

zanardi e gecchele
a r c h i t e t t i

zanardi leonardo architetto via sole delle alpi 16 - 37050 oppeano - vr -
3496459671 - leonardozanardi@virgilio.it - leonardozanardi@pec.it

gecchele gaia architetto via sandro pertini 2 - 37057 san giovanni lupatoto - vr -
3396969402 - gaia.gecchele@gmail.com - gaia.gecchele@pec.it

Comune di Verona

Provincia di Verona

- P.U.A - DEI GROLLI -

Piano Urbanistico Attuativo per
l'urbanizzazione di un'area sita all'interno della
ATO 4 Quartiere Roma in via dei Grolli

SCHEDA NORMA 536

proprietari : Zanardi Leonardo - Rossini Claudia

progettista: arch. Gaia Gecchele

direttore lavori: arch. Gaia Gecchele

committenti: Leonardo Zanardi
Claudia Rossini

tavola

6b

descrizione

COMPATIBILITA' IDRAULICA

aggiornamento

20/01/2017

**Regione del
Veneto**

**Provincia di
Verona**

Comune di Verona

P.U.A. dei Grolli

**Piano Urbanistico Attuativo
per l'urbanizzazione di un'area
sita all'interno della A.T.O. 4,
Quartiere Roma in via dei Grolli**

Scheda norma n. 536

Tavola 6B
Valutazione di Compatibilità Idraulica
Relazione

Art. 44 comma 2 e Art. 156 comma 13 Norme Tecniche Operative P.I. Comune di Verona

Proprietà: Zanardi Leonardo, Rossini Claudia

L'Ordine dei Geologi Regione del Veneto



Dott. Geol. Silvia Daleffe

Ordine dei Geologi della Regione Veneto n. 413



Silvia Daleffe

Grisignano di Zocco, 14 Novembre 2016

+ Studio Tecnico Dott. Geol. Silvia Daleffe

Via Sebenigo, 19/A - Grisignano di Zocco (VI) - Tel. 0444 415195; cell. 348 0424140; e-mail: silvia.daleffe@alice.it; pec: silvia.daleffe@epap.sicurezza postale.it

Indice

- 1 PREMESSA
- 2 COROGRAFIA
- 3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO
 - 3.1 DESCRIZIONE DELL'AREA: LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI, SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA E IDROGEOLOGIA
- 4 CAMPAGNA GEOGNOSTICA – METODOLOGIA E RISULTATI
 - 4.1 RILIEVI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI DI DETTAGLIO
 - 4.2 INDAGINI IN SITO
 - 4.3 CONSIDERAZIONI E VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITÀ
 - 4.4 RISULTATI E CONSIDERAZIONI SUL MODELLO GEOLOGICO
- 5 INQUADRAMENTO DELL'AREA OGGETTO DI TRASFORMAZIONE
 - 5.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO E DELLO STATO DEI LUOGHI
 - 5.2 DESCRIZIONE DELLE TRASFORMAZIONI DELLE SUPERFICI IN TERMINI DI IMPERMEABILIZZAZIONE
- 6 MISURE COMPENSATIVE
 - 6.1 DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI INVASO
 - 6.2 PROPOSTA DI MISURE COMPENSATIVE E/O DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO
- 7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

ALLEGATO: TABULATI CALCOLO METODO RAZIONALE

1 Premessa

Lo studio di compatibilità idraulica analizza l'alterazione del regime idraulico a seguito di nuove previsioni urbanistiche ed individua idonee misure compensative: la presente relazione viene redatta al fine di fornire la caratterizzazione geologica ed idrogeologica dei terreni presenti in un'area sita in via dei Grolli nel quartiere Roma del comune di Verona, per individuare le misure più idonee per mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'invarianza idraulica: il P.U.A. in esame interessa una superficie di 1379 mq, dei quali circa 875 saranno impermeabilizzati per la realizzazione di un'area residenziale costituita da tre fabbricati, dalla viabilità di accesso e dai piazzali interni, mentre le restanti aree saranno destinate ai parcheggi semipermeabili ed al verde.

Lo scopo fondamentale dello studio di compatibilità idraulica è quello di far sì che le valutazioni urbanistiche tengano conto dell'attitudine dei luoghi ad accogliere le nuove edificazioni, considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti e potenziali, nonché le possibili alterazioni del regime idraulico conseguenti a cambi di destinazione o a trasformazioni di uso del suolo. In sintesi lo studio idraulico deve verificare l'ammissibilità delle previsioni contenute nel progetto in esame, prospettando soluzioni corrette dal punto di vista dell'assetto idraulico del territorio.

L'Art. 44 "Disciplina degli interventi in relazione all'impatto idraulico e al ristagno idrico", punto 2 a) delle Norme Tecniche Operative dei P.I. del Comune di Verona (art. 17 comma 5 lett. c. L.R. 11/2004), approvate con D.C.C. n. 91 del 23.12.2011, recita: "tutti gli strumenti urbanistici attuativi (P.U.A.) e gli interventi assoggettati a comparto urbanistico convenzionato previsti dal P.I. operativo dovranno contenere, per tutto il territorio interessato, il progetto delle opere previste dalla valutazione di compatibilità idraulica recepita nel P.I., redatto in conformità con le disposizioni regionali vigenti, con quanto previsto dalle presenti norme operative e dall'allegato repertorio, nonché secondo le specifiche direttive contenute nel prontuario di mitigazione ambientale".

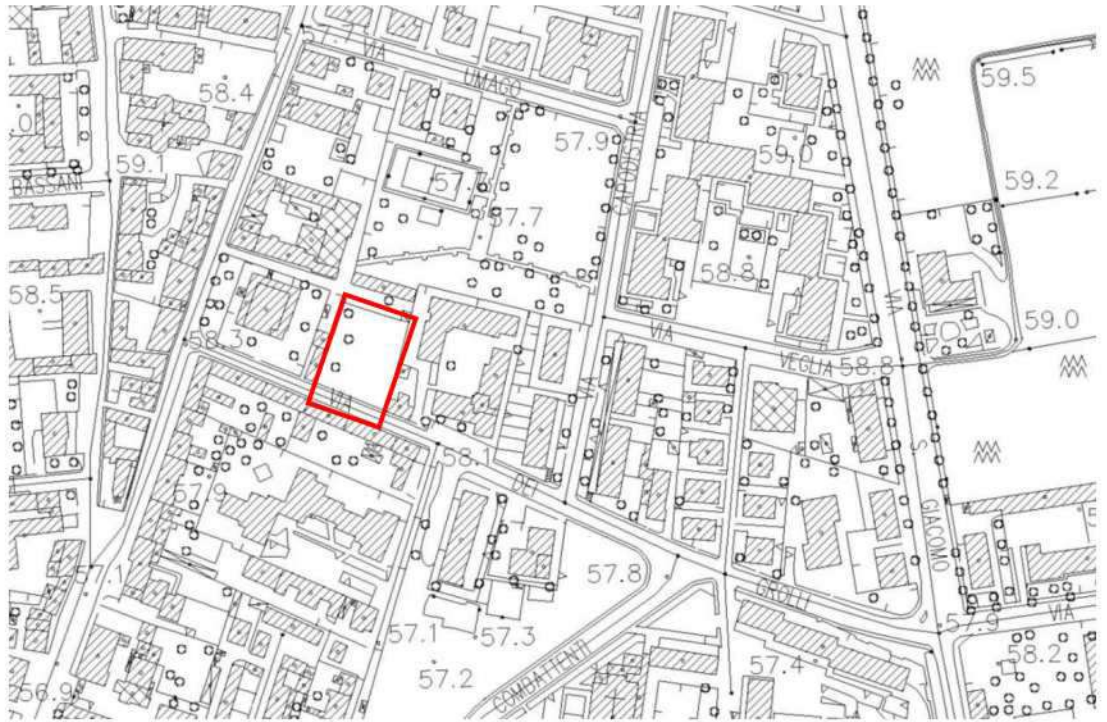
Sulla base di quanto esposto, è stata studiata l'area in esame: a seguito della campagna geognostica condotta, verranno quindi fornite valutazioni circa la compatibilità idraulica dell'intervento proposto, in ottemperanza alle norme vigenti, con particolare riferimento a DGRV n. 3637/2002, DGRV n. 1322/2006, DGRV 1841/07, DGRV 2948/09, alle Norme Tecniche di Attuazione del P.A.T. ed alle Norme Tecniche Operative dei P.I. del comune di Verona; si provvederà a calcolare il volume specifico di invaso da assegnare all'ambito di intervento e a proporre le relative misure compensative.

Le fasi che hanno consentito di produrre il presente documento sono le seguenti:

- Acquisizione dei dati bibliografici e storici relativi all'area indagata;
- Rilievo geologico e geomorfologico del sito e dell'intorno;
- Esecuzione di indagini e prove in sito;
- Elaborazione dei dati bibliografici e dei rilievi.

