

COMUNE DI NEGRAR



PROVINCIA DI VERONA

Piano Urbanistico Attuativo S.Maria

ZTO C2/17, C2/18, C2/19, C2/20

PROPRIETARIO

S.MARIA 90 SRL

COGESE SRL

RESENTERRA SRL

PROGETTISTA

RENZO BANTERLE ORD. ARCH. PROV. DI VERONA N.114

PIERO BANTERLE ORD. ARCH. PROV. DI VERONA N.1749

VIA_UMBERTO_I_11 | 37024_NEGRAR_VR | TEL_0457501236

P.U.A. S.Maria

PIANO
URBANISTICO
ATTUATIVO

PIANO
RECUPERO

DOCUM.
TECNICA
STORICA

RILIEVO /
PROGETTO
INTERVENTO

PR

S

P

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

4.2

SCALA

A

RIFERIMENTO

DATA

DATA 20/01/2016

AGGIORNAMENTI

Comune di NEGRAR

Provincia di Verona

CO.GE.SE. S.R.L., SANTA MARIA 90 S.R.L., BRUNELLI S.R.L.

***PIANO URBANISTICO ATTUATIVO PER LA
URBANIZZAZIONE DI UN'AREA IN LOC. ARBIZZANO***

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

D.G.R.V. 2948/2009

Verona, gennaio 2016

dott. Paolo De Rossi

geologo

via Bombardi, 23

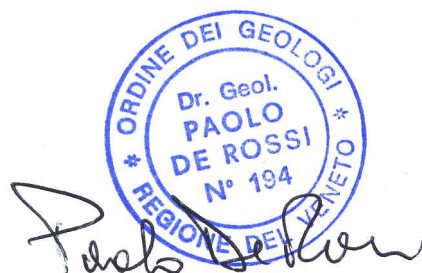
37131 V E R O N A

tel. 045-525148 cell. 340-4501373

e-mail: pdr@geologoderossi.com - geologoderossi@gmail.com PEC:

pdr@epap.sicurezzapostale.it

Polizza assicurativa R.C.: LLOYD'S di Londra - POLIZZA N. A114C49930 massimale di euro 1.000.000



SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. LOCALIZZAZIONE DELL'AREA	4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	6
3.1. situazione geomorfologica e geologica	6
3.2. idrografia superficiale e idrogeologia	9
4. CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE.....	11
4.1 - precipitazioni.....	11
5- CALCOLO DELLE PORTATE.....	16
5.1 - portata oraria delle acque meteoriche	16
6 - CONDIZIONI PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA	20
7 - CONCLUSIONI.....	24

1. PREMESSA

Questa relazione di Valutazione di Compatibilità idraulica riguarda un'area sita in frazione Arbizzano del comune di Negrar e un progetto dell'architetto Renzo Banterle di Negrar. Esso prevede la urbanizzazione dell'area con realizzazione di strade e parcheggi e di 21 lotti edificabili.

La valutazione di compatibilità idraulica viene svolta ai sensi della D.G.R.V. 2489/2009 e della Valutazione di compatibilità idraulica del P.A.T. del comune di Negrar.

A tal fine sono stati considerati ed elaborati i dati della ricerca geologica e idrogeologica eseguita e i dati meteorologici relativi agli eventi piovosi critici.

2. LOCALIZZAZIONE DELL'AREA

L'area dell'intervento è situata nella periferia orientale del centro abitato di Arbizzano a quote comprese tra circa 80 e circa 90 m s.l.m.



Fig. 1: ripresa satellitare del sito di progetto con evidenziate indicativamente le aree interessate



Fig. 2: l'area di studio (stralcio C.T.R. scala 1:5.000)

3 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1 - situazione geomorfologica e geologica

La zona della lottizzazione si trova alla periferia nord-occidentale di Arbizzano. Dal punto di vista morfologico si tratta dell'unghia terminale del conoide detritico della vallata di Novare, segnato alla base del corso del vajo del Ghetto. Più ad occidente il conoide si estingue lasciando posto ad una pianura morfologicamente più omogenea.

La quota media del terreno è di circa 100 m s.l.m. La zona di lottizzazione presenta una pendenza verso ovest e secondariamente verso sud (verso il vajo del Ghetto).

Il conoide della valle di Novare forma una evidente scarpata su cui sorge l'abitato di Arbizzano. Si tratta di una struttura globalmente stabile e non soggetta a dissesti, come dimostra la situazione e la storia della frazione che vi sorge.

Come si è detto la zona di lottizzazione si trova al termine del conoide e al raccordo di questo con la pianura. Tale raccordo è segnato dal corso d'acqua vajo del Ghetto, che scorre depresso di circa 3 metri rispetto alla campagna a occidente della lottizzazione e a circa 5 metri di profondità rispetto a quest'ultima, che si trova in posizione sopraelevata.

Il vajo del Ghetto è un corso d'acqua a regime saltuario, legato alle precipitazioni. Inoltre, in corrispondenza di sottopassi a valle risulta intubato in sezioni ridotte. Non sembra quindi un corso d'acqua in grado di sviluppare portate di piena rilevanti, anche in virtù del suo ridotto bacino idrografico.

Inoltre eventuali esondazioni potrebbero eventualmente aversi solo nella pianura a occidente della lottizzazione, per evidenti ragioni di altimetria della superficie topografica, in quanto tutta l'area da lottizzare è sopraelevata rispetto al vajo e alla predetta pianura. Il vajo descrive una curva concava verso la lottizzazione e quindi la maggiore azione erosiva che dovesse eventualmente svilupparsi, intaccherebbe la sponda convessa, verso la campagna e opposta alla lottizzazione.

