

REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI VICENZA

COMUNE DI ZUGLIANO

PROGETTO:

NUOVA LOTTIZZAZIONE VIA MONTE BALDO

**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA (D.G.R.V. 2948/2009)
E OPERE DI MITIGAZIONE IDRAULICA**

RELAZIONE TECNICA

COMMITTENTE:

GARZOTTO OSCAR, BORGO VALTER

DATA:

AGOSTO 2014

CODICE ELABORATO:

ZGL-GRBR

POSIZIONE ARCHIVIO:

REL-14

DR. GEOL. ANDREA MASSAGRANDE

Via Matteotti 31/A - 36010 Chiappano (VI) - Tel. e Fax: 0445/893216 - E-mail: andgrande@tiscalinet.it

Sommario

| | | |
|-----|--|--------------------|
| 1. | Premessa | 2 |
| 2. | Disposizioni normative di riferimento | 4 |
| 3. | Inquadramento geologico-territoriale dell'area | 8 |
| 4. | Campagna di indagini geognostiche | 10 |
| 5. | Scavo geognostico | 10 |
| 6. | Test di permeabilità | 11 |
| 7. | Analisi ed elaborazione dei dati di pioggia | 13 |
| 8. | Parametri dimensionali di progetto..... | 15 |
| 9. | Calcolo della portata | 19 |
| 10. | Misure di mitigazione dell'impatto idraulico | 20 |
| 11. | Considerazioni conclusive | 23 |

Allegati a fine testo

- Planimetria alla scala 1:500 con l'ubicazione delle prove in sito
- Documentazione fotografica relativa alle prove in sito
- Elaborazione dati pluviometrici
- Calcolo della portata dispersa da pozzi perdenti
- Calcoli idraulici configurazione di progetto
- Volumi da invasare al variare del tempo di pioggia
- Volumi di mitigazione dell'impatto idraulico
- Grafici portate e volumi

1. PREMESSA

Su incarico e per conto dei Sigg. Garzotto Oscar e Borgo Valter (Progettista: Dr. Arch. Leonardi Nazzareno) è stato condotto uno studio idrogeologico-idraulico per la definizione delle misure di mitigazione idraulica, relativamente alla Nuova Lottizzazione Via Monte Baldo ricadente in Via Monte Baldo, nel Comune di Zugliano (figg. 1 e 2).

