

Comune di VERONA

Provincia di Verona

SOCIETA' COOPERATIVA EDILIZIA DEL SASSO S.R.L.

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DEL SASSO - SEZANO

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA rev. 04

D.G.R.V. 2948/2009

Verona, 29 aprile 2014

dott. Paolo De Rossi

geologo

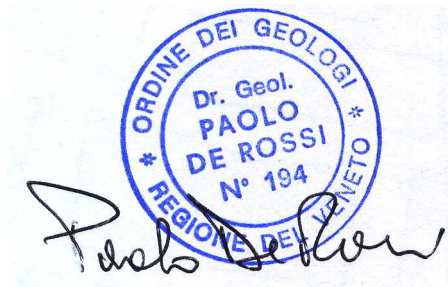
via Bombardi, 23

37131 V E R O N A

tel. 045-525148 340-4501373 fax 045-8401610

e-mail: pdr@geologoderossi.com - geologoderossi@gmail.com PEC: pdr@epap.sicurezzapostale.it

Polizza assicurativa R.C.: LLOYD'S di Londra - POLIZZA N. B112413N300002 massimale di euro 1.000.000



INDICE

1 - PREMESSA	3
1.1 - ubicazione dell'area	4
1.2 - descrizione dell'intervento	5
2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO	5
2.1 - situazione geologica e morfologica	5
2.2 - idrografia superficiale e idrogeologia - rete recettrice - rischio idraulico	8
2.3 - indagini geognostiche	9
3 - CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE	13
3.1 - precipitazioni	13
4 - CALCOLO DELLE PORTATE	20
4.1 - portate e volumi delle acque meteoriche	21
4.2 - opere di compensazione	28

ALLEGATI: 1 - Lay-out del p.u.a. con ubicazione degli scavi di saggio

2 - Dati pluviometrici per la stazione di Grezzana (ARPAV)

1 - PREMESSA

La Società Cooperativa Edilizia Del Sasso intende realizzare un piano urbanistico attuativo a Sezano, secondo un progetto congiunto degli Architetti Marco Rodella e Gilberto Meneghini e del geometra Antonio Benvenuti.

Sono stati incaricati di eseguire la valutazione di compatibilità idraulica ai sensi della D.G.R.V. 2489/2009.

A tal fine sono stati esaminati i dati della ricerca geologica e idrogeologica eseguita e inoltre sono stati esaminati e valutati i dati meteorologici relativi agli eventi piovosi critici. Questa quarta versione della valutazione avviene in seguito alla quarta variazione dei dati metrici comunicati dai progettisti.



Fig. 1: il sito di progetto

1.2 - descrizione dell'intervento

L'intervento investe una superficie complessiva di 7.335 metri quadrati di cui 5.092 per i lotti edificabili e 2.243 per le aree pubbliche. Inizialmente si prevede solo di urbanizzare l'area ma questa valutazione viene estesa anche ai lotti privati in modo di comprendere l'intera superficie da trasformare. A seguire apposite tabelle fornite dai progettisti riportano più dettagliatamente i dati metrici dell'intervento e le caratteristiche generali delle opere sono desumibili dagli elaborati di progetto.

2 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO

2.1 - situazione geomorfologica e geologica

La zona di intervento si trova ai piedi delle colline sinistra orografica della Valpantena, alla periferia occidentale dell'abitato di Sezano, alla quota di circa 135 m s.l.m.. L'area si estende lungo le vie Monte Cucco e Sezano alla loro intersezione e dove vi confluisce la via Mezzomonte. Si tratta di un'area posta a ridosso del piede collinare e ricade nella fascia di raccordo tra il rilievo e il fondovalle. La pendenza principale è orientata verso ovest e secondariamente verso sud, nella direzione dell'asse vallivo. La zona di intervento appartiene al fondovalle della Valpantena.