In tali condizioni la esposizione a rischi idrogeologici dell'area appare molto ridotta.

La situazione geologica della zona vasta in cui ricade l'area da lottizzare è ben nota per avervi effettuato vari studi propedeutici alla realizzazione di costruzioni. Il sottosuolo è formato da sedimenti incoerenti depositi dai corsi d'acqua e di origine lessinea. Si tratta di depositi ghiaiosi,

spesso con abbondante matrice, alternati normalmente a livelli di limi e limi argillosi. Si rinvencono anche, soprattutto in superficie, depositi ghiaiosi in abbondante matrice fine.

Caratteristica comune di tutta l'area è una notevole variabilità in quanto i depositi hanno estensione lentiforme con frequenti variazioni sia verticali che orizzontali.

Poiché la falda acquifera è profonda e non in grado di esercitare influenze sulle costruzioni o le altre opere, i sedimenti coesivi sono di buona consistenza e non si rinvencono argille molli o suoli particolarmente cedevoli. Nell'area di lottizzazione si sono effettuati tre scavi di assaggio, nel 2003, spinti fino a 5-6 metri di profondità, e altri due nel gennaio 2016 (più ulteriori due lungo la strada pubblica al confine orientale, sulla scarpata al fine di rilevare la situazione per la progettazione del muro di contenimento e dell'allargamento stradale).

Le più significative di queste indagini ai fini della presente relazione sono quelle eseguite nel 2016. Quelle del 2003 hanno consentito di caratterizzare il sottosuolo dal punto di vista geotecnico mentre quelle recenti sono state volte ad individuare la presenza di orizzonti di elevata permeabilità nei quali sia possibile scaricare le acque pluviali.

Dal punto di vista geotecnico il terreno nei primi metri di sottosuolo ha un prevalente comportamento coesivo, eccezion fatta per alcuni livelli marcatamente granulari talora presenti. Tuttavia in entrambi gli scavi, alla profondità di 3-5 metri circa (dipendente anche dalla altimetria del terreno) si è rinvenuto un livello di ghiaia lessinea con scarsa matrice fine e molto permeabile.

Le stratigrafie degli scavi sono le seguenti. Si riporta a seguire anche una analisi granulometrica con la valutazione del coefficiente di permeabilità, che risulta molto superiore al limite di 10^{-3} m/s fissato dalla DGRV 2498/2009 per permettere la immissione nel suolo.

Gli scavi eseguiti nel 2016 sono stati posizionati nelle zone dove il progettista ritiene di poter costruire le opere di compensazione volte a garantire la invarianza idraulica. Le stratigrafie sono descritte a seguire:

SCAVO n. 1

da m 0 a 5,5 ghiaia ad elementi spigolosi centimetrici in abbondante matrice limo argillosa

da m 5.5 a 5,9 ghiaia e sabbia lessinea con scarsa matrice fine e permeabile

SCAVO n. 2

- da m 0 a m 0,3 terreno di coltivo limo-argilloso
- da m 0,3 a m 1,3 argilla marrone
- da m 1,3 a m 2,3 ghiaia in abbondante matrice limo argillosa
- da m 2,3 a m 2,9 argilla
- da m 2,9 a m 5 ghiaia e sabbia lessinea con scarsa matrice fine e permeabile

