanni Lupatoto - Str. S.Caterina (Verona)
data	martedì 17 ottobre 2017
profondità	2,8 m da p.c.

denominazione*ubicazione**posizione*



Particolare della trincea "T4" (sopra a sx), dei cumuli di materiale riferibili all'unità "GL" (in alto a dx) ed all'unità "Gs" (sopra a dx).

descrizione

prof. da p.c. (m)	stratigrafia	unità
0,0 ÷ 0,2	TERRENO VEGETALE costituito da limo sabbioso di colore bruno, ricco di resti vegetali e con rari ciottoli eterogranulari.	Tv
0,2 ÷ 0,4	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE LIMOSA di colore bruno. Deposito granosostenuto, privo di strutture sedimentarie evidenti, con ciottoli poligenici ed eterogranulari, in numero crescente con la profondità, e locale presenza di apparati radicali nella parte più superficiale. Si presenta debolmente umido, da poco a mediamente addensato.	GL
0,4 ÷ 2,8	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE SABBIOSA E LIMOSA di color nocciola. Deposito granosostenuto con evidenti strutture sedimentarie e locali tracce di calcificazione sui ciottoli. Scheletro grossolano poligenico ed eterogranulare, costituito da ghiaia e ciottoli ($\#_{medio} \approx 3 \div 10$ cm) in proporzioni reciproche variabili, nell'insieme dotato di medio grado di sfericità e spigoli ben arrotondati; frequenti i trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, mediamente addensato; a tal riguardo si segnala una minore tendenza del materiale a "scavernare" lungo le pareti di scavo.	Gs
falda	deposito debolmente umido su fondo scavo	
resti antropici	assenti	



trincea	<u>T5</u>
luogo	Via S.Giovanni Lupatoto - Str. S.Caterina (Verona)
data	martedì 17 ottobre 2017
profondità	2,8 m da p.c.

denominazione*ubicazione**posizione*



Particolare della trincea "T5" (sopra a sx), dei cumuli di materiale riferibili all'unità "GL" (in alto a dx) ed all'unità "Gs" (sopra a dx).

descrizione

prof. da p.c. (m)	stratigrafia	unità
0,0 ÷ 0,1	TERRENO VEGETALE costituito da limo sabbioso di colore bruno, ricco di resti vegetali e con rari ciottoli eterogranulari.	Tv
0,1 ÷ 0,7	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE LIMOSA di colore bruno. Deposito granosostenuto, privo di strutture sedimentarie evidenti, con ciottoli poligenici ed eterogranulari, in numero crescente con la profondità, e locale presenza di apparati radicali nella parte più superficiale. Si presenta debolmente umido, da poco a mediamente addensato.	GL
0,7 ÷ 2,8	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE SABBIOSA E LIMOSA di color nocciola. Deposito granosostenuto con evidenti strutture sedimentarie e locali tracce di calcificazione sui ciottoli. Scheletro grossolano poligenico ed eterogranulare, costituito da ghiaia e ciottoli ($\phi_{medio} \approx 5 \div 10$ cm) in proporzioni reciproche variabili, nell'insieme dotato di medio grado di sfericità e spigoli ben arrotondati; frequenti i trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, da mediamente a debolmente addensato; a tal riguardo si segnala, a partire dalla profondità di 1,2 m ca. da p.c., la tendenza del materiale a "scavernare" lungo le pareti di scavo.	Gs
falda	deposito debolmente umido su fondo scavo	
resti antropici	assenti	



trincea	<u>T6</u>
luogo	Via S.Giovanni Lupatoto - Str. S.Caterina (Verona)
data	martedì 17 ottobre 2017
profondità	3,0 m da p.c.

denominazione*ubicazione**posizione*



Particolare della trincea "T6" (sopra a sx), dei cumuli di materiale riferibili all'unità "GL" (in alto a dx) ed all'unità "Gs" (sopra a dx).

descrizione

prof. da p.c. (m)	stratigrafia	unità
0,0 ÷ 0,2	TERRENO VEGETALE costituito da limo sabbioso di colore bruno, ricco di resti vegetali e con rari ciottoli eterogranulari.	Tv
0,2 ÷ 0,8	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE LIMOSA di colore bruno. Deposito granosostenuto, privo di strutture sedimentarie evidenti, con ciottoli poligenici ed eterogranulari, in numero crescente con la profondità, e locale presenza di apparati radicali nella parte più superficiale. Si presenta debolmente umido, da poco a mediamente addensato.	GL
0,8 ÷ 3,0	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE SABBIOSA E LIMOSA di color nocciola. Deposito granosostenuto con evidenti strutture sedimentarie e locali tracce di calcificazione sui ciottoli. Scheletro grossolano poligenico ed eterogranulare, costituito da ghiaia e ciottoli ($\phi_{medio} \approx 2 \div 8$ cm) in proporzioni reciproche variabili, nell'insieme dotato di medio grado di sfericità e spigoli ben arrotondati; frequenti i trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, da mediamente a debolmente addensato; a tal riguardo si segnala, a partire dalla profondità di 1,2 m ca. da p.c., la tendenza del materiale a "scavernare" lungo le pareti di scavo.	Gs
falda	deposito debolmente umido su fondo scavo	
resti antropici	assenti	



trincea	I7
luogo	Via S.Giovanni Lupatoto - Str. S.Caterina (Verona)
data	martedì 17 ottobre 2017
profondità	2,9 m da p.c.