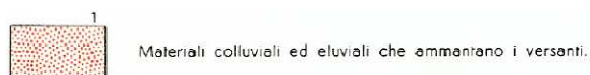
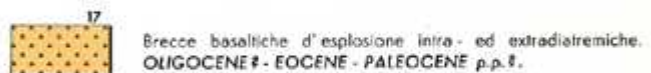
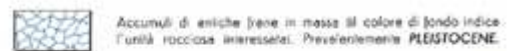
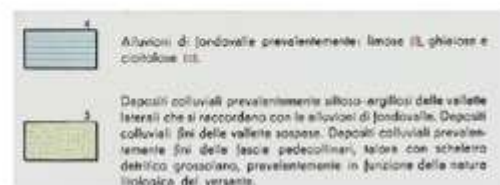
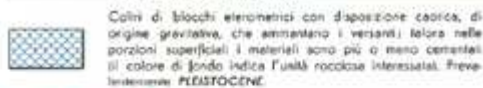
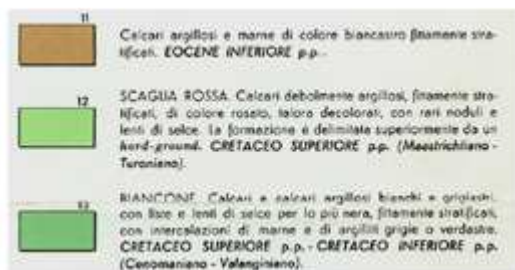
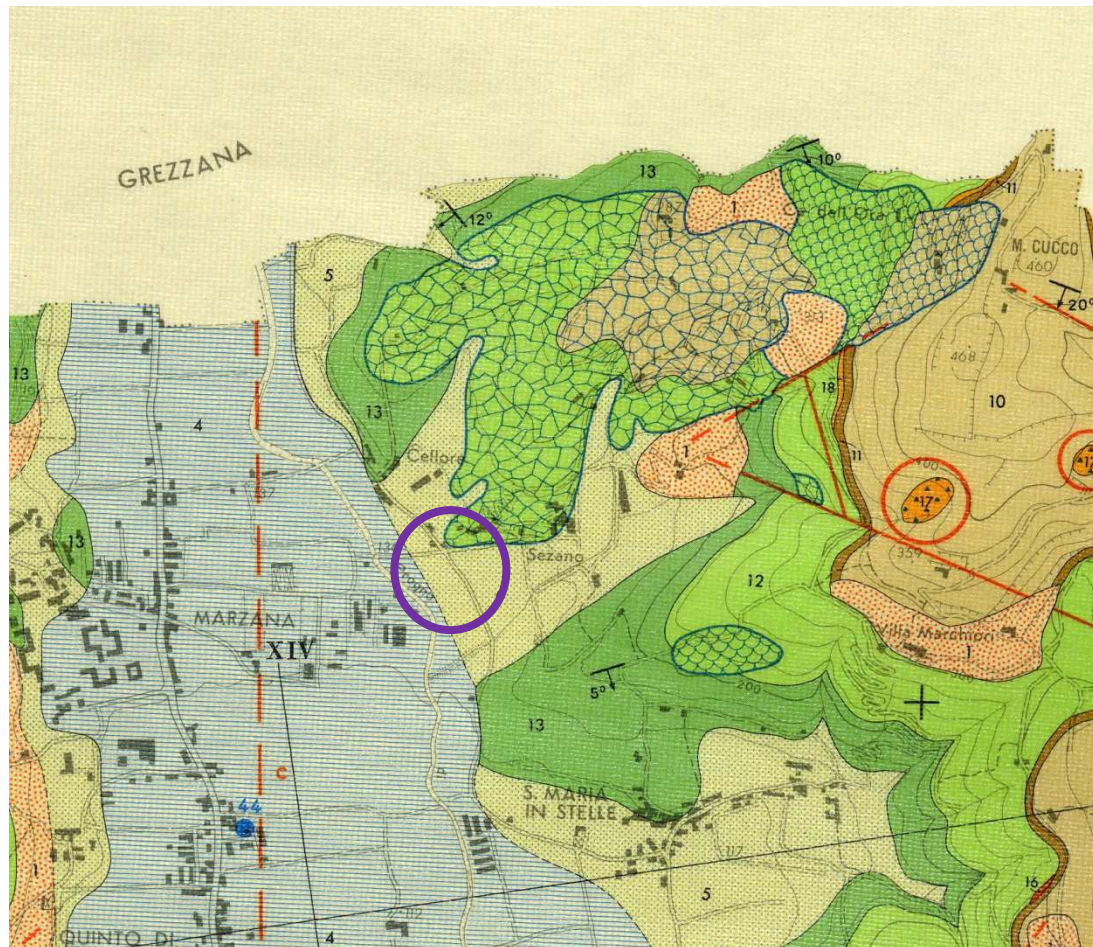
L'area appare assolutamente stabile dal punto di vista morfologico e non vi si osservano nè fenomeni di instabilità morfologica in atto nè cicatrici di eventi pregressi soprattutto per il fatto che la morfologia pianeggiante non consente lo sviluppo di fenomeni franosi o di dissesti morfologici. Tali fenomeni non sono osservabili nemmeno nelle aree circostanti che storicamente non risultano esserne state soggette.

L'area è quindi stabile e da questo punto di vista risulta adatta ad essere edificata. Il sottosuolo del sito risente in parte degli apporti colluviali provenienti dal versante e in parte dalla sedimentazione del progno di Valpantena. Tale sedimentazione è testimoniata dalla presenza di ciottoli arrotondati. Nelle aree più vicine al pendio collinare si rileva invece la presenza nell'argilla di elementi lapidei

spigolosi o debolmente arrotondati, provenienti appunto dal versante e poco arrotondati per il più breve trasporto che hanno subito e per le sue diverse modalità. Il sottosuolo risulta prevalentemente argilloso ma, soprattutto nelle aree più lontane dal pendio si sono rilevati orizzonti ricchi di ciottoli ma la cui porosità risultava comunque praticamente del tutto intasata dalla frazione fine. Il progno di Valpantena e i suoi affluenti disponevano nel quaternario, in condizioni climatiche ben diverse da quelle attuali, di imponenti portate idriche e erano agenti morfogenetici di primaria importanza, in grado di erodere il bacino montano e le stesse loro alluvioni di pianura e di depositare sedimenti detritici per spessori rilevanti. Tale situazione, per le mutate condizioni climatiche, non è più in atto e i corsi d'acqua sono ormai quasi sempre asciutti.

Il pendio collinare a monte del sito è costituito da un accumulo di paleofrana. Si tratta di roccia intensamente fratturata e scompaginata, tanto da assomigliare ad un deposito incoerente, costituita da frammenti spigolosi eterometrici della formazione rocciosa della Scaglia Rossa (Cretaceo superiore p.p.) Tale accumulo, dello spessore di parecchi metri, è stato rinvenuto, oltre che sul pendio collinare, anche nello scavo 2, che successivamente alla prima indagine è stato approfondito fino a 10 metri di profondità. La roccia scompaginata e fratturata si rinviene a partire da 8,5 metri ed è sovrastata da argilla prevalente con ciottoli. Presumibilmente nella zona la roccia autoctona si trova a profondità non molto elevata ma tale profondità aumenta rapidamente procedendo verso il centro della valle.

Il sottosuolo della zona è quindi costituito da sedimenti e depositi che inizialmente sono prevalentemente argillosi contenenti ciottoli più o meno arrotondati ma a profondità maggiore sono costituiti dall'accumulo della paleofrana e poi dalla roccia in posto. Nello scavo n. 3 si sono rilevati orizzonti ricchi di ghiaia ad elementi calcarei arrotondati tipici del trasporto torrentizio, ma la cui porosità risultava indagata dalla frazione fine.