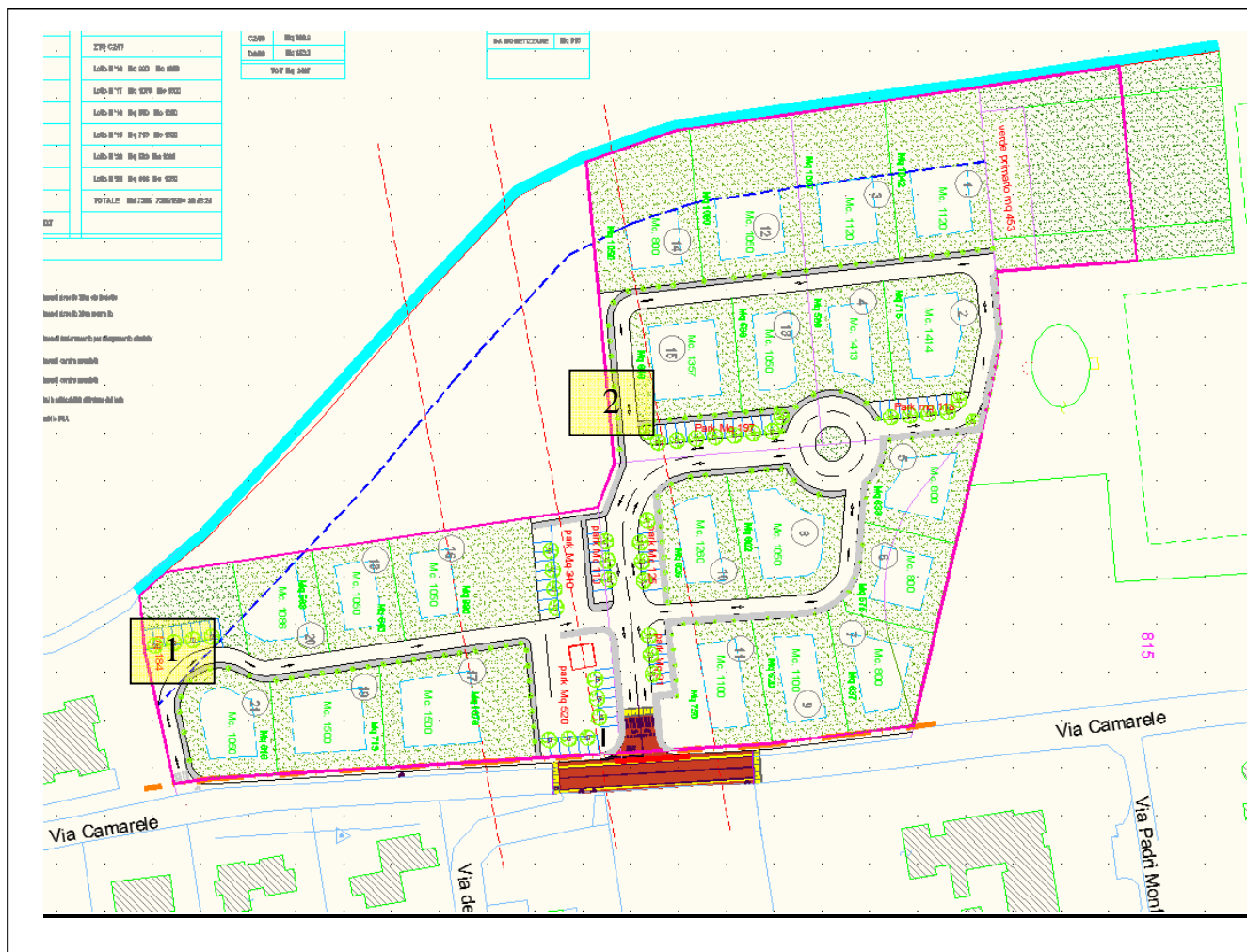


Fig. 4: posizione degli scavi eseguiti nel 2016

3.2 – idrografia superficiale e idrogeologia

L'unico corso d'acqua della zona è il già menzionato Vajo del Ghetto. Tale corpo idrico è il naturale recettore delle acque scolanti dalle aree di lottizzazione e presenta portate saltuarie in occasione delle precipitazioni ma anche situazioni di difficoltà di deflusso lungo via Case Zamboni e via Camarele. Per questi motivi non si ritiene opportuno convogliare le acque della lottizzazione in tale corso d'acqua ma si prevede di predisporre sistemi di accumulo e di infiltrazione facilitata nel terreno. La falda freatica nel sito è profonda almeno una quarantina di metri.

Verona 25 gennaio 2016
Campione proveniente da Lottizzazione Santa Maria, 90, Arbizzano di Negrar (VR)
ANALISI GRANULOMETRICA E CALCOLO DEL COEFF. DI PERMEABILITA'

Campione:	s4-1	Profondità: m	4,5		WL= 0	IP= 0
vaglio	peso netto	trattenuto	passante	D80	D20	D10
mm	g	%	%	mm	mm	mm
76,200	224,17	0,00%	95,39%			
25,400	885,46	0,00%	77,57%			
16,000	1022,06	0,00%	56,53%			
8,000	1035,35	21,31%	35,22%			
4,750	524,10	10,79%	24,43%			
2,000	408,93	8,42%	16,01%			
0,850	203,40	4,19%	11,82%			
0,425	145,57	3,00%	8,83%			
0,250	111,17	2,29%	6,54%			
0,125	61,72	1,27%	5,27%			
0,075	15,48	0,32%	4,95%			
<0,075	240,50	4,95%				
totale	4857,91	100,00%		17,267	3,013	0,557
CU =	31					
K1 cm/s =	0,311	COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA				
K2 cm/s =	4,2038	% ghiaia = 83,99 %				
Gruppo UNI:	A-1-a	% sabbia = 11,06 %				
Classe USCS:	GW	% limo e arg. = 4,95%				

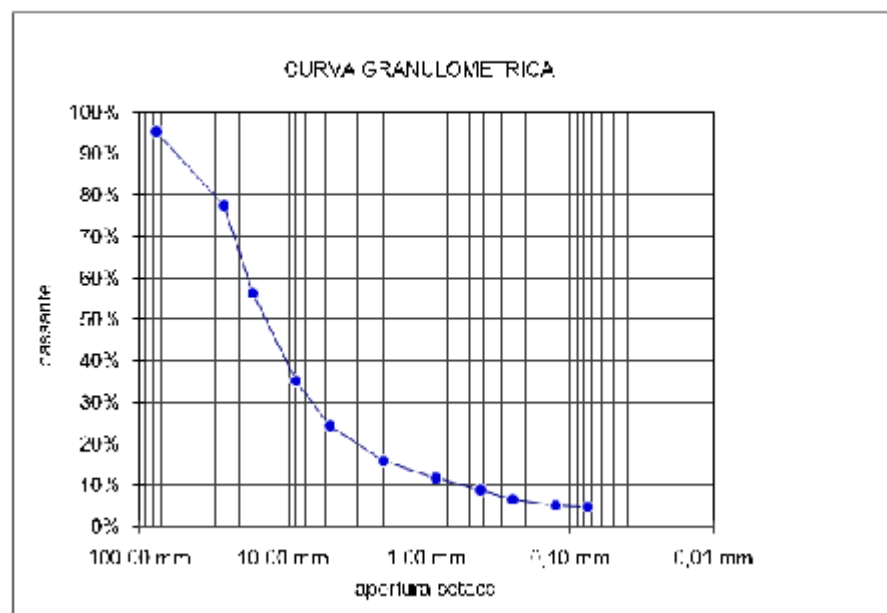
limiti di consistenza non eseguiti

Note: le percentuali di sabbia e limo + argilla sono approssimate, considerando come limite per la sabbia il valore di 0.075 mm (anziché 0,08 mm)