2 Corografia

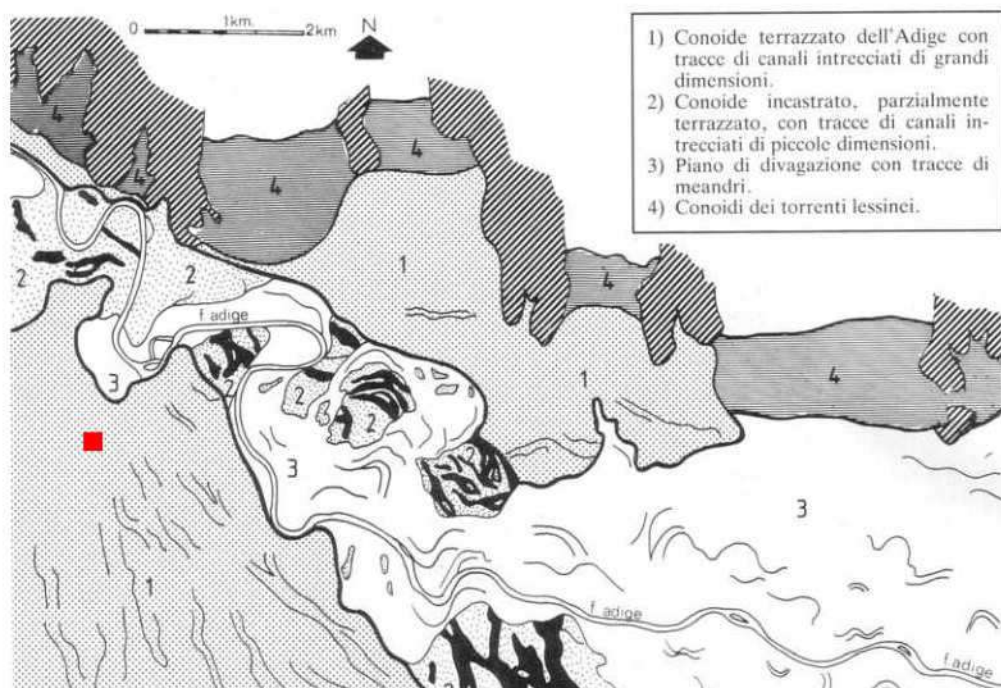
L'area oggetto di P.U.A. individuata al catasto al foglio 352, mappali 703 e 707 del comune di Verona, è ubicata in loc. Borgo Roma, via dei Grolli, in un ambito residenziale consolidato in cui le quote si aggirano attorno a 58 m s.l.m., come indicato dall'estratto di C.T.R.



3 Inquadramento geomorfologico, geologico ed idrogeologico

Si riportano alcuni cenni di inquadramento geomorfologico, geologico ed idrogeologico riferiti all'ambito di P.U.A.

Il territorio del comune di Verona appartiene a tre unità geomorfologiche: il conoide che ha formato la piana fluvio-glaciale atesina, il piano di divagazione dell'Adige inciso nel conoide e gli apporti dei torrenti di provenienza lessinea, come evidenziato dallo stralcio di schizzo geomorfologico della Pianura Veronese (da Sorbini et alii, 1984). La porzione di territorio oggetto di studio ricade nell'unità definita "conoide terrazzato, con tracce di canali intrecciati di grandi dimensioni"; le morfologie erosivo – deposizionali minori sono state obliterate dalla forte antropizzazione, che ne impedisce il riconoscimento.

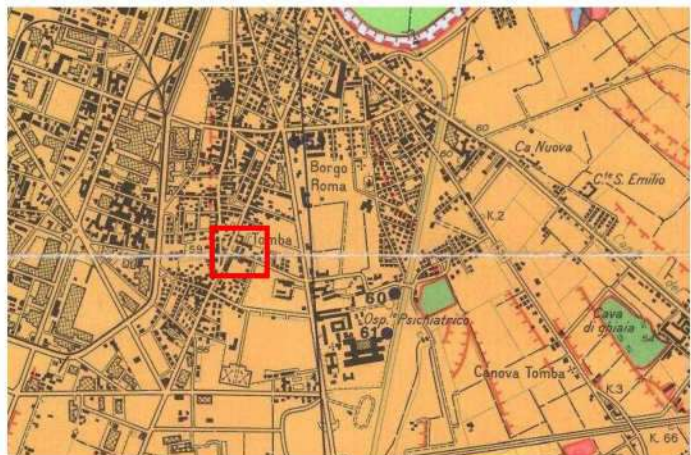


A grandi linee, da un punto di vista morfologico spostandosi da Verona verso valle si distinguono due terrazzi: uno in sinistra orografica, in alcuni studi chiamato “settentrionale”, e uno in destra, chiamato “meridionale”: questi due terrazzi si allontanano gradualmente, a formare una sorta di cono con vertice in Verona ed asse di simmetria in direzione di Albaredo d’Adige; il fiume Adige scorre nella bassura delimitata da questi due terrazzi. L’area alta è il grande conoide terrazzato, caratterizzato da tracce di canali intrecciati (“braided”) di grandi dimensioni, costruito dall’Adige “fluvioglaciale”: secondo Sorbini et alii (1984) la fase finale della costruzione di questo corpo sedimentario è posteriore ai 25.000 anni B.P. Successivamente, per un cambio del regime idrologico, l’Adige ha assunto, anche nella parte apicale del suo conoide, un percorso a meandri terrazzando il conoide stesso e formando la zona di basso topografico in cui scorre attualmente. Il divagare dell’Adige in quest’area prima del suo arginamento ha determinato la distribuzione della litologia e ha formato numerosi terrazzi aventi modesto dislivello. Tali elementi influenzano attualmente il corso della rete idrografica locale.

Si riporta uno stralcio della Carta delle Unità Geomorfologiche del Veneto, dove con il colore rosato sono indicati i rilievi e altopiani prealpini della piattaforma strutturale carbonatica mesozoica modellati su rocce resistenti a prevalente morfologia glaciale e carsica, con il giallo i depositi fluvioglaciali e alluvionali antichi e recenti, cui viene attribuita l’area in esame, e con il blu i depositi mobili degli alvei fluviali attuali.



Nell’estratto della Carta Geomorfologica di una porzione della pianura a Sud – Est di Verona di Sorbini et alii, 1984, scala 1:25.000, l’area interessata dal P.U.A. viene attribuita alle alluvioni prevalentemente ghiaiose appartenenti al conoide dell’Adige (in arancio); il passaggio tra quest’ultimo ed il piano di divagazione è costituito da un orlo di terrazzo osservabile al margine settentrionale dell’immagine, dove con il colore verde sono riportate le alluvioni prevalentemente sabbiose; con il verde più scuro sono indicate le cave inattive utilizzate a scopo agricolo.



L’assetto geomorfologico è quindi caratterizzato dalla presenza di strutture deposizionali ed erosive fluvioglaciali ed alluvionali, quali terrazzi, dossi, paleoalvei, a cui si sono sovrapposti interventi antropici d’urbanizzazione.

La litologia dei terreni costituenti l'area in esame è rappresentata da depositi correlabili alle diverse fasi dell'evoluzione del corso del Fiume Adige e dei suoi affluenti, d'origine alluvionale e fluvio-glaciale, costituiti da ghiaie e sabbie poligeniche, con ciottoli, con alterazione a matrice prevalentemente sabbiosa e con sovrapposti depositi rimaneggiati e/o riporti di origine antropica, legati alle opere di urbanizzazione ed edificazione.

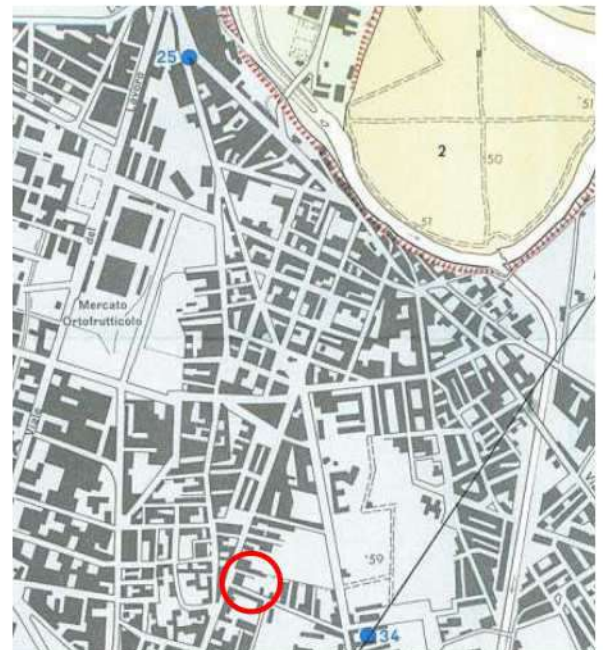
Si riporta un estratto della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 Foglio Verona, dove con il colore azzurro e la sigla a^2 sono riportate le alluvioni sabbioso – ghiaiose, terrazzate, antiche (Olocene); con il colore verde acqua e la sigla fg^w le alluvioni fluvio – glaciali e fluviali, prevalentemente sabbiose, würmiane; con il giallo e la sigla fg^R le alluvioni fluvio – glaciali e fluviali da ghiaiose a ciottolose del Riss, segnalate nell'area oggetto di P.U.A.



Nello stralcio della Carta Geologica del territorio del comune di Verona (Sorbini et alii, 1977) sono indicate con il colore azzurro le alluvioni terrazzate fluvio-glaciali e fluviali dell'antica conoide dell'Adige, ghiaiose e ciottolose, rissiane.

Estratto legenda:

	Alluvioni prevalentemente sabbioso – limose, attuali e recenti, dell'Adige modellate nell'alveo würmiano. Quaternario.
	Alluvioni terrazzate fluvio-glaciali e fluviali dell'antica conoide dell'Adige, ghiaiose e ciottolose (c). Würm (W).
	Alluvioni terrazzate fluvio-glaciali e fluviali dell'Antico Conoide dell'Adige, ghiaiose e ciottolose (c). Riss (R).
	Orlo di terrazzo in depositi fluvio-glaciali e fluviali.
	Pozzo per acqua.