2.2 – idrografia superficiale e idrogeologia - rete recettrice - rischio idraulico

Il progno di Valpantena scorre entro arginature artificiali elevate alcuni metri rispetto al piano di campagna circa 100 m ad ovest dell'area da lottizzare e in posizione leggermente più depressa. L'area nel suo insieme è più bassa della delle aree circostanti in quanto le strade che la limitano ad est e a nord sono in rilevato per un dislivello di 1-2 metri e ad ovest si trova l'argine del progno. Il naturale sfogo delle acque è verso tale argine e poi verso sud seguendone il corso. Il regime idraulico attuale del progno non comporta pericoli per il sito di costruzione in virtù delle arginature presenti. Tuttavia l'area riceve le acque del versante e quelle che scendono da via Mezzomonte. E' assolutamente inopportuno mantenere inalterata la morfologia attuale in quanto si andrebbe a costruire entro una zona depressa dove confluirebbero le acque provenienti da nord e soprattutto da est con volumi e portate rilevanti. Inoltre l'area potrebbe essere allagata da eventuali rotte d'argine del progno. Questo configura la concreta possibilità di disguidi rilevanti per gli edifici e i loro interrati che potrebbero facilmente allagarsi. Per questi motivi si ritiene indispensabile elevare la quota del terreno almeno a quelle delle strade confinanti a est e a nord. In tal modo l'area di scolo delle acque diventerebbe la zona agricola depressa compresa tra il rilevato di lottizzazione e l'argine del progno. Opportune misure di mitigazione possono rendere improbabili e occasionali anche gli allagamenti di questa zona ma è evidente che i danni che si potrebbero creare all'area agricola sono largamente inferiori a quanto potrebbe verificarsi alla zona di lottizzazione se si edificasse alla attuale quota di campagna.

Come si può rilevare anche dalle riprese fotografiche del paragrafo seguente il sottosuolo risulta, per la porzione esplorata costituito inizialmente da sedimenti in larga prevalenza argillosi e praticamente impermeabili mentre a profondità maggiore e nella zona di realizzazione delle opere di compensazione idraulica, si è rinvenuto un deposito di paleofrana molto permeabile (a partire da circa 8,5 metri di profondità). E' probabile, ma non è stato possibile accertarlo, che nella zona occidentale o al più nell'area compresa tra l'argine del progno e la lottizzazione, siano presenti

livelli ghiaiosi permeabili, a profondità maggiore di quella esplorata, che potrebbero fungere da corpo recettore per gli scarichi delle acque pluviali. Tuttavia il materiale di accumulo della paleofrana rilevato a partire da 8,5 metri di profondità nello scavo n. 2 è molto permeabile e consente la facile ed efficace dispersione delle acque meteoriche.

Alle profondità di scavo non si incontra la falda acquifera, che si posiziona a circa almeno 30 metri di profondità (dati rilevati recentemente in sondaggi geognostici eseguiti nella zona industriale alla opposta sponda del progno.) e non esercita alcuna influenza sulle opere di urbanizzazione.

Nella zona il corpo recettore principale è il suolo, per le aree verdi da trasformare, in quanto il progno di Valpantena è arginato in questo tratto della valle e le acque superficiali non vi si possono immettere. Tuttavia sono probabili forme di ruscellamento e di ristagno (nelle aree depresse allo stato attuale) in quanto il terreno argilloso è poco permeabile e soprattutto se già umido, non è in grado di assorbire acqua in misura rilevante. Inoltre l'area è attualmente depressa rispetto alle strade confinanti e scola verso sud nella campagna alla base dell'argine sinistro del progno. Nella zona non sono segnalati dagli strumenti di pianificazione (P.A.I., P.A.T., Piano Degli Interventi) situazioni di rischio idraulico. È stato valutato il possibile rilevante apporto di acqua da monte (soprattutto via Mezzomonte) in caso di eventi intensi con elevato tempo di ritorno. In questa zona il Comune ha realizzato un pozzo di dispersione che il tecnico della circoscrizione assicura pienamente efficiente e efficace allo scopo.

3.1 – indagini geognostiche

Con le risorse messe a disposizione è stato possibile eseguire 3 scavi di assaggio in posizioni indicate dalla proprietà, spinti fino alla profondità massima di circa 3 (scavi 2 e 3) e 10 metri (scavo 2). L'indagine svolta è sufficiente per quanto attiene le opere di urbanizzazione ma va considerata e per le problematiche relative alla possibilità di disperdere acque pluviali nel suolo.

Le ubicazioni dei punti di scavo sono riportate nell'allegato n. 1.

scavo 1: (zona centrale della lottizzazione all'intersezione fra via Sezano e via Monte Cucco)

profondità m	litologia
0 – 0,3	Terreno agrario argilloso con ciottoli
0,3-1,0	Argilla marrone
1,0-3,0	Ghiaia con elementi calcarei arrotondati e debolmente arrotondati in matrice argillosa abbondante
3,0 -3,3	Argilla con rari ciottoli calcarei arrotondati



Fig. 5: lo scavo n. 2 e il terreno di risulta

scavo 2: (zona settentrionale della lottizzazione nella zona est del lotto n. 5)

profondità m	litologia
0 - 8,5	Terreno agrario argilloso con ciottoli
8,5 – 10,0	Accumulo di paleofrana di Scaglia Rossa, molto fratturata e porosa



Fig. 4: lo scavo n. 1 e il terreno di risulta (accumulo di paleofrana da 8,5 metri di prof.)

scavo 3: (zona nord-occidentale al limite nord del lotto n. 1)

profondità m	litologia
0 – 0,3	Terreno agrario argilloso con ciottoli
0,3-1,0	Argilla marrone e ghiaia ad elementi calcarei arrotondati
1,0-2,4	Argilla con pochi ciottoli calcarei arrotondati
2,4 - 3,0	Ghiaia ad elementi calcarei arrotondati con abbondante matrice argillosa
3,0 - 3,3	Argilla con rari ciottoli calcarei arrotondati



Fig. 6: lo scavo n. 3 e il terreno di risulta

3 - CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE

Il parametro meteorologico 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.

3.1 Precipitazioni

Per definire le dimensioni delle opere che costituiscono il sistema di deflusso delle acque meteoriche provenienti dall'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 capire quale frazione della precipitazione concorra alla formazione delle portate stesse.

Le precipitazioni che determinano problemi legati alle capacità di immagazzinamento e eduazione 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.

I pluviografi presenti nella zona circostante a quella di studio sono evidenziati nella successiva immagine.