CU = D80/D10 = coefficiente di uniformità

K1 (cm/s) = $100 \times (D10)^2$ = coeff. di permeabilità (rif. HAZEN; D10 in cm)

K2 (cm/s) = $10^{[2,28 \cdot \log(D20) - 0,46885]}$ = coeff. di permeabilità (rif. E.N.E.L.; D20 in mm)



Dalla analisi granulometrica è stato ricavato il coefficiente di permeabilità del livello ghiaioso presente al fondo degli scavi è superiore largamente al valore di 10^{-3} m/s indicato dalla DGRV 2498/2009 per lo scarico nel suolo

4 - CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE

Il parametro meteoclimatico fondamentale per definire il problema del governo delle acque meteoriche è costituito dalle precipitazioni e in particolare dagli eventi intensi e di breve durata. Infatti altri fattori, il cui più rilevante è certamente la temperatura, hanno una influenza poco significativa in relazione alla durata generalmente breve degli eventi piovosi che determinano situazioni critiche.

4.1 - Precipitazioni

Per definire le dimensioni delle opere da realizzare per garantire il governo delle acque meteoriche cadenti sull'area interessata, viene richiesta la conoscenza delle portate che vi affluiscono.

Per definire tali portate bisogna conoscere i dati relativi alle precipitazioni, tenendo anche conto dell'estensione, della natura e della composizione della superficie scolante per valutare quale frazione della precipitazione concorra alla formazione delle portate stesse.

Le precipitazioni che determinano problemi legati alle capacità di immagazzinamento e educazione delle opere di governo sono quelle di elevata intensità e breve durata. Infatti all'aumentare della durata di precipitazione diminuisce progressivamente l'intensità in modo tale che la portata in afflusso diminuisce molto rapidamente. Per questo motivo normalmente i dimensionamenti vengono eseguiti in relazione alla durata di pioggia di 1 ora, che comporta la massima portata in afflusso.

La distribuzione spaziale delle medie dei massimi annuali delle precipitazioni di durata 1 ora è legata a fenomeni di tipo temporalesco molto spesso localizzati e distribuiti sul territorio in modo disomogeneo. Pertanto, deve essere messo in evidenza come l'interpolazione di dati sia fortemente collegata alla disponibilità di registrazione di tali fenomeni attraverso idonei strumenti di misura (pluviografi) opportunamente dislocati sul territorio.

Si è scelta come punto di riferimento pluviometrico la stazione di **San Pietro in Cariano** che si trova a nord est dell'area interessata ed alla distanza di circa 5 chilometri. Essa, per caratteristiche climatiche appare affine alla zona di Arbizzano e adatta a rappresentare la sua situazione meteoroclimatica.

La varietà degli eventi possibili, in quanto marcati da diversa frequenza, pone la questione di scegliere tra essi quello cui fare riferimento.

L'evento di riferimento da selezionare tra i possibili si deve caratterizzare per un ragionevole valore della sua frequenza probabile.

Questo periodo è chiamato **Tempo di ritorno.**

Il tempo di ritorno T_r è definito come l'inverso della frequenza media probabile del verificarsi di un evento maggiore, ossia il periodo di tempo nel quale un certo evento è mediamente uguagliato o superato.

$$T_r = 1 / [1 - P(h \leq H)]$$

Volendo determinare le portate si deve fare prima una premessa sulla durata dei diversi eventi.

Gli eventi meteorici sono convenzionalmente suddivisi in:

eventi di breve durata, i cosiddetti scrosci; essi hanno una durata mediamente inferiore all'ora e sono caratterizzate da forte intensità e perciò sviluppano elevate portate alla sezione di chiusura del bacino idrografico;

eventi di lunga durata; essi hanno una durata superiore all'ora hanno minore intensità ma sviluppano elevati volumi alla sezione di chiusura del bacino idrografico;

Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a tali eventi pluviometrici vengono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica (CPP), elaborate a partire dalle registrazioni di altezza di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche.

Lo scopo dell'elaborazione statistica dei dati è la determinazione dei coefficienti **a** (mm/oreⁿ) e **n** che compaiono nelle equazioni di possibilità pluviometrica:

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

h = altezza di pioggia in mm

t = tempo in ore

Nelle applicazioni dell'ingegneria idraulica la stima delle portate di piena viene effettuata con metodologie diverse in relazione alla quantità e qualità dell'informazione idrologica disponibile.

Essa può essere condotta:

- con metodi diretti: elaborando dati di portata disponibili per il corso d'acqua che si esamina;
- con metodi indiretti: ricorrendo, per supplire alla insufficienza di dati di portata, a dati della stessa grandezza osservati su altri corsi d'acqua della medesima regione idrologica.

Nel caso che si conoscano le precipitazioni sul bacino, si possono utilizzare modelli matematici di trasformazione afflussi-deflussi il più semplice dei quali è la cosiddetta formula razionale; con l'applicazione di formule empiriche ricavate da vari autori in base all'informazione idrologica nota nei bacini.

Per l'area oggetto del presente studio (attualmente a verde incolto), si sono considerati i dati della Stazione di San Pietro in Cariano utilizzati anche dalla Valutazione di Compatibilità Idraulica del Piano di Assetto del Territorio del comune di Negrar ed estratti da essa.