In prossimità dell'area non esistono evidenze di elementi strutturali e/o tettonici; il progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) di ISPRA, un database creato per la raccolta e la consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, non indica la presenza in prossimità dell'area in esame di elementi che hanno generato fagliazione superficiale negli ultimi 20.000 anni e ritenuti perciò potenzialmente in grado di produrre nuove deformazioni in superficie; la linea più prossima si situa circa 4.6 Km a Nord, ed è costituita dalla citata faglia Adige Line, codice 71700, della lunghezza di 35 Km e direzione WNW - ESE, cui si attribuisce una bassa possibilità di riattivazione (l'ultima attività è di età storica, < 3000 anni).

Sotto l'aspetto idrogeologico l'area è costituita da alluvioni ad alta permeabilità ed elevato drenaggio; la falda freatica nella zona in esame è ospitata nel potente materasso alluvionale atesino.

Il sistema idrogeologico è alimentato dai seguenti fattori di ricarica: le falde di subalveo dell'Adige e quelle provenienti dalle valli dei Lessini; l'infiltrazione degli afflussi meteorici diretti e delle acque irrigue. La ricarica continua operata dagli apporti di subalveo dell'Adige a partire dalla zona Bussolengo - Pescantina non solo provvede all'alimentazione del sistema idrogeologico dell'Alta Pianura, ma condiziona anche la direzione di deflusso delle acque sotterranee ed il regime della falda: il deflusso avviene indicativamente da NNW verso SSE, con locali variazioni. In conseguenza di questa struttura geologica e delle modalità di alimentazione, la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi è elevata.

Relativamente alla profondità della falda freatica, nella "Carta idrogeologica dell'alta pianura dell'Adige" di Dal Prà e De Rossi, edita nel 1989, l'area in esame, individuata con il contorno rosso, è prossima all'isofreatica 48 (rilievi 1986). La falda si troverebbe quindi, in periodo di morbida, ad una profondità di circa 10 m dal piano campagna.



Nella Carta idrogeologica del P.A.T. del comune di Verona, l'area è attribuita a zone con profondità di falda maggiore di 10 m; l'isofreatica di riferimento è ancora la 48 m s.l.m.



In conclusione, secondo indicazioni bibliografiche, nell'area in esame la falda freatica si attesta in fase di morbida ad una profondità di circa 10 m da p.c., con escursioni stagionali di 2 – 3 m.

L'elemento idrologico fondamentale dell'area in esame è il fiume Adige, che scorre a Nord - Est per poi dirigersi ad Est del sito interessato dal P.U.A., ad una distanza minima rispettivamente di circa 1.8 Km e 2.85 Km. Vi è inoltre una rete di scoli e canali artificiali fra i quali si evidenzia il Canale Giuliani, facente parte della rete idraulica storica, che dista 740 m in direzione Est.

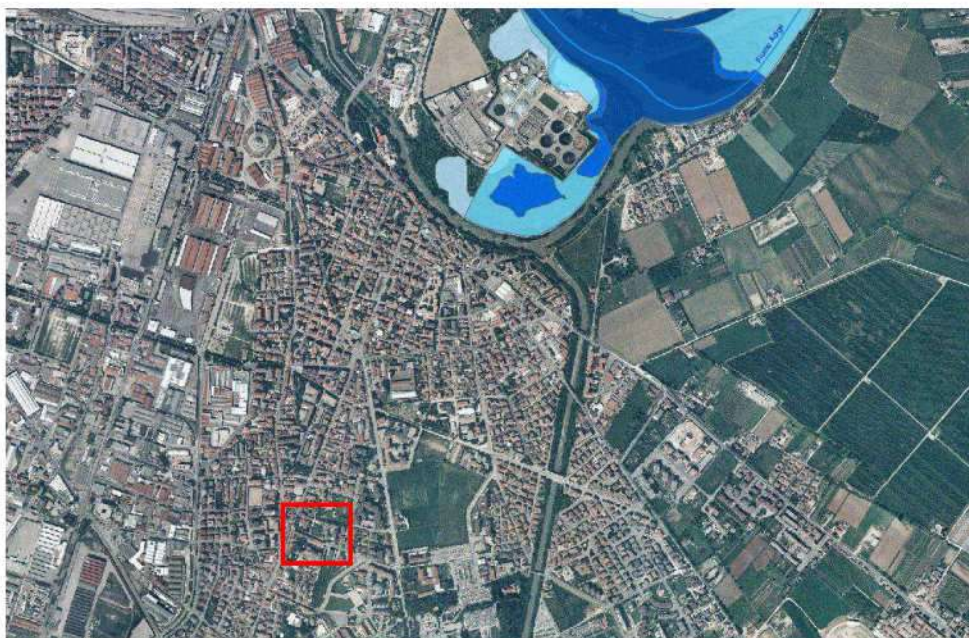
3.1 Descrizione dell'area: lineamenti geomorfologici, successione litostratigrafica e idrogeologia

Gli elementi dominanti che determinano i lineamenti geomorfologici della zona in cui si inserisce l'intervento proposto sono da ricondursi ai processi tettonici, gravitativi, fluviali e alluvionali fluvio-glaciali, ai quali si è sovrapposto in maniera determinante l'intervento antropico, con la realizzazione di scavi di sbancamento, riporti di materiali, sistemazione e modellazione dei terreni, a seguito dei quali le caratteristiche originarie del terreno sono state modificate: l'area in esame rispecchia questa situazione con evidenze prevalentemente degli elementi antropici: i depositi superficiali sono stati rimaneggiati e riportati a seguito dell'edificazione nelle aree circostanti, con movimenti terra ed utilizzo di riporti, che hanno prodotto un livellamento dell'area con il contestuale riempimento di vecchie scoline e fossati ed un innalzamento generalizzato del piano campagna: infatti l'analisi della cartografia storica relativa all'area in esame (Carta Austriaca, 1897) evidenzia che il piano campagna era generalmente ad una quota inferiore di circa 1 m rispetto a quella attuale.

Dal punto di vista geolitologico, l'area in esame è costituita, al di sotto dei materiali di riporto, da alluvioni correlabili alle diverse fasi dell'evoluzione del corso del Fiume Adige e dei suoi affluenti. I terreni sono formati sabbie medio – grossolane con ghiaie e ciottoli. Nell'area non vi sono evidenze di elementi strutturali.

Sotto l'aspetto idrogeologico l'area indagata non presenta particolari peculiarità in quanto non sono presenti sorgenti o venute d'acqua a carattere perenne, inoltre i terreni superficiali presentano una variazione sia verticale sia orizzontale di permeabilità, generalmente elevata, in funzione delle caratteristiche granulometriche e tessiturali dei depositi. Il livello freatico è posto da fonti bibliografiche a profondità di circa 10 m da p.c.

L'area interessata dal P.U.A. ricade nel bacino dell'Adige: secondo quanto riportato nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, non sussistono pericolosità di natura idraulica nell'immediato intorno.



Lo smaltimento dei deflussi superficiali risente sia delle pendenze che della tipologia di terreni, che dell'impermeabilizzazione dovuta all'urbanizzazione: la realizzazione del piano proposto comporterà una diminuzione nella percentuale di precipitazioni infiltrata, e saranno pertanto necessarie misure compensative.

4 Campagna geognostica – metodologia e risultati

Il metodo d'indagine è consistito nel:

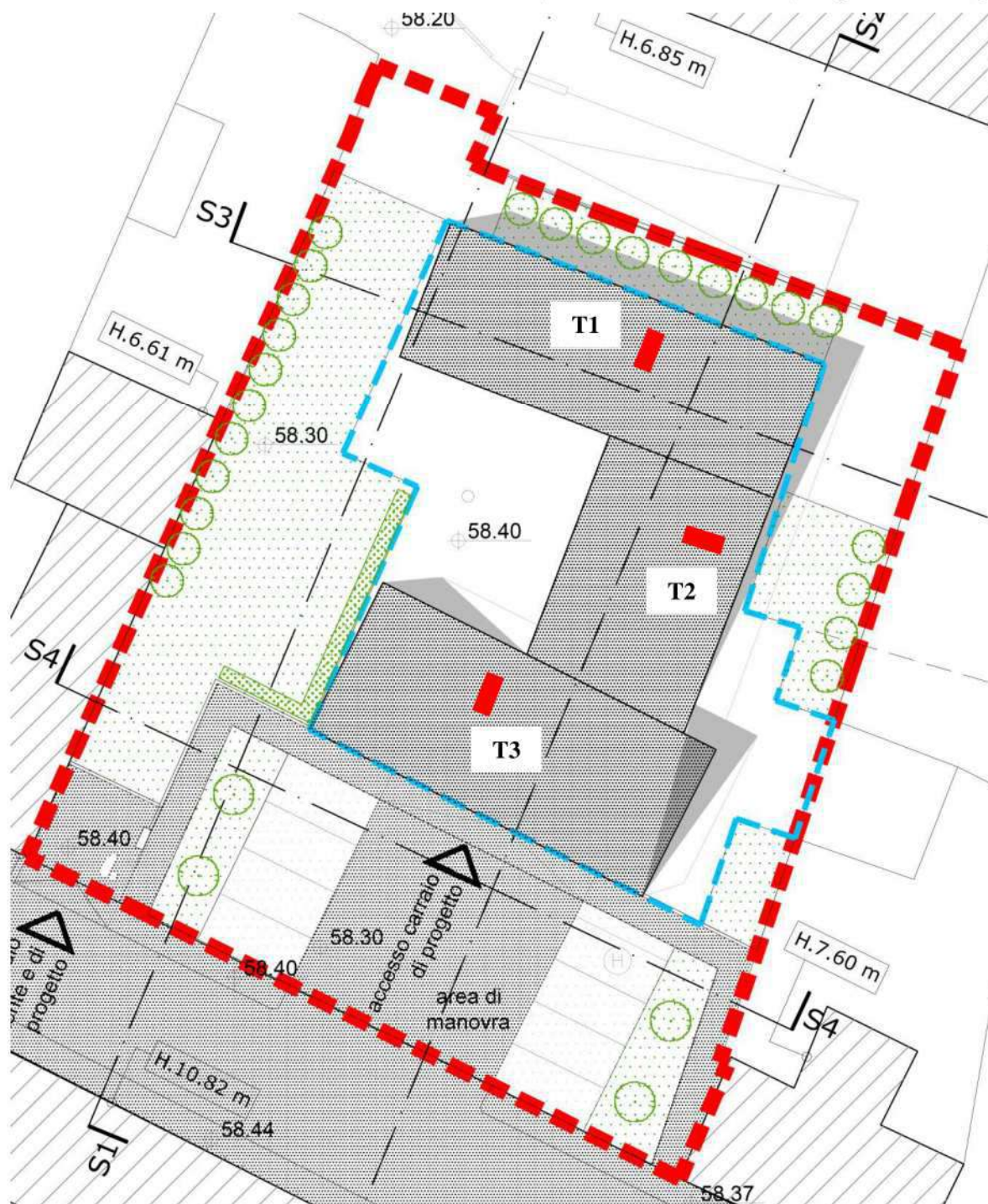
- Acquisizione dei dati bibliografici e storici relativi all'area indagata
- Rilievo geologico e geomorfologico di dettaglio; esecuzione di indagini in sito (scavi).