denominazione*ubicazione**posizione*



Particolare della trincea "T7" (sopra a sx), dei cumuli di materiale riferibili all'unità "GL" (in alto a dx) ed all'unità "Gs" (sopra a dx).

descrizione

prof. da p.c. (m)	stratigrafia	unità
0,0 ÷ 0,1	TERRENO VEGETALE costituito da limo sabbioso di colore bruno, ricco di resti vegetali e con rari ciottoli eterogranulari.	Tv
0,1 ÷ 0,6	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE LIMOSA di colore bruno. Deposito granosostenuto, privo di strutture sedimentarie evidenti, con ciottoli poligenici ed eterogranulari, in numero crescente con la profondità, e locale presenza di apparati radicali nella parte più superficiale. Si presenta debolmente umido, da poco a mediamente addensato.	GL
0,6 ÷ 2,9	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE SABBIOSA E LIMOSA di color nocciola. Deposito granosostenuto con evidenti strutture sedimentarie e locali tracce di calcificazione sui ciottoli. Scheletro grossolano poligenico ed eterogranulare, costituito da ghiaia e ciottoli ($\phi_{medio} \approx 5 \div 10$ cm) in proporzioni reciproche variabili, nell'insieme dotato di medio grado di sfericità e spigoli ben arrotondati; frequenti i trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, da mediamente a debolmente addensato; a tal riguardo si segnala, a partire dalla profondità di 1,0 m ca. da p.c., la tendenza del materiale a "scavernare" lungo le pareti di scavo.	Gs
falda	deposito debolmente umido su fondo scavo	
resti antropici	assenti	



ALLEGATO 4

PROVA DI PERMEABILITÀ IN POZZETTO



prova	PP1
luogo	Via San Giovanni Lupatoto - Verona
data	martedì 17 ottobre 2017
litologia testata	unità "G" – ghiaia ciottolosa in matrice sabbioso - limosa
dimensioni pozzetto	(L x A x H): 1,5 x 1,2 x 1,25





PROF. DA P.C. (m)	STRATIGRAFIA POZZETTO	UNITÀ
0,0 ÷ 0,3	LIMO SABBIOSO di colore bruno CON CIOTTOLI, poligenici ed eterogranulari, in numero crescente con la profondità. Deposito caotico, privo di strutture sedimentarie, ricco di resti vegetali.	L
0,3 ÷ 1,25	GHIAIA CIOTTOLOSA in matrice sabbioso - limosa di color nocciola. Deposito granosostenuto con evidenti strutture sedimentarie e locali tracce di calcificazione sui ciottoli. Scheletro grossolano poligenico ed eterogranulare, costituito da ghiaia e ciottoli ($\phi_{\text{medio}} \approx 2 \div 8$ cm) in proporzioni reciproche variabili, nell'insieme dotato di medio grado di sfericità e spigoli ben arrotondati; frequenti i trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, da mediamente a debolmente addensato.	G
falda	non intercettata	



Prova di permeabilità in pozzetto superficiale

Metodo con carico variabile

CANTIERE: Via San Giovanni Lupatoto (Verona)
DATA: 17/10/2017

Profondità H (cm) 30
Lato maggiore L (cm) 150
Lato minore A (cm) 120

POZZETTO PP1

Natura del terreno : UNITA' G - Ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa e limosa
Profondità scavo : 1,25 m da p.c.

Hm(cm) = 15 h1 (cm) = 30
b (cm) = 134 h2 (cm) = 0

Δt (sec) = 56

Calcolo coefficiente di permeabilità			
K (m/sec)=	$\frac{\Delta H}{(t_2 - t_1)}$	$\cdot \frac{1 + (2Hm/b)}{(27Hm/b) + 3}$	= 1,09E-03

H (cm)	t (sec)	H/Hm	ΔH (cm)
30,0	0	2,00	0,0
23,0	5	1,53	7,0
18,0	10	1,20	5,0
14,0	15	0,93	4,0
12,0	19	0,80	2,0
10,0	24	0,67	2,0
8,0	28	0,53	2,0
5,0	33	0,33	3,0
3,0	37	0,20	2,0
1,0	44	0,07	2,0
0,0	56	0,00	1,0