I dati utilizzati sono già stati elaborati attraverso la regolarizzazione statistico-probabilistica, e fanno riferimento alla distribuzione di Gumbel. Tale legge si basa sull'introduzione di un'ipotesi relativa al tipo di distribuzione dei più grandi valori estraibili da più serie costituite da osservazioni tra loro indipendenti.

La distribuzione cumulata di probabilità è descritta dalla seguente funzione:

$$F(x) = \exp(-\exp(-\frac{x-u}{\alpha}))$$

dove x e u rappresentano rispettivamente i parametri di concentrazione e della tendenza centrale stimati con il metodo dei momenti:

$$\mu_x = mx = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N xi$$

$$\sigma_x = sx = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (xi - mx)^2}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} \cdot sx}{\pi} \quad \text{misura della dispersione attorno al valore medio}$$

$$u = mx - \lambda \cdot \alpha \quad \text{moda}$$

con $\lambda = 0,5772$ è la costante di Eulero.

Indicando con $F(x)$ la probabilità di non superamento del valore x , il tempo medio di ritorno è calcolato dalla relazione:

$$Tr = \frac{1}{(1 - F(x))}$$

dove T_r rappresenta quindi il numero medio di anni entro cui il valore x viene superato una sola volta.

Come esplicitamente previsto dal D.G.R. n° 2948 del 06 dicembre 2009, nei successivi calcoli si fa riferimento ad un **tempo di ritorno di 50 anni**.

Il valore di precipitazione massima, utilizzato per le considerazioni tecniche è pari a **60,48 mm/h**, corrispondente alla precipitazione più critica, di durata un'ora, per un **tempo di ritorno di 50 anni**.



Stazione di S.PIETRO IN CARIANO					legge di GUMBEL
Parametri regolarizzazione dati di precipitazione					
-alfa * (x - beta)					
-e					
P(x) = e					
1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	
N: 15	N: 15	N: 15	N: 15	N: 15	
Media: 31.240	Media: 39.067	Media: 44.267	Media: 51.373	Media: 59.493	
alfa: .116	alfa: .101	alfa: .118	alfa: .093	alfa: .075	
beta: 26.815	beta: 33.984	beta: 39.923	beta: 45.860	beta: 52.644	
Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	
Xt = 29.98	Xt = 37.62	Xt = 43.03	Xt = 49.80	Xt = 57.54	
Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	
Xt = 39.76	Xt = 48.85	Xt = 52.63	Xt = 61.99	Xt = 72.68	
Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	
Xt = 46.23	Xt = 56.29	Xt = 58.98	Xt = 70.05	Xt = 82.70	
Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	
Xt = 54.41	Xt = 65.68	Xt = 67.01	Xt = 80.25	Xt = 95.36	
Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	
Xt = 60.48	Xt = 72.66	Xt = 72.97	Xt = 87.81	Xt = 104.75	
Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	
Xt = 66.51	Xt = 79.58	Xt = 78.88	Xt = 95.32	Xt = 114.08	
Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	
Xt = 72.51	Xt = 86.47	Xt = 84.77	Xt = 102.80	Xt = 123.37	

Tabella 1: piogge intense alla stazione di San Pietro Incariano per vari tempi di ritorno (DA V.C.I. del P.A.T.)

5 - CALCOLO DELLE PORTATE

Fattore riduttivo

Il calcolo della portata affluente su un'area è legato alle precipitazioni meteoriche e deve tener conto di alcuni elementi intrinseci del luogo, denominati **"impermeabilità", "ritardo", "ritenuta" e "distribuzione della pioggia"**, che complessivamente contribuiscono a ridurre tale valore.

Secondo la D.G.R. n° 2948 del 06 dicembre 2009, il fattore riduttivo da utilizzare nei calcoli dei collettori pluviali è dato dal prodotto dei soli primi due coefficienti:

- coefficiente di **deflusso** ϕ_1 , che può essere determinato mediante apposite valutazioni basate su prove di permeabilità oppure si possono utilizzare i seguenti valori forniti dalla normativa citata:

0,1 per le aree agricole

0,2 per le superfici permeabili (aree verdi)

0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...)

0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,.....);

- coefficiente di **ritardo** ψ , funzione della pendenza media e dell'estensione del bacino di alimentazione, preso pari a 1,0.

Tabella 2: valori del fattore riduttivo ϕ

<u>zone agricole</u>	<u>zone verdi</u>
$\phi_1 \times \psi = 0,10 \times 1,0 = \mathbf{0,10}$	$\phi_1 \times \psi = 0,20 \times 1,0 = \mathbf{0,20}$
<u>zone semipermeabili</u>	<u>zone impermeabili</u>
$\phi_1 \times \psi = 0,60 \times 1,0 = \mathbf{0,60}$	$\phi_1 \times \psi = 0,90 \times 1,0 = \mathbf{0,90}$

5.1 - PORTATA ORARIA DELLE ACQUE METEORICHE

L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate. Pertanto ogni progetto di trasformazione dell'uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative volte a mantenere costante il regime idraulico secondo il principio dell'invarianza idraulica, così come definito dalla D.G.R. n° 2948 del 06 dicembre 2009.