4.1 Rilievi geologici e geomorfologici di dettaglio

I terreni naturali, al di sotto dei materiali di riporto, sono costituiti da sabbie prevalenti, con ghiaie e ciottoli.

4.2 Indagini in sito

Sono state realizzate tre trincee esplorative nell'area in esame: la corografia con ubicazione degli scavi è riportata nella planimetria schematica del P.U.A estratta dalla Tavola 7 (non in scala e modificata); seguono le stratigrafie.



Trincea T1

Strato	Prof. da p.c. (m)	Descrizione litologica
R	0.80	Terreno di riporto a tessitura sabbiosa debolmente ghiaiosa. Contiene frammenti di laterizi, ceramica, plastica, vetro, cavi elettrici. Deposito sciolto.
V	1.40	Terreno vegetale bruno a tessitura sabbiosa con ciottoli poligenici di dimensioni 2 - 3 cm e subordinata ghiaia
SG	Oltre 2.20	Sabbie medio grossolane e ghiaie con ciottoli poligenici eterometrici con locali tracce di cementazione. Fianchi di scavo stabili.



Cumulo dei depositi di strato R e strato GS



La falda freatica non è stata rilevata alle profondità raggiunte dallo scavo.

Trincea T2

Strato	Prof. da p.c. (m)	Descrizione litologica
R	0.80	Terreno di riporto a tessitura sabbiosa debolmente ghiaiosa, con ciottoli poligenici con concrezioni calcaree. Contiene frammenti di laterizi, ceramica, plastica. Deposito sciolto.
V	1.30	Terreno vegetale bruno a tessitura sabbiosa con scarsi ciottoli poligenici di dimensioni 2- 3 cm e subordinata ghiaia
SG	Oltre 1.90	Sabbie medio grossolane e ghiaie con subordinati ciottoli poligenici eterometrici con locali tracce di cementazione. Fianchi di scavo stabili.



Cumulo dei depositi di strato R e strato GS



La falda freatica non è stata rilevata alle profondità raggiunte dallo scavo.

Trincea T3

Strato	Prof. da p.c. (m)	Descrizione litologica	
R	0.60	Terreno di riporto a tessitura sabbiosa debolmente ghiaiosa, con ciottoli poligenici con concrezioni calcaree. Contiene abbondanti frammenti di laterizi, ceramica, plastica. Deposito sciolto.	
V	1.20	Terreno vegetale bruno a tessitura sabbiosa con scarsi ciottoli poligenici di dimensioni 2- 3 cm e subordinata ghiaia	
SG	Oltre 2.60	Ghiaie e ciottoli poligenici di dimensioni prevalentemente centimetriche con locali tracce di cementazione in matrice sabbiosa medio grossolana. Fianchi di scavo stabili.	

Cumulo dei depositi di strato R e strato GS



La falda freatica non è stata rilevata alle profondità raggiunte dallo scavo.

I terreni naturali sono quindi sovrastati da uno spessore di 60 – 80 cm di materiali di riporto, che sono costituiti da depositi a tessitura sabbioso – ghiaiosa con ciottoli (probabilmente derivanti da precedenti lavorazioni in aree contermini) con inclusi frammenti litici, plastica vetro, ed altri elementi di natura antropica; non sono stati rinvenute all'interno degli scavi sostanze pericolose che possano nuocere all'ambiente.

4.3 Valutazione della permeabilità

La permeabilità (o conducibilità idraulica) è l'attitudine di un deposito a lasciarsi attraversare dall'acqua per effetto di un gradiente idraulico ed esprime la resistenza che il mezzo oppone al deflusso dell'acqua che lo attraversa. Essa viene misurata con il coefficiente di permeabilità (K) e rappresenta il volume di acqua in metri cubi che attraversa con moto laminare nell'unità di tempo (1 secondo) un'unità di sezione (1 m^2) ortogonale alla direzione di deflusso, sotto l'effetto di un gradiente idraulico unitario ed alla temperatura di 20° C . Il coefficiente K dipende prevalentemente dalle caratteristiche del terreno (composizione granulometrica, forma dei grani, stato di addensamento), ed il suo valore viene espresso generalmente in m/s o in cm/s.

Nel caso specifico, le indagini hanno evidenziato il primo livello di 60 – 80 cm è costituito da materiali di riporto: nonostante gli stessi presentino generalmente una tessitura sabbiosa, per loro stessa genesi non è possibile attribuire loro un preciso valore di permeabilità; il livello successivo è costituito dall'originario terreno vegetale. I depositi naturali che consentono un maggiore drenaggio si attestano quindi a profondità comprese tra 1.20 ed 1.40 m da piano campagna. La permeabilità dei terreni naturali di strato SG è stata stimata cautelativamente sulla base di stime in base alla descrizione litologica (Somerville, 1986); il valore risulta attestarsi tra 10^{-3} e 10^{-5} m/s, corrispondente ad una permeabilità media.

k (m/sec)	Grado di permeabilità	Tipo di terreno
$k > 1 \cdot 10^{-3}$	Alta	Ghiaie
$1 \cdot 10^{-3} > k > 1 \cdot 10^{-5}$	Media	Sabbie ghiaiose e Ghiaie sabbiose
$1 \cdot 10^{-5} > k > 1 \cdot 10^{-7}$	Bassa	Sabbie fini
$1 \cdot 10^{-7} > k > 1 \cdot 10^{-9}$	Molto bassa	Limi e sabbie argillose
$1 \cdot 10^{-9} > k$	Bassissima (impermeabile)	Argille

4.4 Risultati e considerazioni sul modello geologico

La successione litostratigrafica locale è rappresentata nel seguente schema:

Strato	Descrizione litologica	Prof. (m da p.c.)	Spessore (m)
R	Terreno di riporto a tessitura sabbiosa debolmente ghiaiosa. Contiene frammenti di laterizi, ceramica, plastica, vetro, cavi elettrici.	0.60 – 0.80	0.60 – 0.80
V	Terreno vegetale bruno a tessitura sabbiosa con ciottoli poligenici di dimensioni 2- 3 cm e subordinata ghiaia	1.20 – 1.40	0.50 – 0.60
SG	Sabbie medio grossolane e ghiaie con subordinati ciottoli poligenici eterometrici con locali tracce di cementazione, passanti a ghiaie e ciottoli poligenici di dimensioni prevalentemente centimetriche con locali tracce di cementazione in matrice sabbiosa medio grossolana.	N.D.	N.D.

Il P.U.A. interessa un terreno pianeggiante in un'area urbanizzata, dove la circolazione superficiale delle acque meteoriche e di dilavamento avviene attualmente seguendo le pendenze, condizionata dalla presenza di opere antropiche (riporti, viabilità esistente, edifici ed aree impermeabilizzate).

La falda freatica non è stata riscontrata a fondo scavo, in accordo con i dati bibliografici, che riferiscono di profondità pari a circa 10 m da piano campagna.

Relativamente ai caratteri geostutturali, nell'area non si presentano evidenze significative anche per il mascheramento degli elementi antropici.