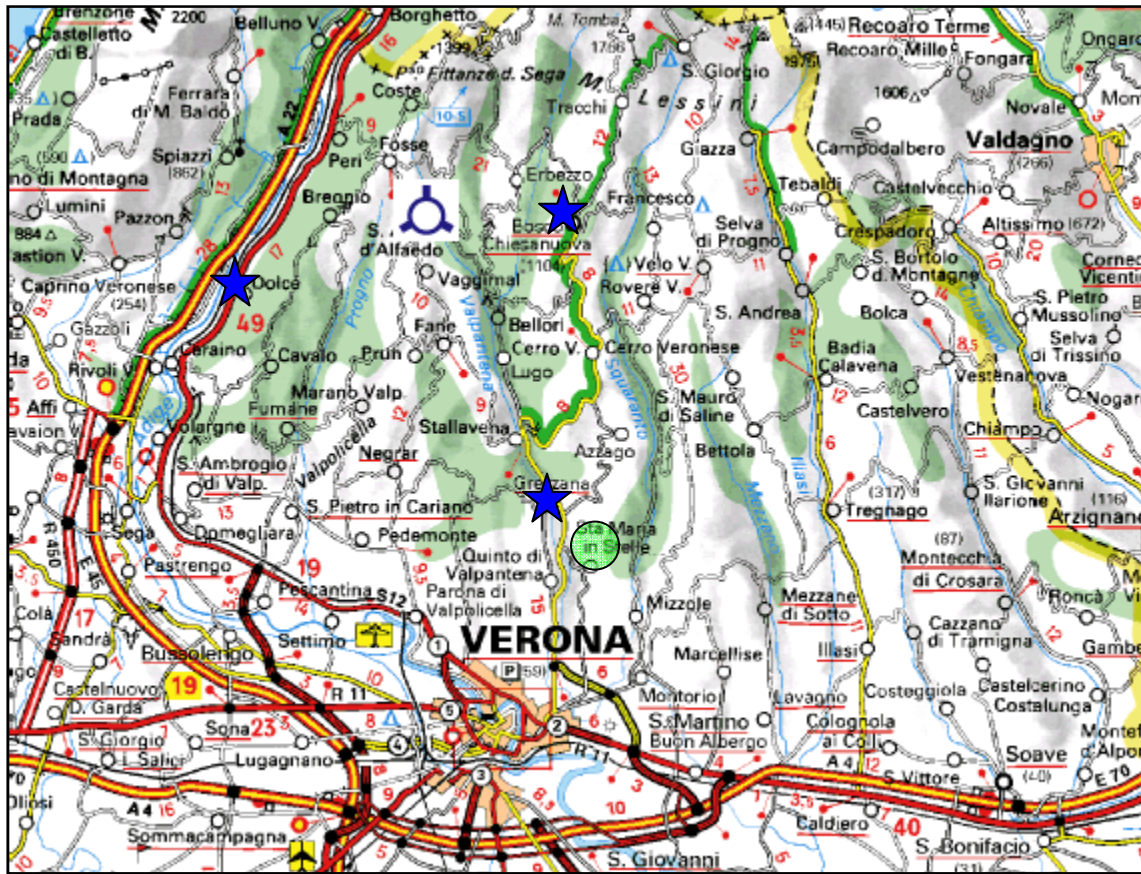


Figura 3: Stazione meteo di riferimento e zona in esame.

Si è scelta come punto di riferimento la stazione di **Grezzana** che si trova a Nord Ovest dell'area interessata.

La stazione di Verona non è infatti più in osservazione e le altre presenti sono lontane e meno rappresentative.

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 ad uso agricolo), si possono considerare i dati forniti dall'ufficio di telerilevamento e climatologia ARPAV – Centro meteorologico di Teolo per la Stazione di Grezzana.

I dati che sono stati inviati dall'ARPAV 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 χ e u rappresentano rispettivamente i parametri di concentrazione e della tendenza centrale stimati con il metodo dei momenti:

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

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

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} \cdot sx}{\pi}$$

misura della dispersione attorno al valore medio

$$u = mx - \lambda \cdot \alpha$$

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.

Si riporta di seguito un grafico rappresentante le curve di possibilità pluviometrica relative alla stazione pluviometrica di Grezzana.

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**.

Nella seguente tabella sono riportate le precipitazioni massime al suolo per la suddetta curva di livello, per diverse durate di pioggia:

Sicurezza del Territorio			
Servizio Centro Meteorologico di Teolo			
Tempi di ritorno con metodo di Gumbel			
aggregazione 1 ora			
Stazione Grezzana			
Provincia VERONA			
Altitudine metri 156			
Coord X 1657307			
Coord Y 5041581			
Inizio attività sensore di pioggia 01/02/1992			
Fine attività sensore di pioggia ancora attivo			
Parametri Gumbel elaborati			Precipitazione in base ai tempi di ritorno
con aggregazione 1 ora			con aggregazione 1 ora
		Tempo di ritorno	mm
Numerosità (anni)	20		
Media	35,33	2 anni	33,6
Deviazione standard	12,19	5 anni	46,3
Alfa	0,0894	10 anni	54,7
Mu	29,48	20 anni	62,7
		25 anni	65,3
		50 anni	73,1
Tabelle realizzate il 17/04/2012 10:53 (solare)			

Il valore di precipitazione massima, utilizzato per le considerazioni tecniche è pari a **73,1 mm/h**, corrispondente alla precipitazione più critica, di durata un'ora, per un **tempo di ritorno di 50 anni**.