La quantità d'acqua meteorica in uscita da una determinata area, viene calcolata con la formula seguente:

$$Q = \varphi \cdot A \cdot h = \varphi \cdot A \cdot a \cdot t^n$$

Se A è in [m²] e h in [m/ora] la portata Q in [m³/h]

in cui, come in parte già visto, si ha:

φ	fattore riduttivo	<i>variabile</i>
h	intensità oraria	0,06048m/h = 60,48 mm/h
A	superficie	variabile (m ²)
t	durata dell'evento piovoso	
a, n	coefficienti dell'equazione della curva di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno considerato	

Da un punto di vista idraulico, la situazione da verificare è quella che produce un aumento dell'impermeabilità delle superfici passando dalla attuale situazione a zona a verde con coefficiente di deflusso pari a 0,1 ad una zona parzialmente impermeabile in cui il coefficiente di deflusso delle aree impermeabili è pari a 0,9.

Allo stato attuale la portata che affluisce sull'area in esame è data da:

$$Q = \varphi \cdot A \cdot h = \varphi \cdot A \cdot a \cdot t^n$$

Utilizzando Se A è in [m2] e h in [mm/ora] e dividendo per 3600 (secondi in un'ora) la portata Q è in l/s

$$Q = \frac{\varphi \cdot A \cdot h}{3600}$$

Per l'attuale destinazione d'uso i dati utilizzati sono:

φ	fattore riduttivo	0,1
h	intensità oraria	60,48 mm/h
A	superficie	variabile

Per la situazione dopo la trasformazione i dati utilizzati sono:

φ	fattore riduttivo	0,2
h	intensità oraria	60,48 mm/h
A	superficie	variabile

che forniscono i valori di portata riportati nelle tabelle 5 e 6 seguenti, che allo stato attuale si disperde in parte naturalmente negli strati superficiali del suolo e in parte va in ruscellamento superficiale oltre alla scarsa quantità che evapora o evapotraspira. Tuttavia la gran parte dell'afflusso meteorico viene oggi edotto dalla rete idrografica superficiale.

Le superfici delle aree comuni di lottizzazione sono le seguenti:

Tabella 3: superfici di intervento

TIPO DI AREA	SUPERFICIE
STRADE E MARCIAPIEDI	4.111 m ²
PARCHEGGI SEMIPERMEABILI	1.620 m ²
AREE VERDI	382 m ²
T O T A L E	<u>6.113</u> m ²

LA SUPERFICIE TOTALE DEI LOTTI AMMONTA A m² **16.076**.

Il totale dell'area da lottizzare (aree comuni e pubbliche più lotti) è di **22.189** m²

Le tabelle seguenti riportano la situazione per le aree comuni (opere di urbanizzazione) e una ipotesi di quelle dei singoli lotti che in questa fase di progettazione va considerata indicativa in quanto non è ovviamente possibile disporre di progetti esecutivi di ciascuno dei singoli lotti. Le tabelle sono state fornite dai progettisti.

SUPERFICI	mq	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
impermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
semipermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
permeabili	6113	36,97	44,42	44,61	64,03	64,03
VOLUME ACQUA TOTALE mc		36,97	44,42	44,61	64,03	64,03
PORTATA TOTALE mc/s		0,0103	0,0041	0,0021	0,0015	0,0007

Tabella 4: quantità di acqua per le aree comuni prima della trasformazione

SUPERFICI	mq	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
impermeabili	4111	223,77	268,83	269,98	324,89	387,56
semipermeabili	1620	58,79	70,63	70,93	85,35	101,82
permeabili	482	5,83	7,00	7,03	8,46	10,10
VOLUME ACQUA TOTALE mc		288,39	346,46	347,94	418,70	499,48
PORTATA TOTALE mc/s		0,0801	0,0321	0,0161	0,0097	0,0058

Tabella 5: quantità di acqua per le aree comuni dopo la trasformazione

Pertanto per garantire l'invarianza idraulica delle aree comuni di lottizzazione si devono governare le seguenti quantità di acqua:

$$\underline{\underline{m^3 \ 288,39 - 36,97 = 251,42 \ m^3 \ pari \ a \ 0,0698 \ m^3/h}}$$

lotto	superficie	acqua attuale		sup. dopo intervento		acqua dopo trasformazione		differenza per invarianza	
	mq	l/s	mc	verde	coperta	l/s	mc	l/s	mc
1	1042	1,75	0,49	856	186	5,69	1,58	4,59	1,09
2	715	1,20	0,33	480	235	5,17	1,44	4,06	1,10
3	1007	1,69	0,47	807	200	5,74	1,59	4,61	1,12
4	580	0,97	0,27	345	235	4,71	1,31	3,67	1,04
5	633	1,06	0,30	500	133	3,69	1,03	2,96	0,73
6	575	0,97	0,27	442	133	3,50	0,97	2,79	0,70
7	637	1,07	0,30	504	133	3,70	1,03	2,97	0,73
8	802	1,35	0,37	627	175	4,75	1,32	3,81	0,95
9	620	1,04	0,29	437	183	4,24	1,18	3,35	0,89
10	625	1,05	0,29	415	210	4,57	1,27	3,59	0,98
11	750	1,26	0,35	567	183	4,67	1,30	3,72	0,95
12	1090	1,83	0,51	915	175	5,72	1,59	4,64	1,08
13	586	0,98	0,27	411	175	4,03	1,12	3,18	0,85
14	1050	1,76	0,49	917	133	5,09	1,41	4,17	0,92
15	846	1,42	0,39	625	221	5,44	1,51	4,32	1,12
16	990	1,66	0,46	815	175	5,38	1,50	4,35	1,03
17	1076	1,81	0,50	826	250	6,56	1,82	5,24	1,32
18	540	0,91	0,25	365	175	3,87	1,08	3,05	0,82
19	713	1,20	0,33	463	250	5,34	1,48	4,19	1,15
20	583	0,98	0,27	402	181	4,09	1,14	3,22	0,86
21	616	1,03	0,29	441	175	4,13	1,15	3,27	0,86
TOTALI	16076	27,01	7,50	12160	3916	100,07	27,80	79,77	20,29

Tabella 6: aree e quantità di acqua dei singoli lotti prima e dopo la trasformazione

Nella situazione geologica e idrogeologica del sito è possibile disperdere acque nel suolo a condizione di raggiungere lo strato ghiaioso profondo individuato negli scavi e presumibilmente presente in tutta l'area.