5 Inquadramento dell'area oggetto di trasformazione

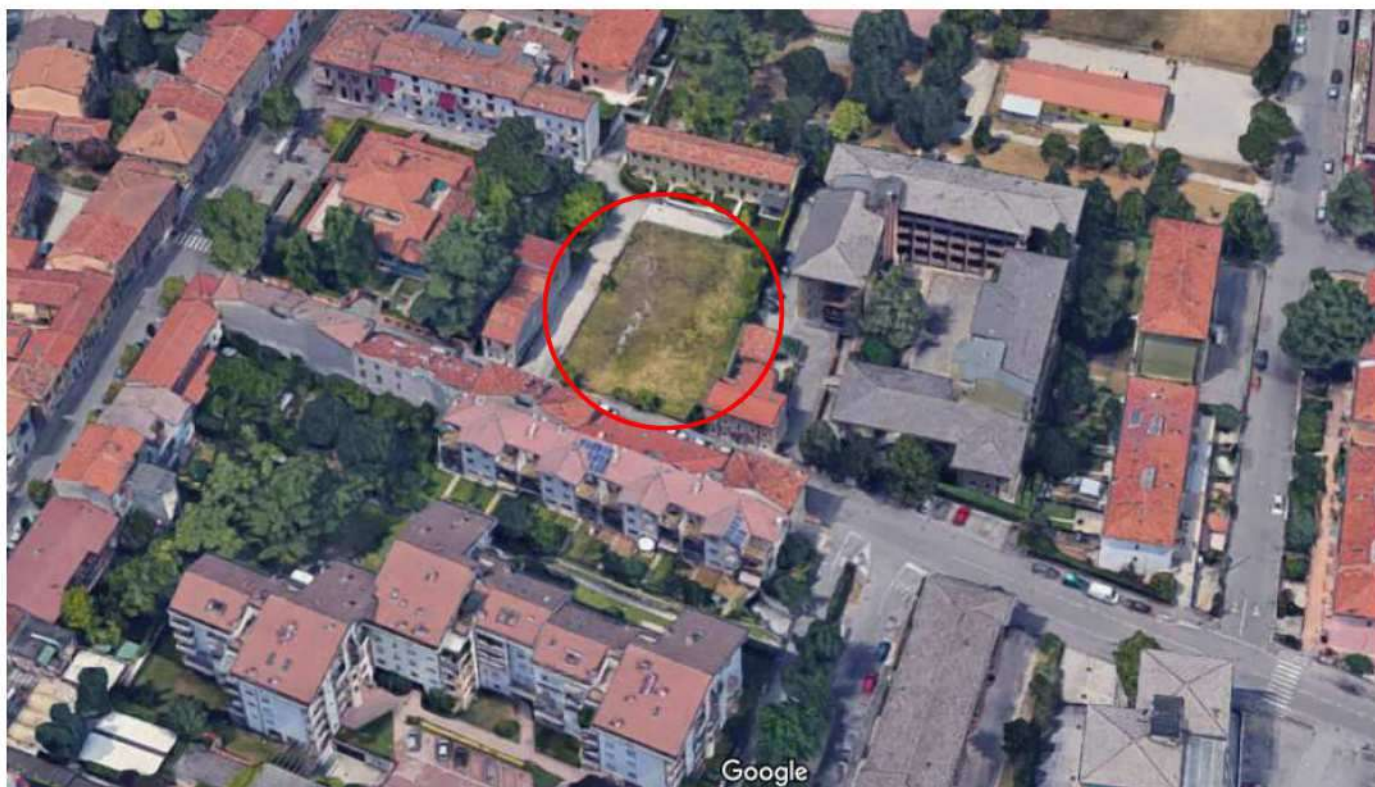
Ricordando che la compatibilità idraulica nella Regione Veneto è così normata:

- DGVR 3637/2002: indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici;
- DGRV 1322/2006: nuove indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici. Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico;
- DGRV 1841/2007: nuove indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici. Allegato A – Valutazione della compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche (aggiornamento Giugno 2007);
- DGRV 2948/2009: nuove indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici. Allegato A – Valutazione della compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche,

si fa presente quanto segue.

5.1 Descrizione dello stato dei luoghi e delle opere in progetto

Il P.U.A. dei Grolli si ubica nell'ambito Sud – Est del territorio comunale di Verona ed interessa un lotto libero ricadente in un contesto ambientale urbano. L'immagine in 3D estratta da Google Maps illustra lo stato attuale dei luoghi; il terreno si presenta incolto.



Il P.U.A. interessa una superficie di 1379 mq in cui si prevede la realizzazione di tre fabbricati residenziali con disposizione planimetrica con forma indicativamente ad H, per una superficie coperta, comprese viabilità e marciapiedi, di circa 875 mq; lungo via dei Grolli sarà realizzata un'area a parcheggi con pavimentazione semipermeabile. Le zone prossime al confine di proprietà saranno a verde.

Si riporta un estratto modificato della tavola 7 riferito alla distribuzione delle superfici.



	SUPERFICIE PERMEABILE INTERNA AL LOTTO mq 345
	SUPERFICIE PERMEABILE ESTERNA AL LOTTO mq 59
	SUPERFICIE PERMEABILE PARCHEGGI P2 autobloccante mq 100 x 60% = 60 mq

Per completare la caratterizzazione dell'ambito di P.U.A., si riporta uno stralcio dell'elaborato 3 "Tavola delle Fragilità" del P.A.T. del comune di Verona (approvato con DGRV n. 4148 del 18.12.2007), quadro 3, con individuata l'area in esame.



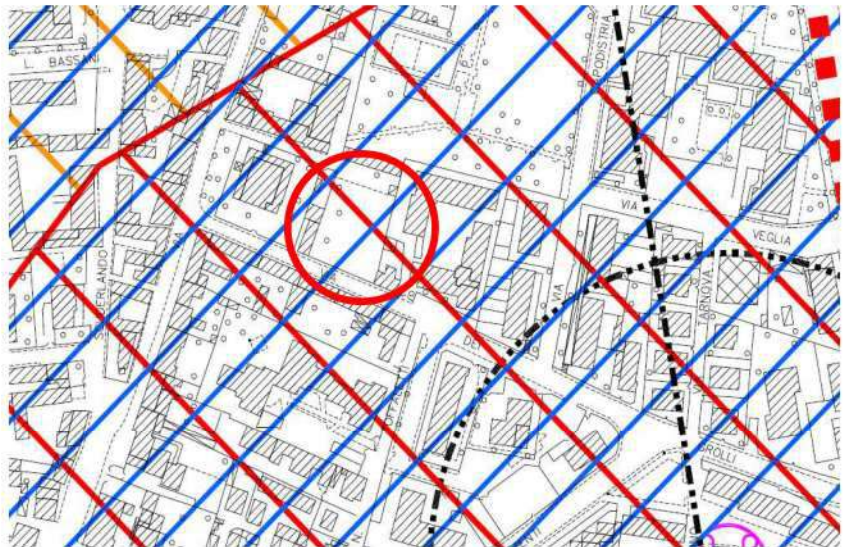
Per quanto riguarda la *Penalità ai fini edificatori* (art. 37), il sito ricade nel settore dei terreni classificati ottimi nei quali non c'è alcun limite all'edificabilità.

Per la *vulnerabilità intrinseca degli acquiferi* (art. 38), l'area è compresa nel settore classificato come unità A, così definito:

- Aree caratterizzate dalla presenza di alluvioni fluviali e fluvioglaciali a composizione prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa, ad elevata permeabilità primaria.
- Strati di alterazione superficiale di scarsa potenza.
- Morfologia pianeggiante, con cigli e scarpate di terrazzi alluvionali, alvei e paleoalvei.
- Dinamica geomorfologica prevalente: fluviale e fluvioglaciale.
- Presenza di falda libera a profondità maggiore di 10 metri dal piano campagna.

Vulnerabilità intrinseca: alta

Nella Tavola 1.0.4. "Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale" dei P.I., approvata con D.C.C. n. 91 del 23.12.2011, per gli aspetti geologici ed idrogeologici l'area è compresa in art. 39 – invarianti di natura idrogeologica ed idraulica – fascia di ricarica degli acquiferi, ed in art. 43 – tutela della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi – unità E, vulnerabilità intrinseca elevata (diversamente da documenti P.A.T., dove, come visto, l'attribuzione era all'unità A).



L'unità E presenta le seguenti caratteristiche:

- Aree caratterizzate dalla presenza di alluvioni fluviali e fluvioglaciali a composizione prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa, ad elevata permeabilità primaria.
- Strati di alterazione superficiale di scarsa potenza.
- Morfologia pianeggiante, con cigli e scarpate di terrazzi alluvionali, alvei e paleoalvei.
- Dinamica geomorfologica prevalente: fluviale e fluvioglaciale.
- Presenza di falda libera a profondità inferiore a 10 metri dal piano campagna.

Vulnerabilità intrinseca: elevata

Quindi la differenza tra le due unità A ed E è dovuta alla profondità della falda, che si attesta comunque intorno ai 10 metri di profondità da piano campagna, ed alla vulnerabilità, elevata in unità E, in conseguenza della minore potenza di depositi sovrastanti l'acquifero.

Riassumendo, nell'area in esame:

- i terreni, con eccezione del livello superficiale, sono costituiti sabbie medio – grossolane con ghiaie e ciottoli;
- la falda da dati bibliografici si attesta a circa 10 m da piano campagna;
- la permeabilità dei terreni naturali è definita media; la vulnerabilità degli acquiferi è elevata. Tuttavia sono presenti materiali di riporto per uno spessore di circa 0.60 – 0.80 m, seguiti dall'originale terreno vegetale, che si spinge sino a 1.20 – 1.40 m da p.c., con minore capacità di drenaggio rispetto ai depositi sottostanti;
- non vi sono aree contigue a rischio idraulico tutelate dal PAI, né dalle cartografie a livello comunale;
- non vi sono aree a deflusso difficoltoso; non vi sono stati allagamenti in tempi recenti;
- non vi è una rete idraulica ricettrice in prossimità;
- nell'ambito di intervento da dati storici non risultano cave o discariche.