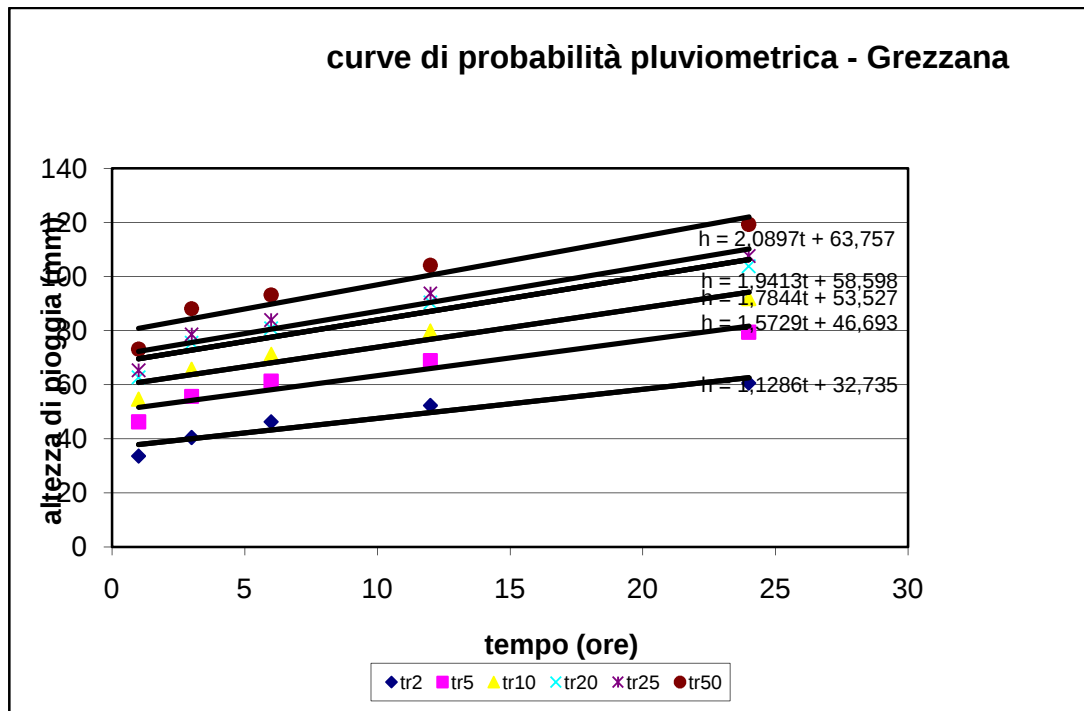
**Dipartimento Regionale per la
Sicurezza del Territorio
Servizio Centro Meteorologico di Teolo**

**Curve di possibilità pluviometrica con
aggregazione 1-24h**

Stazione **Grezzana**
Provincia **VERONA**
Altitudine metri **156**
Coord X **1657307**
Coord Y **5041581**
Inizio attività sensore di pioggia
01/02/1992
Fine attività sensore di pioggia **ancora attivo**

Parametri delle curve di possibilità pluviometriche con aggregazione 1-24h		
Tempo di ritorno	a	n
2 anni	32,64117	0,182105
5 anni	44,81605	0,161331
10 anni	52,8683	0,152578
20 anni	60,58854	0,146272
50 anni	70,57806	0,140079

Tabella realizzata il 17/04/2012 10:53
(solare)



4 - 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 analisi (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.

Il fattore riduttivo ϕ risulta quindi pari a:

<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>
$\phi_1 \times \psi = 0,60 \times 1,0 = \mathbf{0,60}$	$\phi_1 \times \psi = 0,90 \times 1,0 = \mathbf{0,90}$

4.1 - portate e volumi 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:

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

Se A è in $[m^2]$ e h in $[m/ora]$ la portata Q in $[m^3/h]$

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

φ	fattore riduttivo	<i>variabile</i>
h	intensità oraria	$0,0731 \text{ m/h} = 73,1 \text{ mm/h}$
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 agricola 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.

Stato attuale

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 [m^2] 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	73,1 mm/h
A	superficie	variabile

che forniscono i seguenti valori di portata che allo stato attuale si disperde naturalmente nel suolo.

TIPO DI AREA	SUPERFICIE
PRIVATA	5.601 m^2
PUBBLICA	1.751 m^2
T O T A L E	7.352 m^2

AREE DA TRASFORMARE IN PRIVATE

VOLUMI E PORTATE D'ACQUA PER DIVERSE DURATE DI PRECIPITAZIONE						
RIFERITE ALLA STAZIONE DI GREZZANA E AD UN TEMPO DI RITORNO DI 50 ANNI						
SUPERFICI	mq	5 min.	10 min.	15 min.	30 min	45 min.
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	5092	9,11	14,72	18,84	27,55	33,86
VOLUME ACQUA TOTALE mc		9,11	14,72	18,84	27,55	33,86
PORTATA TOTALE mc/s		0,030	0,025	0,021	0,015	0,01
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	5092	37,22	44,86	47,46	53,01	60,75
VOLUME ACQUA TOTALE mc		37,22	44,86	47,46	53,01	60,75
PORTATA TOTALE mc/s		0,0103	0,0042	0,0022	0,0012	0,0007

AREE DA TRASFORMARE IN PUBBLICHE

VOLUMI E PORTATE D'ACQUA PER DIVERSE DURATE DI PRECIPITAZIONE						
RIFERITE ALLA STAZIONE DI GREZZANA E AD UN TEMPO DI RITORNO DI 50 ANNI						
SUPERFICI	mq	5 min.	10 min.	15 min.	30 min	45 min.
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	2243	4,01	6,48	8,30	12,13	14,92
VOLUME ACQUA TOTALE mc		4,01	6,48	8,30	12,13	14,92
PORTATA TOTALE mc/s		0,013	0,011	0,009	0,007	0,01
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	2243	16,40	19,76	20,90	23,35	26,76
VOLUME ACQUA TOTALE mc		16,40	19,76	20,90	23,35	26,76
PORTATA TOTALE mc/s		0,0046	0,0018	0,0010	0,0005	0,0003

(per le aree si è utilizzato un coefficiente di deflusso di 0,1 essendo attualmente ad uso agricolo)

stato di progetto

Dalle tabelle seguenti, fornita dal progettista, risulta evidente che l'aumento di impermeabilità è generato dalla futura realizzazione degli edifici.