6 - CONDIZIONI PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA

Per garantire l'invarianza idraulica è necessario che, per il tempo di ritorno fissato dalla D.G.R. 2948/2009 in 50 anni, **la portata di pioggia che esce dall'area prima della trasformazione in progetto deve restare la stessa a trasformazione attuata.**

Ovviamente la quantità di acqua in entrata sarà quella a trasformazione ultimata mentre quella in uscita sarà quella consentita dalla situazione del sito e dalle normative e consuetudini locali. Con ciò si intende che ad esempio l'infiltrazione nel terreno è condizionata dalla permeabilità di questo oltre che da quanto consentito dalla D.G.R. 2948/2009; la immissione in corpo idrico superficiale deve limitarsi alla portata educibile da esso o consentita dall'ente gestore ecc.

Nel caso specifico, trattandosi di una zona priva di criticità dal punto di vista idraulico e considerando che il sottosuolo presenta livelli ghiaiosi con coefficiente di permeabilità maggiore di 10^{-3} m/s e falda profonda, è consentita la dispersione nel terreno. Infatti la DGR 2948/2009 sancisce che:

"In caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge (coefficiente di filtrazione maggiore di 10^{-3} m/s e frazione limosa inferiore al 5%), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dalla impermeabilizzazione Tuttavia le misure compensative andranno di norma ad individuare volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata."

La soluzione progettuale, sia per ciascun singolo lotto e sia per le aree pubbliche e comuni della lottizzazione consiste quindi nella realizzazione di pozzi perdenti in grado di disperdere nello strato ghiaioso profondo permeabile individuato e di disporre di volume sufficiente per invasare la metà del maggiore volume di acqua derivante dalla trasformazione urbanistica.

Il volume di acqua da invasare, per quanto precedentemente valutato, è pari a:

$$\text{VOLUME DI INVASO} = \underline{251,42 \text{ m}^3 : 2 = 125,71 \text{ ARROTONDATI } 126 \text{ m}^3}$$

I pozzi di dispersione delle aree comuni e pubbliche saranno posizionati in due siti, rispettivamente nelle zone a parcheggi in prossimità delle posizioni degli scavi n. 1 e n. 2.

Pertanto il progetto prevede di realizzare le opere di urbanizzazione e i relativi apprestamenti atti a garantire la invarianza idraulica. Poi per ciascun lotto si provvederà a realizzare le opere di governo delle acque in occasione della edificazione. A tal fine si specifica che la tabella 6 ha valore indicativo in quanto l'esatta estensione delle superfici permeabili e impermeabili di ciascun lotto si potrà conoscere solo a progettazione eseguita ed approvata. Pertanto per

ciascun lotto dovranno essere verificati i valori di portata e volume di acque riportati nella precedente tabella 6, basata su dati presuntivi forniti dai progettisti.

Per valutare la efficienza di dispersione dei pozzi perdenti in relazione alle sole opere di urbanizzazione si è eseguita una simulazione che ha portato alla produzione di un grafico (fig. 5).

Il grafico seguente simula la situazione per le seguenti condizioni:

<i>SUPERFICIE SCOLANTE (aree pubbliche e comuni)</i>	<i>6.113 m²</i>
<i>NUMERO DI POZZI DI DISPERSIONE</i>	<i>4</i>
<i>DIMENSIONI DEI POZZI</i>	<i>1,5 m diam. x 7 m</i>
<i>profondità</i>	
<i>VOLUME POZZI (10 m³ cadauno colmi di acqua sui 12 utili)</i>	<i>40 m³</i>
<i>COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'</i>	<i>2 X 10⁻³ m/s</i>
<i>PORTATA IN AFFLUSSO</i>	<i>0,0801 m³/s per 1 ora</i>
<i>PORTATA ANTE TRASFORMAZIONE</i>	<i>0,0103 m³/s per 1 ora</i>

Si rileva chiaramente che nei pozzi si accumula un volume massimo di circa 23,67 m³ che si mantiene poi costante, a fronte di una capienza di 40 m³. Tale volume di acqua corrisponde ad una altezza massima dell'acqua nei pozzi di 3,35 metri a fronte dei 7 di profondità.

Va rilevato che solo una parte del sottosuolo, al fondo pozzo, presenta coefficiente di permeabilità elevato. Per tenere conto di questo fattore che riduce la efficienza di dispersione si è introdotto un valore di permeabilità inferiore a quello valutato con la curva granulometrica (2 X 10⁻³ m/s, anziché 3 X 10⁻³ m/s) e comunque il livello massimo di acqua nei pozzi si mantiene comunque ben più basso di quanto necessario per la tracimazione. L'aspetto maggiormente vincolante, come si vede, è il volume di invaso che richiede un numero di pozzi ben più alto di quanti necessari per garantire la dispersione senza tracimazione. Tale volume

può comunque essere garantito con altri tipi di invaso (aree verdi ribassate, vasche al di sotto dei parcheggi ecc.)