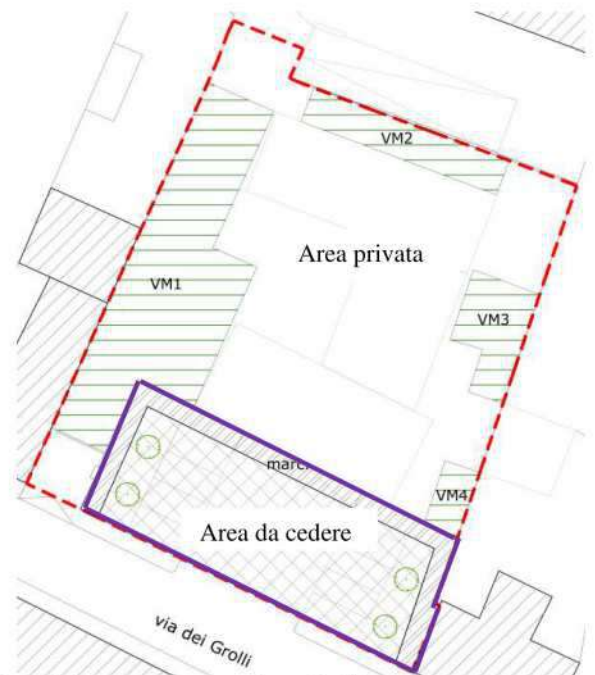
5.2 Descrizione delle trasformazioni delle superfici in termini di impermeabilizzazione

Come accennato, il P.U.A. interessa una superficie di 1379 mq, su cui verranno realizzati tre fabbricati residenziali. Allo stato attuale l'area è incolta, mentre con il progetto si avrà:

- superfici a verde: 404 mq
- aree semipermeabili (parcheggi drenanti): 100 mq
- le superfici impermeabili (fabbricati/piazzali/strade/marciapiedi): 875 mq.

Più in dettaglio, verranno considerati due ambiti:

1. *area privata*: comprende i fabbricati, le aree impermeabili di collegamento e le aree verdi VM1, VM2, VM3 e VM4.
2. *aree da cedere*: si tratta dell'area dal contorno viola che contiene i parcheggi semipermeabili, il marciapiedi circostante, l'area di manovra e due settori a verde a margine delle aree di sosta.



Analizzato lo stato dei luoghi e le previsioni progettuali, in conformità a quanto previsto dall' Art. 44 - Disciplina degli interventi in relazione all'impatto idraulico ed al ristagno idrico - delle Norme Tecniche Operative P.I. del Comune di Verona, punto 2 a, effettuato lo studio propedeutico alla valutazione delle modifiche al regime idraulico del territorio interessato all'intervento (con riferimento alle caratteristiche litologiche, soggiacenza della falda, vulnerabilità degli acquiferi, contiguità con aree a rischio idraulico tutelate dal PAI, di deflusso difficoltoso, contiguità con corsi d'acqua temporanei e permanenti classificati e non, impatto sulle reti di smaltimento delle acque meteoriche eventualmente esistenti o in realizzazione, ecc.) si procede al dimensionamento delle misure di compatibilità idraulica, secondo le specifiche direttive contenute nel "Prontuario di mitigazione ambientale".

6 Misure compensative

La finalità principale dello studio di compatibilità idraulica è il conseguimento dell'invarianza idraulica mediante la realizzazione di opere di laminazione delle portate: si passa di seguito a valutare le misure compensative per l'alterazione del regime idraulico, ricordando che nello studio integrativo circa la Valutazione di Compatibilità Idraulica condotto per il P.A.T. del comune di Verona, a firma Dott. Geol. Romano Rizzotto e Ing. Attilio Castellani ai sensi DGRV 1322/2006, il volume compensativo da assegnare ai bacini di invaso è stato definito in 487.4 mc/ettaro, indifferentemente dal tipo di destinazione urbanistica; questo valore è stato ripreso nella Valutazione di Compatibilità Idraulica dei P.I.

Con riferimento alla classificazione proposta in Allegato A della D.G.R.V. n. 2948 del 06/10/2009, riguardando il P.U.A. dei Grolli superficiali tra 0.1 ed 1 ha, rientra nella classe di intervento definita di "modesta impermeabilizzazione potenziale": in tale caso la norma indica che, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene, è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro. L'ambito è infatti pari a 1379 mq, suddivisi nel presente studio, come visto al paragrafo precedente, in due settori (area privata, 1034 mq, ed area pubblica, 345 mq), per i quali saranno definite le relative misure compensative per il corretto smaltimento delle acque, in considerazione della classe di intervento attribuita al P.U.A. nel suo complesso.

Per la valutazione di compatibilità idraulica nell'ambito di intervento, si fa presente che:

- Per la determinazione dei volumi di invaso si sono considerate le curve di possibilità pluviometrica indicate nel P.A.T. e riprese nei P.I. per un tempo di ritorno di 50 anni per la stazione di misura di Verona:

Coefficienti della curva di possibilità pluviometrica		
Tr (anni)	a (mm h ⁿ)	n
50	61,48	0,153

- a fronte di una trasformazione del suolo, il deflusso nello stato di progetto deve essere uguale al valore presente nello stato attuale; per il dimensionamento delle opere compensative si è considerato uno scarico massimo delle acque meteoriche pari a 5 l/s ha, che però non sarà conferito alla rete delle acque bianche, ma smaltito per infiltrazione.

Come accennato in precedenza, il volume specifico di invaso in sede di P.A.T. è stato calcolato a 487.4 mc/ha, pertanto il volume da invasare nel caso in esame, suddiviso tra area privata ed aree da cedere, risulta:

Volume da invasare in accordo a P.A.T. e P.I.

$$V \text{ totale da invasare area privata} = 487.4 \text{ m}^3/\text{ha} \times 0.1034 \text{ ha} = 50.4 \text{ m}^3$$

$$V \text{ totale da invasare aree da cedere} = 487.4 \text{ m}^3/\text{ha} \times 0.0345 \text{ ha} = 16.8 \text{ m}^3$$

Questa metodologia si basa sulla sola estensione delle superfici in gioco: altri metodi calcolano i volumi specifici di invaso sulla base di coefficienti di deflusso, convenzionalmente assunti come segue (DGRV 2948/2009):

- Superfici coperte (tetti): 0.9
- Aree a verde: 0.2
- Aree con pavimentazione semipermeabile (parcheggi): 0.6
- Strade e marciapiedi impermeabili: 0.9

Il coefficiente di deflusso viene calcolato con l'espressione $\varphi' = \Sigma \varphi_i S_i / S$

Le superfici *allo stato attuale* sono:

Area privata	
Aree a verde	1034 mq
Aree da cedere	
Aree a verde	345 mq

Equivalento in entrambe i casi ad un coefficiente di deflusso:

$$\varphi' \text{ attuale} = 0.10$$

Le superfici *allo stato di progetto* valgono:

Area privata	
Aree impermeabili	689 mq
Aree semimpermeabili	0 mq
Aree a verde	345 mq
Aree da cedere	
Aree impermeabili	186 mq
Aree semimpermeabili	100 mq
Aree a verde	59 mq

Equivalenti ai seguenti coefficienti di deflusso:

$$\text{Area privata : } \varphi' \text{ progetto} = 0.67$$

$$\text{Aree da cedere : } \varphi' \text{ progetto} = 0.69$$

Tempo di corrivazione t_c

Il tempo di corrivazione è definito come il tempo impiegato da una goccia d'acqua che cade in quel punto per raggiungere la sezione di chiusura del bacino. In via semplificata, questo tempo viene considerato una costante dipendente solo dal punto e non dalle condizioni di moto che possono variare da un evento di pioggia all'altro (particolarmente in base alle caratteristiche del suolo e dell'evento di pioggia). Le ipotesi che si fanno sul tempo di corrivazione sono le seguenti:

- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende unicamente dalla posizione del punto in cui essa è caduta;
- la velocità della singola goccia non è influenzata dalla presenza di altre gocce, cioè ognuna di esse scorre indipendentemente dalle altre; in realtà la velocità dell'acqua dipende, oltre che dalle caratteristiche della superficie bagnata anche dal tirante idrico: ne consegue che in uno stesso bacino si possono avere valori diversi dei tempi di corrivazione sia in dipendenza delle caratteristiche del suolo sia anche durante la stessa precipitazione in funzione della durata e dell'intensità dell'evento.
- la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante alla sezione di chiusura.

Per bacini urbani il tempo di corrivazione (t_c) può essere stimato, in prima approssimazione, come somma di una componente di accesso alla rete (t_o) che rappresenta il tempo impiegato dalla particella d'acqua per giungere alla più vicina canalizzazione della rete scorrendo in superficie, e dal tempo di rete (t_r) necessario a transitare attraverso i canali della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura:

$$t_c = t_o + t_r$$

I valori di t_o e di t_r vengono calcolati con le seguenti formule:

Formula di Boyd:	$t_o = k * S^d$			$t_r = \frac{\sqrt{1.5 * S_{URB}}}{v}$
con :		con :		
$k = 2.51$	(costante)	$v = 1 \text{ m/s}$	(costante)	
$d = 0.38$	(costante)	$S = 0.001034 \text{ kmq}$	Superficie di trasformazione area privata	
$S = 0.001034 \text{ kmq}$	Superficie di trasformazione area Privata	$S = 0.000345 \text{ kmq}$	Superficie di trasformazione area da cedere	
$S = 0.000345 \text{ kmq}$	Superficie di trasformazione area da cedere			

Area privata

to (minuti) =	11,05	tr (minuti) =	2,36	tc (minuti) =	13,41
to (ore) =	0,18	tr (ore) =	0,04	tc (ore) =	0,22
to (secondi) =	662,97	tr (secondi) =	141,78	tc (secondi) =	804,75
to(giorni) =	0,007673267	tr (giorni) =	0,001640947	tc (giorni) =	0,009

Area da cedere

to (minuti) =	7,28	tr (minuti) =	1,36	tc (minuti) =	8,65
to (ore) =	0,12	tr (ore) =	0,02	tc (ore) =	0,14
to (secondi) =	436,87	tr (secondi) =	81,90	tc (secondi) =	518,76
to(giorni) =	0,005056311	tr (giorni) =	0,000947859	tc (giorni) =	0,006

L'altezza (in millimetri) della precipitazione per il tempo t pari al tempo di corrivazione e per tempi di ritorno di 50 anni vale:

$$h = a * t_c^n$$

nel caso in esame si ottiene:

Area privata: $h = 48.77 \text{ mm}$

Area da cedere: $h = 45.51 \text{ mm}$

Coefficiente udometrico per portata allo scarico

Il parametro di riferimento che descrive la risposta idrologica di un terreno in termini di trasformazione degli afflussi (piogge) in deflussi (portate) è detto "coefficiente udometrico". La trasformazione d'uso del suolo introdotta dalle nuove urbanizzazioni implica l'aumento del coefficiente udometrico u , con il conseguente aumento della portata scaricata nei corpi idrici ricettori: per mantenere inalterato il contributo specifico dell'area d'intervento, risulta necessario formare volumi d'invaso che consentano di ridurre le portate in uscita durante gli eventi di meteorici. Il calcolo dei volumi d'invaso necessari si effettua considerando costante il valore della portata in uscita ($Q_u = u \cdot S$) dal bacino, posto pari a quello che si stima essere prodotto dalle superfici scolanti, prima che ne venga modificata la destinazione d'uso.