SUPERFICIE TERRITORIALE= 7.335 mq

LOTTE / U.M.I.	SF Superficie Fondiarie	SUP. COPERTURA	SUPERFICIE RAMPE	SUPERFICIE PERMEABILE	SUPERFICIE IMPERMEABILE
1	1.038mq	248 mq	180 mq	610 mq	428 mq
2	925 mq	241 mq	100 mq	584 mq	341mq
3	822 mq	236 mq	100 mq	486 mq	336 mq
4	1.215mq	420 mq	100 mq	695 mq	520 mq
5	1.092mq	262 mq	100 mq	730 mq	362 mq
TOTALE	5.092mq	1.407 mq	580 mq	3.105 mq	1.987mq

PARTI PUBBLICHE:

	SUPERFICIE IMPERMEABILE	SUPERFICIE PERMEABILE
Verde Pubblico		1340mq
Strade	155 mq	
Marciapiedi	472mq	
Parcheggio	276 mq	
	903 mq	1.340 mq

Per la trasformazione urbanistica in progetto, utilizzando la formula prima riportata si ha la seguente situazione (per le aree verdi si è utilizzato un coefficiente di deflusso di 0,2):

LOTTI PRIVATI

VOLUMI E PORTATE D'ACQUA PER DIVERSE DURATE DI PRECIPITAZIONE						
RIFERITE ALLA STAZIONE DI GREZZANA E AD UN TEMPO DI RITORNO DI 50 ANNI						
SUPERFICI	mq	5 min.	10 min.	15 min.	30 min	45 min.
impermeabili	1987	32,01	51,68	66,17	96,75	118,92
semipermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
permeabili	3105	11,12	17,95	22,98	33,60	54,71
VOLUME ACQUA TOTALE						
mc		43,13	69,63	89,14	130,34	173,63
PORTATA TOTALE mc/s		0,144	0,116	0,099	0,072	0,06
SUPERFICI	mq	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
impermeabili	1987	130,72	157,55	166,67	186,16	213,34
semipermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
permeabili	3105	45,40	54,71	57,88	64,65	74,09
VOLUME ACQUA TOTALE	mc	176,12	212,26	224,55	250,81	287,43
PORTATA TOTALE	mc/s	0,0489	0,0197	0,0104	0,0058	0,0033

AREE PUBBLICHE

VOLUMI E PORTATE D'ACQUA PER DIVERSE DURATE DI PRECIPITAZIONE						
RIFERITE ALLA STAZIONE DI GREZZANA E AD UN TEMPO DI RITORNO DI 50 ANNI						
SUPERFICI	mq	5 min.	10 min.	15 min.	30 min	45 min.
impermeabili	903	14,55	23,49	30,07	43,97	54,04
semipermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
permeabili	1340	4,80	7,75	9,92	14,50	23,61
VOLUME ACQUA TOTALE						
mc		19,34	31,23	39,99	58,47	77,66
PORTATA TOTALE mc/s		0,064	0,052	0,044	0,032	0,03
SUPERFICI	mq	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
impermeabili	903	59,41	71,60	75,74	84,60	96,96
semipermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
permeabili	1340	19,59	23,61	24,98	27,90	31,97
VOLUME ACQUA TOTALE	mc	79,00	95,21	100,72	112,50	128,93
PORTATA TOTALE	mc/s	0,0219	0,0088	0,0047	0,0026	0,0015

La portata oraria delle acque meteoriche che dovrà essere gestita è quindi pari a:

$$Q_{\text{da gestire}} = Q_{\text{progetto}} - Q_{\text{attuale}}$$

Le tabelle riportate in precedenza consentono di ricavare il valore delle portate di acqua e del relativo volume per un tempo di ritorno di 50 anni e per la durata della precipitazione critica che

generalmente viene assunto pari ad 1 ora.

Tale volume d'acqua, ai sensi della D.G.R. n° 2948 del 06 dicembre 2009 può essere per il 50 % invasato e per il restante 50 % smaltito nel suolo mediante pozzi perdenti.

Questa procedura è condizionata dalla presenza nel sottosuolo di terreni con coefficiente di permeabilità maggiore di 10^{-3} m/s e con di frazione fine inferiore al 5%. Questa condizione, con riferimento alle profondità esplorate con la indagine geologica svolta, è stata accertata nella zona dello scavo n. 1 anche se molto probabilmente si verifica nella zona ovest verso il progno di Valpantena. E' rilevante che tale condizione ricorra in questa posizione perchè è qui che si prevede di realizzare le opere di compensazione idraulica.

Va comunque rilevato che elevando il piano di lottizzazione come precedentemente indicato la zona di deflusso naturale delle acque sarebbe la campagna depressa ad ovest e a sud, lungo l'argine del progno, similmente a quanto avviene oggi, senza pericoli per la zona da urbanizzare.

Si riporta comunque a seguire quanto indicato dalla normativa di riferimento.

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.V. n° 2948 del 6 Ottobre 2009.

Il citato D.G.R.V. n° 2948 del 6 Ottobre 2009 , nell'allegato A al capoverso "indicazioni operative" riporta testualmente: "...**omissis**... Per quanto riguarda il principio dell'invarianza idraulica in linea generale le misure compensative sono da individuare nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene...**omissis**...Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni. I coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a 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, ...) e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,...).**omissis**...Il volume da destinare a laminazione delle piene sarà quello necessario a garantire che la portata di efflusso rimanga costante. Andranno pertanto predisposti nelle aree in trasformazione volumi che devono essere riempiti man mano che si verifica deflusso dalle aree stesse fornendo un dispositivo che ha rilevanza a livello di bacino per la

formazione delle piene del corpo idrico recettore, garantendone l'effettiva invarianza del picco di piena; la predisposizione di tali volumi non garantisce automaticamente sul fatto che la portata uscente dall'area trasformata sia in ogni condizione di pioggia la medesima che si osservava prima della trasformazione...*omissis*... Appare opportuno inoltre introdurre una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici. Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento. La classificazione è riportata nella seguente tabella:

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

La normativa indica poi criteri di dimensionamento delle luci di scarico, che riguardano il caso di immissione in corpi idrici superficiali, che in questo caso non appare possibile o comunque sarebbe oltremodo difficoltosa. La normativa contempla anche il seguente caso, che solo in parte può considerarsi ricorrente nel sito di progetto:

Qualora le condizioni del suolo lo consentano e nel caso in cui non sia prevista una canalizzazione e/o scarico delle acque verso un corpo recettore, ma i deflussi vengano dispersi sul terreno, non è necessario prevedere dispositivi di invarianza idraulica in quanto si può supporre ragionevolmente che la laminazione delle portate in eccesso avvenga direttamente sul terreno.