Si ricorda infine che essendo i pozzi distribuiti in due diverse posizioni, in ciascuna di esse il loro numero dovrà essere proporzionale alla superficie afferente.

Si ricorda infine che è possibile costruire pozzi di infiltrazione con larghezza diversa da quella ipotizzata nella simulazione, fatto salvo il volume totale. Non è possibile invece modificare in riduzione la profondità, almeno per i pozzi deputati alla dispersione (si potrebbe per pozzi di solo invaso) per le condizioni di permeabilità del sottosuolo che consentono di disperdere solo a partire da una certa profondità. come spiegato in precedenza.

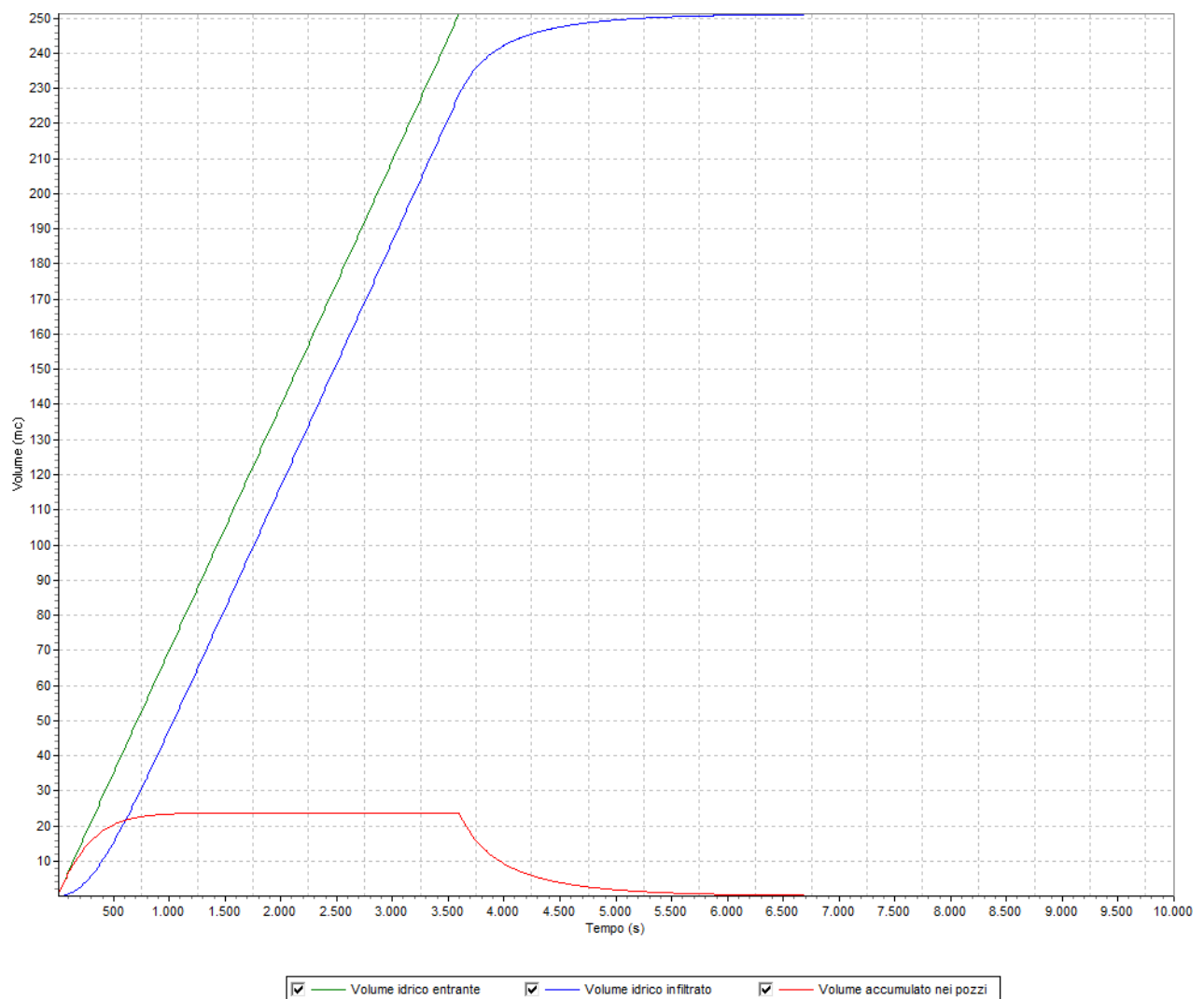


Fig. 5: simulazione degli effetti dell'afflusso meteorico critico con 4 pozzi di dispersione profondi 7 metri e larghi 1,5

6 - CONCLUSIONI

Lo studio svolto dimostra che il sottosuolo dell'area da lottizzare consente la dispersione di acque solo a partire da una profondità variabile da 3 a 5 metri a seconda della zona, dove si rinviene uno strato di ghiaia con permeabilità superiore a 10^{-3} m/s.

Le valutazioni eseguite portano a stimare un volume di acqua da governare per garantire la invarianza idraulica pari a 251,42 m³. Le condizioni geologiche del sito consentono di disperderne a suolo la metà e di invasarne l'altra metà pari a circa 126 m³.

Le simulazioni svolte consentono di stabilire che ai soli fini della dispersione nel suolo sono sufficienti opere di infiltrazione facilitata costituite da 4 pozzi perdenti profondi 7 metri e del diametro di 1,5 m, con capacità massima di invaso di 40 m³. L'invaso richiede però ulteriori volumi che possono essere ottenuti in vari modi la cui scelta compete ai progettisti.