La permeabilità del terreno naturale e l'elevata profondità della falda nell'area d'intervento, e la lontananza da corpi recettori superficiali, consigliano di smaltire al suolo i nuovi carichi idraulici prodotti dalle nuove urbanizzazioni. Nei calcoli dei volumi da invasare si è considerata una capacità d'infiltrazione minima di 5 l/s per ettaro, corrispondente a 0.52 l/s per l'area privata e 0.17 l/s per l'area da cedere.

Calcolo della portata di piena in prima approssimazione (a valle)

Questo valore, che non rientra nei calcoli per la determinazione dell'invaso, è utile per una conoscenza di massima della portata dell'area dopo la trasformazione.

$$Q_{\max} = 0.1157 * \Phi * \frac{S * h}{t_c}$$

Nel caso in esame si ha:

Area privata: $Q_{\max} = 0.042 \text{ mc/s}$

Area da cedere: $Q_{\max} = 0.021 \text{ mc/s}$.

Determinazione del coefficiente udometrico

Il coefficiente udometrico è la portata massima per unità di superficie che defluisce da un ambito (nel caso specifico dall'area oggetto di trasformazione); è un dato utile per comprendere la capacità di invaso. E' il rapporto tra portata massima ed area in trasformazione e vale:

Area privata: $u = 406 \text{ l/s ha}$

Area da cedere: $u = 605 \text{ l/s ha}$

6.1 Determinazione del volume di invaso

Le norme suggeriscono di effettuare i calcoli per la valutazione dell'invaso di laminazione con varie modalità, e di utilizzare i valori più cautelativi.

Calcolo con il metodo razionale

La determinazione delle portate scolanti avverrà applicando il metodo delle piogge per le curve di possibilità pluviometrica a due parametri (a, n) di equazione con riferimento ad un tempo di ritorno pari a 50 anni:

$$h = a t^n$$

Il volume di pioggia entrante nel sistema di invaso in conseguenza ad un evento pluviometrico di durata t si può esprimere tramite la seguente relazione:

$$V_e = S \times \varphi \times h(t) = S \times \varphi \times a t^n$$

dove φ è il coefficiente di deflusso e S è la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso. Il volume in uscita dal sistema nello stesso intervallo t di tempo sarà invece:

$$V_u = Q_u \times t = S \times u \times t$$

dove Q_u e u sono rispettivamente la portata e il coefficiente udometrico imposti allo scarico.

Il volume invasato al tempo t sarà allora dato dalla differenza dei volumi in ingresso e in uscita dal sistema:

$$V = V_e - V_u$$

La determinazione del volume di laminazione necessario è fornita di seguito:

Area privata:

$$t_{\max} = (Qu / S \varphi a n)^{1/n-1} = 4.39 \text{ h}$$

$$h = a t_{\max}^n = 77.1 \text{ mm}$$

$$V \text{ minimo invaso} = \varphi S h - Qu t = 45.3 \text{ mc}$$

Corrispondente ad un valore di 438.1 mc/ha (si ricorda che come Qu è stato posto il valore di 5 l/s ha).

Area da cedere:

$$t_{\max} = (Qu / S \varphi a n)^{1/n-1} = 4.54 \text{ h}$$

$$h = a t_{\max}^n = 77.5 \text{ mm}$$

$$V \text{ minimo invaso} = \varphi S h - Qu t = 15.6 \text{ mc}$$

Corrispondente ad un valore di 453.0 mc/ha.

Gli elaborati di calcolo sono riportati in allegato.

Calcolo speditivo volume di invaso

Secondo questo metodo, utilizzato nella “Relazione generale” della Valutazione di compatibilità idraulica redatta per i P.I. del comune di Verona nel Giugno 2011, a firma Dott. Geol. Cristiano Mastella, il coefficiente udometrico si può calcolare come segue:

$$u = \frac{p_0 \cdot n \cdot (\varphi \cdot a)^{1/n}}{w^n - 1}$$

dove p_0 è un parametro dipendente dalle unità di misura e dal tipo di bacino, a e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica, φ il coefficiente di deflusso e w il volume di invaso specifico. Volendo mantenere costante il coefficiente udometrico al variare del coefficiente di deflusso φ , per valutare i volumi di invaso in grado di modulare il picco di piena si ha, indicando con φ_0 e w_0 il coefficiente di deflusso ed il volume specifico di invaso prima della trasformazione d'uso del suolo, e facendo presente che il volume specifico di invaso iniziale è ricavato da valori di letteratura (Datei, 1997) e posto pari a 50 mc/ha, valore valido per fognature in ambito urbano:

$$w = w_0 (\varphi / \varphi_0)^{1/1-n}$$

la relazione fornisce i seguenti valori:

Area privata:

471.8 mc/ha

Il valore calcolato fornisce un invaso di 48.8 mc.

Area da cedere:

488.4 mc/ha

Il valore calcolato fornisce un invaso di 16.8 mc.

In definitiva, i calcoli hanno prodotto i seguenti valori dei volumi di invaso:

Area privata

	m ³ /ha	Area in esame
P.A.T.	487.4 m ³ /ha	50.4 mc
Metodo razionale	438.1 mc/ha	45.3 mc
Invaso speditivo	471.8 mc/ha	48.8 mc

I valori da adottare sono quelli più cautelativi, quindi per il caso in esame:

V invaso area privata = 50.4 mc

Per quanto riguarda l'area da cedere, si hanno le seguenti correlazioni:

Area da cedere

	m ³ /ha	Area in esame
P.A.T.	487.4 m ³ /ha	16.8 mc
Metodo razionale	453.0 mc/ha	15.6 mc
Invaso speditivo	488.4 mc/ha	16.8 mc

V invaso area da cedere= 16.8 mc

6.2 Proposta di misure compensative e/o di mitigazione del rischio

La realizzazione del progetto comporterà un aumento di impermeabilizzazione del sito rispetto allo stato attuale. Si passa quindi di seguito a proporre le misure compensative per l'alterazione del regime idraulico. Nel "Prontuario per la mitigazione ambientale" – Allegato n. 2 Componente idraulica dei P.I. del comune di Verona, approvato con D.C.C. n. 91 del 23.12.2011, gli interventi di compensazione sono distinti in tre categorie:

- realizzazione di un volume di invaso prevalente (tipologie: accumulo in vasca laminazione, sovradimensionamento delle condotte, bacini e fossi di infiltrazione, bacino di ritenzione);
- realizzazione di un sistema di smaltimento prevalente delle acque nel sottosuolo (tipologie: immissioni in pozzi disperdenti; immissione in corso d'acqua, dopo laminazione in un volume di invaso; trincee drenanti; immissione nella rete delle acque bianche);
- adottare buone pratiche costruttive (pratiche mitigative): vasca di prima pioggia, recupero acque piovane, realizzazione di tetti verdi, realizzazione di parcheggi grigliati.

Si ricorda che i terreni naturali a media permeabilità (da dati bibliografici pari a 10^{-3} - 10^{-5} m/s) sono sovrastati da materiali di riporto e dal terreno vegetale, per una potenza pari a 1.20 – 1.40 m; la falda si attesta a circa 10 m da p.c. In considerazione delle caratteristiche geologiche e di permeabilità del primo sottosuolo (strato R e strato V), per smaltire le acque nei depositi a maggiore permeabilità di strato SG è necessario eliminare o bypassare i depositi soprastanti. Nel caso specifico, *i sistemi di infiltrazione facilitata quali pozzi o trincee disperdenti, essendo il coefficiente di permeabilità dei depositi superficiali inferiore o uguale a 10^{-3} m/s, non sono stati presi in considerazione, se non come semplici volumi di invaso in accordo alla DGRV 2948/09.*

Si propone quindi la realizzazione di un sistema di laminazione con scarico finale al suolo, in modo da non sovraccaricare la rete di acque bianche di via dei Grolli. Facendo riferimento alla Tavola 6c, il volume necessario di invaso sarà così ottenuto:

Area privata:

Trascurando i volumi di invaso forniti dalle tubazioni della rete delle acque bianche, l'invaso di laminazione delle aree private sarà costituito da una vasca con fondo drenante di dimensioni 4.9 x 4.5 x h 2.3 m, verso la quale saranno recapitate le acque di pluviali e caditoie.