Questa ultima laminazione delle portate in eccesso certamente avviene per assorbimento del terreno, ma in misura modesta per la bassa permeabilità. Tale assorbimento è sufficiente nella attuale situazione. Tuttavia elevando il piano di lottizzazione come indicato le acque potrebbero disporre della naturale cassa di laminazione costituita dalla campagna posta ad ovest e a sud dell'area da trasformare, dove anche oggi possono pervenire, evitando inconvenienti all'area da urbanizzare che risulta depressa e tributaria verso aree viciniori ma probabilmente sarebbe insufficiente a trasformazione avvenuta. Per questo sono state previste opere di compensazione.

4.2 - opere di compensazione

La indagine svolta ha accertato che è possibile disperdere le acque nell'accumulo di paleofrana rilevato nella zona dello scavo n. 1, dove i progettisti prevedono di realizzare le opere di compensazione idraulica. Tali opere saranno a servizio sia delle aree pubbliche che dei lotti da edificare. Questa scelta è stata fatta perchè si ritiene che per essi possa essere difficoltoso trovare nel sottosuolo un livello recettivo permeabile, che è quasi certamente presente, ma potrebbe trovarsi a profondità elevata.

Si prevede di invasare il 50 % dell'afflusso critico, senza procedere alla sottrazione della portata attualmente affluente. L'afflusso totale in relazione ad un evento meteorico della durata di 1 ora e con tempo di ritorno di 50 anni (circa 73 mm di pioggia) è pari a circa 255 metri cubi. La metà sarà invasata in pozzi perdenti previsti in numero di 3 per un volume di circa 63 metri cubi (3 pozzi profondi 12 metri e con diametro di 1,5 m). I pozzi saranno inseriti in uno scavo con pianta di m 5 x 5 e profondo 12 m, colmato di pietrisco arido con porosità del 30%. Tale porosità consente l'invaso di ulteriori circa 70 metri cubi per un totale di 133 metri cubi. ulteriori metri cubi saranno garantiti dal sovradimensionamento delle tubazioni di raccolta delle acque meteoriche e dal vespaio in pietrisco arido al loro intorno. La situazione è quindi la seguente:

AFFLUSSO METEORICO TOTALE (durata 1 ora con $T_r=50$ anni - 73.1 mm di pioggia) = 255 m^3

volume da invasare = $255:2 = 127.5 \text{ m}^3$

volumi di invaso: 3 pozzi perdenti diametro 1,5 m e prof. 12 m

$$\text{Volume} = 3 \times (1.5:2)^2 \times 3,14 \times 12 = 63 \text{ m}^3$$

pietrisco arido con porosità 30% intorno ai pozzi in scavo di m 5x5 prof. 12 m

$$\text{Volume} = [(5 \times 5 \times 12 - 63) \times 0,3] = 71 \text{ m}^3$$

VOLUME DI INVASO TOTALE = $63 + 71 = 134 \text{ m}^3$ superiore alla necessità di 6.5 m^3 .

Ulteriore volume sarà garantito dai vespai in pietrisco arido intorno alle tubazioni di raccolta delle acque meteoriche e dalle tubazioni stesse.

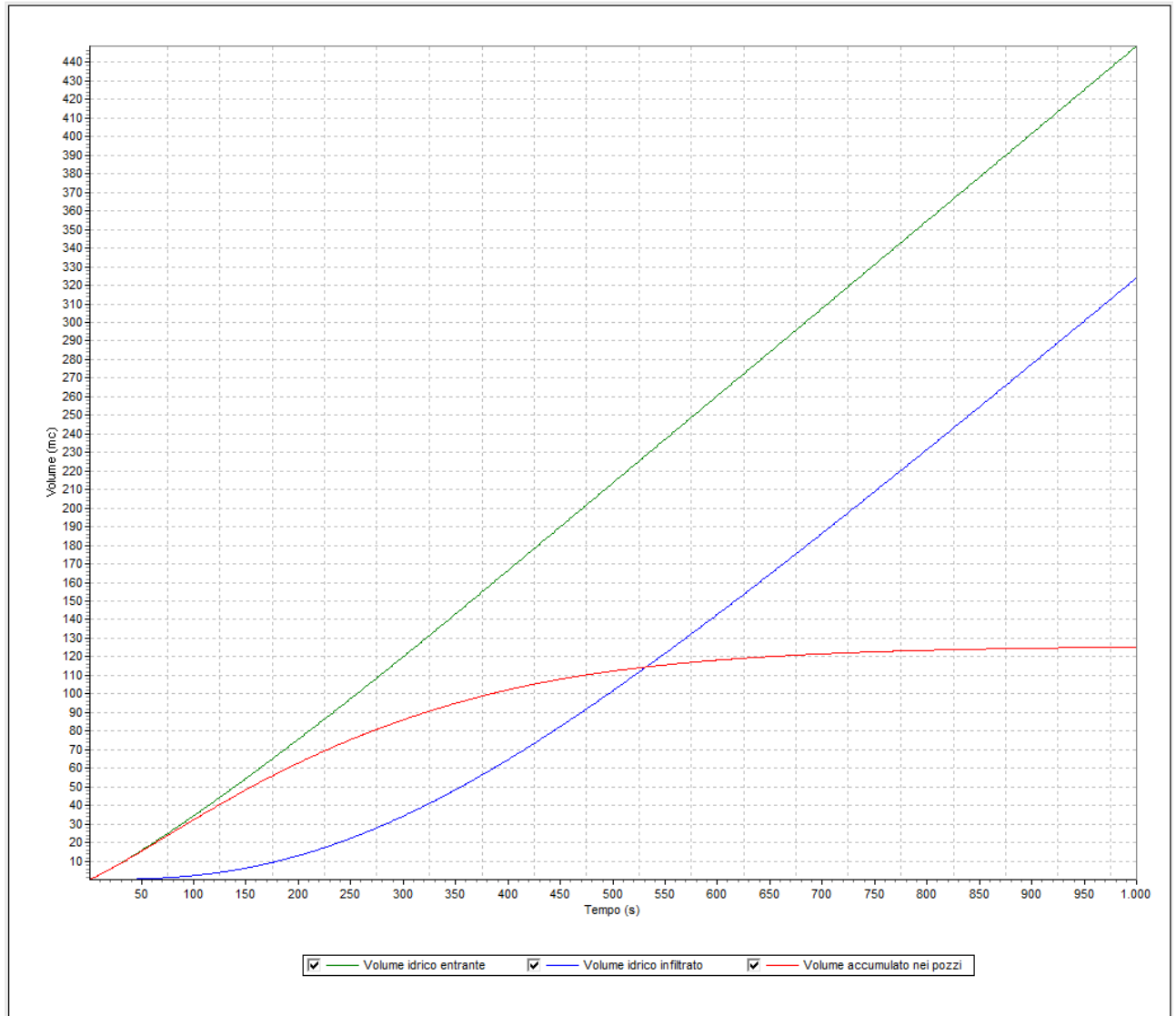
Per garantire la invarianza idraulica, al volume di 255 metri cubi, andrebbe sottratto il volume relativo alla situazione attuale pari a 53 metri cubi, ottenendo 202 metri cubi da governare di cui la metà da invasare, pari a 101 metri cubi, molto inferiore al volume di invaso delle sole opere di dispersione.

Il volume da disperdere in un'ora genera una portata di circa 71 l/s che i tre pozzi in progetto possono infiltrare senza difficoltà e inconvenienti per la elevata permeabilità del terreno recettore.

Per meglio valutare si sono eseguite tre simulazioni, riportate nei grafici seguenti.

SIMULAZIONE N. 1 - si è considerata una portata variabile in afflusso desumibile dalla curva di probabilità pluviometrica e dal tempo di corrivazione stimato dal programma con la formula di Boyd (378 s) ottenendo un volume di invaso nei pozzi di circa 115 metri cubi che considerando la loro capienza e il volume della porosità del vespaio circostante (pari in totale a 134 m³ circa) non determina tracimazione.

Si conclude quindi che la soluzione scelta garantisce il rispetto dei dettami normativi; in relazione agli eventi piovosi critici con tempo di ritorno di 50 anni non può provocare la tracimazione dei pozzi nei quali il livello idrico, tenuto presente il volume del vespaio circostante, rimane sempre ben al di sotto della imboccatura.



Si rammenta infine che le opere di dispersione (pozzi perdenti) sono soggetti a progressivo intasamento in relazione a presenza di sospensioni nelle acque (terra, foglie, rifiuti ecc.) e che pertanto richiedono periodica manutenzione e pulizia per mantenere l'efficienza iniziale o il completo rifacimento quando non più ben efficienti.

La presente valutazione sostituisce e annulla tutte le precedenti versioni, basate sui diversi dati metrici delle aree via via comunicati dai progettisti.

ALLEGATO 1: LAY-OUT DEL P.U.A. CON UBICAZIONE DEGLI SCAVI DI SAGGIO



DATI PLUVIOMETRICI

DATI PLUVIOMETRICI forniti dall'ufficio di telerilevamento e climatologia c/o A.R.P.A.V.

- Centro Meteorologico di Teolo (PD) –

**Dipartimento Regionale per la
Sicurezza del Territorio
Servizio Centro Meteorologico di Teolo**

Tabella dei valori di pioggia estremi

Stazione **Grezzana**
Provincia **VERONA**
Altitudine metri **156**
Coord X **1657307**
Coord Y **5041581**
Inizio attività sensore di pioggia
01/02/1992
Fine attività sensore di pioggia **ancora attivo**

Anno	Pioggia in mm									
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	30 minuti	45 minuti	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1992	8,8	14,2	18,8	24	24,4	24,4	32,2	39	48,8	48,8
1993	6,6	12,4	16,6	23,8	32,8	35,4	36,6	36,8	44,6	58,8
1994	10,6	18,4	21,6	22,4	22,6	23,8	31,6	42,8	55	73,2
1995	8	13,2	16,4	28,4	33,8	36,2	37,2	44,8	51,6	77
1996	10,8	14,8	17,8	27	30	35,6	46,4	47,2	57	77,6
1997	7,2	13,8	17,4	24,6	28	30,2	32,4	38,6	38,6	51
1998	10,2	16,4	19,6	21,6	23,4	25,4	31,4	43,8	43,8	47

1999	9,6	17,4	22,8	29,4	34,2	34,4	36	48,4	78,8	83,8
2000	12	20,4	25,2	37,4	38,8	44,6	56	56	56,2	57,6
2001	8,2	14,8	16,8	18	19,8	22,6	34,2	38	43,8	60,4
2002	8,8	13,8	17,8	21,6	28	32,8	47,8	53,6	53,6	57
2003	10,2	18,8	20	22	23,4	24,4	26,8	41,6	42	42,8
2004	8,2	16	18,4	21,4	23,4	24,4	28,4	29	38,6	51,8
2005	12,8	24,8	33,2	44,8	48,6	49,2	50	50	50	51,8
2006	14,8	22,8	29,8	30,4	30,8	31	39,8	51,4	66,2	71,2
2007	14	23,8	26,2	29,4	32,4	36,6	44	45,6	51,4	63,6
2008	10,6	13,6	16,2	26,8	39,8	50	51,4	51,4	51,4	51,4
2009	13,4	19,8	25	27,6	31,4	32	33	37,6	38,4	38,4
2010	14,2	20,8	28,8	52,2	68	74	80,4	88,4	98,4	112
2011	9,6	16,4	21,8	32,4	38,2	39,6	76	83,6	83,6	89,6

Parametri Gumbel elaborati

Parametro	5 minuti	10 minuti	15 minuti	30 minuti	45 minuti	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
NUMERO	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
MEDIA	10,43	17,32	21,51	28,26	32,59	35,33	42,58	48,38	54,59	63,24
DEVSTANDARD	2,42	3,73	5,01	8,35	10,94	12,19	14,67	14,48	15,96	18,08
ALFA	0,4513	0,2921	0,2178	0,1306	0,0997	0,0894	0,0743	0,0753	0,0683	0,0603
MU	9,27	15,53	19,11	24,25	27,34	29,48	35,54	41,43	46,93	54,56

Tabelle realizzate il 17/04/2012 11:46:49

- Dati forniti dall'ufficio di telerilevamento e climatologia c/o A.R.P.A.V.

- Centro Meteorologico di Teolo (PD) -