Invaso di laminazione: $50.7 \geq 50.4$ mc invaso teorico

Area da cedere:

Per l'area di manovra e si propone un invaso tramite due pozzi perpendenti di diametro 1.75 m ed altezza 3.5 m, collegati da una caditoia centrale.

Invaso pozzi perpendenti: $16.83 \geq 16.8$ mc invaso teorico

Data la permeabilità dei terreni, gli invasi così costituiti consentiranno comunque l'infiltrazione e la reimmissione in falda delle acque meteoriche e di scorrimento; la relativa aliquota non è stata considerata nei calcoli, in accordo a quanto previsto da DGRV 2948/09. I pozzi perdenti potranno essere eventualmente collettati nella rete di acque bianche di via dei Grolli, anche se l'intento (grazie al dimensionamento) è di smaltire tutte le acque meteoriche nell'ambito del P.U.A.

7 Considerazioni conclusive

La presente valutazione di compatibilità idraulica è relativa all'ambito del P.U.A. di via dei Grolli presso il quartiere Roma nel comune di Verona: in conformità a quanto in precedenza esposto, a quanto previsto dalle norme vigenti, con particolare riferimento alla DGRV n. 3637/2002 ed alla DGRV n. 1322/2006, a quanto indicato da P.A.T. e P.I. del comune di Verona, si riassumono le caratteristiche e la situazione dell'area indagata:

- A seguito delle indagini condotte, la stratigrafia dei terreni risulta la seguente:

Strato	Descrizione litologica	Prof. (m da p.c.)	Spessore (m)
R	Terreno di riporto a tessitura sabbiosa debolmente ghiaiosa. Contiene frammenti di laterizi, ceramica, plastica, vetro, cavi elettrici.	0.60 – 0.80	0.60 – 0.80
V	Terreno vegetale bruno a tessitura sabbiosa con ciottoli poligenici di dimensioni 2- 3 cm e subordinata ghiaia	1.20 – 1.40	0.50 – 0.60
SG	Sabbie medio grossolane e ghiaie con subordinati ciottoli poligenici eterometrici con locali tracce di cementazione, passanti a ghiaie e ciottoli poligenici di dimensioni prevalentemente centimetriche con locali tracce di cementazione in matrice sabbiosa medio grossolana.	N.D.	N.D.

- L'intervento si svolgerà su di un terreno pianeggiante in un'area urbanizzata; la falda freatica risulta attestarsi, da dati bibliografici, a circa 10 m da piano campagna. I terreni naturali presentano una media permeabilità (dell'ordine di 10^{-3} - 10^{-5} m/s), non sufficiente per considerare sistemi di infiltrazione facilitata; sono inoltre sovrastanti da una potenza di 1.2 – 1.4 m di materiali di riporto e dall'originario terreno vegetale. Non vi è una rete idraulica ricettrice in prossimità dell'area di intervento, mentre lungo via dei Grolli vi è una rete di acque bianche gestita da Acque Veronesi;
- per ridurre il carico idraulico derivante dall'impermeabilizzazione conseguente alla realizzazione del P.U.A. in oggetto, si propone di smaltire le acque provenienti dalle aree impermeabilizzate conferendole in un invaso ricavato nel piazzale dell'area privata, coadiuvato da n. 2 pozzi perdenti nell'area da cedere, entrambi di diametro 1.75 m ed altezza 3.5 m: la capacità totale dell'invaso così costituito è rispettivamente di 50.7 mc, a fronte dei 50.4 mc teorici richiesti per l'area privata, e di 16.83 mc per l'area da cedere, valore raffrontabile ai 16.8 mc necessari. Si fa presente che, data la permeabilità dei terreni, l'infiltrazione e la reimmissione in falda delle acque meteoriche e di scorrimento avranno comunque luogo: tuttavia l'aliquota relativa non è stata considerata nei calcoli delle misure compensative, in accordo a quanto previsto dalla DGRV 2948/09.
- Si consiglia infine di dotare il lotto di una vasca per il recupero delle acque meteoriche per il successivo riutilizzo in sito.



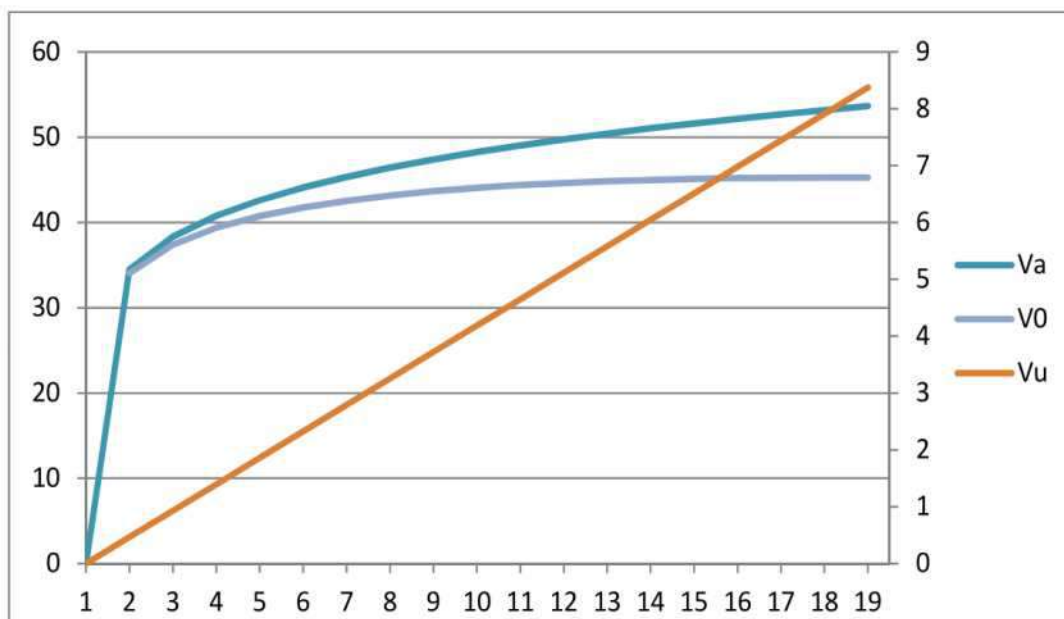
Dott. Geol. Silvia Daleffe
Silvia Daleffe

Allegato

Tabulati di calcolo metodo razionale

Area privata

t	t	altezza di pioggia	Qa	Va	Vu	V0
min	ore	h	mc/s	mc	mc	
15	0,25	49,73	0,038	34,5	0,47	34,0
30	0,50	55,29	0,021	38,3	0,93	37,4
45	0,75	58,83	0,015	40,8	1,40	39,4
60	1,00	61,48	0,012	42,6	1,86	40,8
75	1,25	63,62	0,010	44,1	2,33	41,8
90	1,50	65,41	0,008	45,4	2,79	42,6
105	1,75	66,98	0,007	46,4	3,26	43,2
120	2,00	68,36	0,007	47,4	3,72	43,7
135	2,25	69,60	0,006	48,3	4,19	44,1
150	2,50	70,73	0,005	49,0	4,65	44,4
165	2,75	71,77	0,005	49,8	5,12	44,6
180	3,00	72,73	0,005	50,4	5,58	44,8
195	3,25	73,63	0,004	51,0	6,05	45,0
210	3,50	74,47	0,004	51,6	6,51	45,1
225	3,75	75,26	0,004	52,2	6,98	45,2
240	4,00	76,01	0,004	52,7	7,44	45,3
255	4,25	76,71	0,003	53,2	7,91	45,3
270	4,50	77,39	0,003	53,7	8,38	45,3
285	4,75	78,03	0,003	54,1	8,84	45,3
300	5,00	78,65	0,003	54,5	9,31	45,2
315	5,25	79,24	0,003	54,9	9,77	45,2
330	5,50	79,80	0,003	55,3	10,24	45,1
345	5,75	80,35	0,003	55,7	10,70	45,0



Area da cedere

t min	t ore	altezza di pioggia h	Qa mc/s	Va mc	Vu mc	V0
15	0,25	49,73	0,013	11,8	0,16	11,7
30	0,50	55,29	0,007	13,2	0,31	12,9
45	0,75	58,83	0,005	14,0	0,47	13,6
60	1,00	61,48	0,004	14,6	0,62	14,0
75	1,25	63,62	0,003	15,2	0,78	14,4
90	1,50	65,41	0,003	15,6	0,93	14,7
105	1,75	66,98	0,003	16,0	1,09	14,9
120	2,00	68,36	0,002	16,3	1,24	15,0
135	2,25	69,60	0,002	16,6	1,40	15,2
150	2,50	70,73	0,002	16,9	1,55	15,3
165	2,75	71,77	0,002	17,1	1,71	15,4
180	3,00	72,73	0,002	17,3	1,86	15,5
195	3,25	73,63	0,001	17,5	2,02	15,5
210	3,50	74,47	0,001	17,7	2,17	15,6
225	3,75	75,26	0,001	17,9	2,33	15,6
240	4,00	76,01	0,001	18,1	2,48	15,6
255	4,25	76,71	0,001	18,3	2,64	15,6
270	4,50	77,39	0,001	18,4	2,79	15,6
285	4,75	78,03	0,001	18,6	2,95	15,6
300	5,00	78,65	0,001	18,7	3,11	15,6
315	5,25	79,24	0,001	18,9	3,26	15,6
330	5,50	79,80	0,001	19,0	3,42	15,6
345	5,75	80,35	0,001	19,1	3,57	15,6
360	6,00	80,87	0,001	19,3	3,73	15,5
375	6,25	81,38	0,001	19,4	3,88	15,5