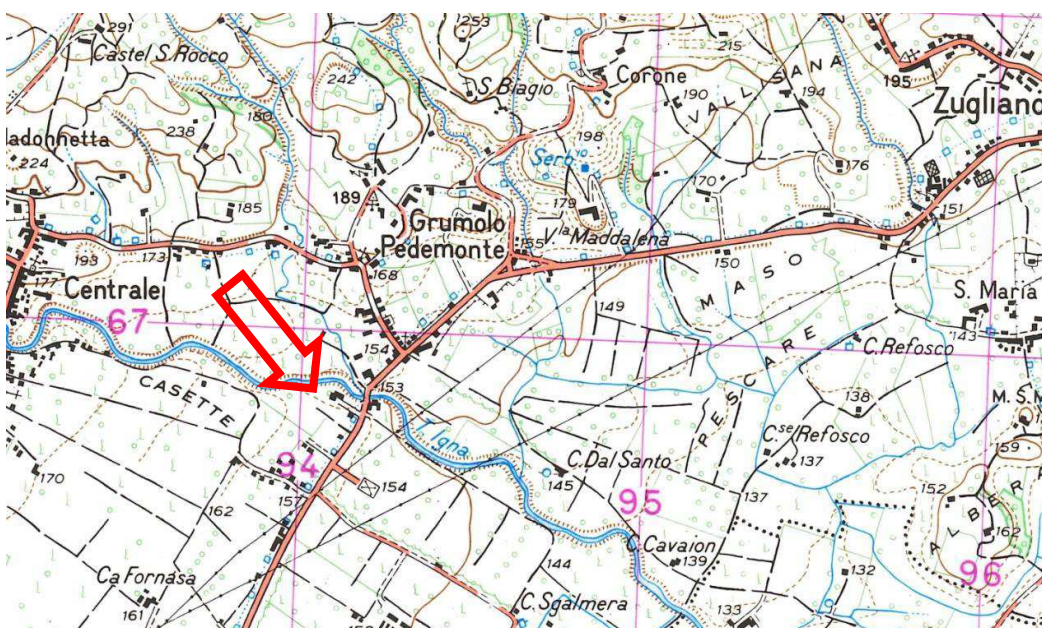


Fig. 1: Estratto IGM con l'indicazione dell'area di intervento

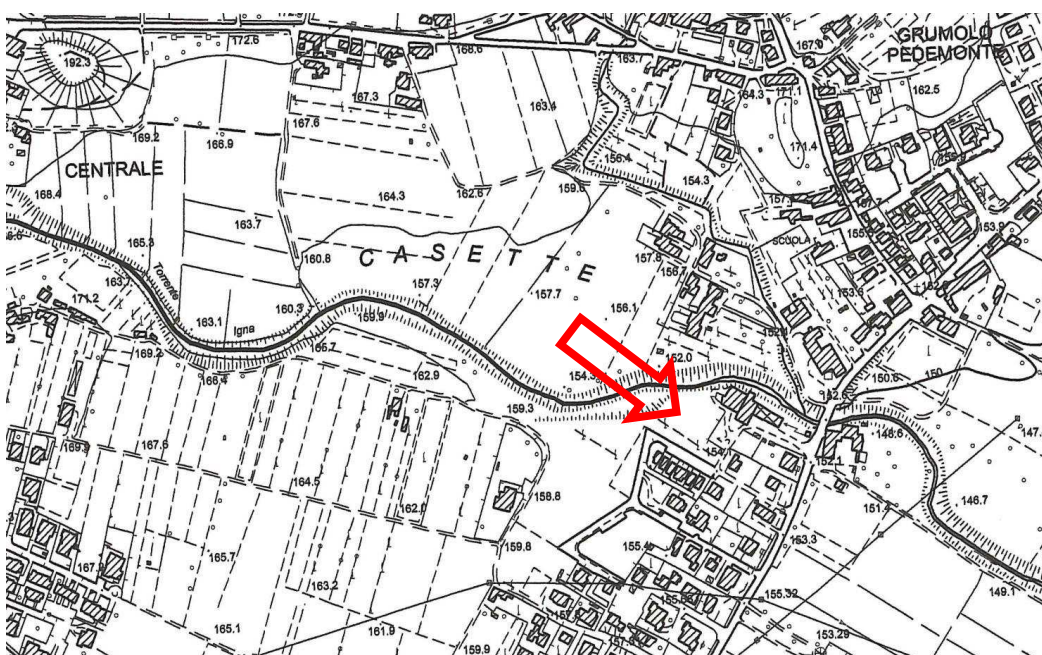


Fig. 2: Estratto CTR con l'indicazione dell'area di intervento

Si anticipa che in relazione alle caratteristiche di permeabilità dei terreni si prevede di smaltire le acque meteoriche mediante dispersione nei primi strati del sottosuolo con accumulo/invaso temporaneo in opportuni dispositivi idraulici nel seguito dimensionati.

Il presente documento è diviso in tre parti:

- la prima contiene le premesse, alcuni riferimenti normativi e l'inquadramento geologico-territoriale dell'area di intervento;
- la seconda tratta la definizione dei principali parametri di dimensionamento stimati nei calcoli idraulici;
- la terza contiene i calcoli idraulici, nonché la definizione delle misure da attuare per la mitigazione dell'impatto idraulico.

2. DISPOSIZIONI NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Con riferimento alle problematiche idrauliche, in relazione alla crescente antropizzazione ed alla presenza di aree spesso fragili dal punto di vista idrogeologico, il risultato è quello di un territorio vulnerabile con fattori di rischio ben evidenti nel momento in cui è investito dagli eventi meteorici.

In quest'ottica la D.G.R. 3637 del 13.12.2002, pubblicata sul B.U.R. n. 18 del 18.02.2003, prevede che per tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti, generali o parziali o che comunque possano recare trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, sia presentata una "Valutazione di Compatibilità Idraulica".

Scopo fondamentale dello studio è che sin dalla fase della loro formazione, le valutazioni urbanistiche tengano conto dell'attitudine dei luoghi ad accogliere la nuova edificazione, considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali, nonché le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove trasformazioni d'uso del suolo possono venire a determinare.

Le indicazioni generali ovvero le "Modalità operative e indicazioni tecniche" da seguire nella redazione della "Valutazione di Compatibilità Idraulica" sono riportate nell'allegato A della D.G.R. n. 2948 del 06.10.2009, di cui costituiscono parte integrante.

Principale obiettivo della valutazione è di dimostrare che, per effetto delle nuove previsioni urbanistiche, non venga aggravata o pregiudicata la riduzione dell'esistente livello di rischio idraulico. Inoltre si deve considerare che l'impermeabilizzazione delle superfici contribuisce 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 coefficiente udometrico secondo il principio dell'invarianza idraulica, che è così definito: *"Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa"*. Per quanto concerne l'individuazione delle aree di pericolosità e di rischio derivanti dalla rete

idrografica maggiore si dovrà fare riferimento a quanto definito nel PAI; tali informazioni potranno inoltre essere integrate da ulteriori analisi condotte da enti o soggetti diversi.

Per le zone considerate pericolose la valutazione di compatibilità idraulica dovrà analizzare la coerenza tra le condizioni di pericolosità riscontrate e le nuove previsioni urbanistiche, eventualmente fornendo indicazioni di carattere costruttivo, quali ad esempio la possibilità di realizzare volumi utilizzabili al di sotto del piano campagna o la necessità di prevedere che la nuova edificazione avvenga a quote superiori a quelle del piano campagna.

Con riferimento al principio di invarianza idraulica in linea generale le misure compensative sono individuate nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene. Potrà essere preso in considerazione il reperimento di nuove superfici atte a favorire l'infiltrazione dell'acqua, solamente in zone non a rischio di inquinamento della falda e ovviamente dove tale ipotesi possa essere efficace.

Lo studio dovrà essere corredato di analisi pluviometriche con la ricerca delle curve di possibilità climatica per durate di precipitazione corrispondenti al tempo critico per le nuove aree da trasformare. 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,.....).

I metodi per il calcolo delle portate di piena potranno essere di tipo concettuale ovvero modelli matematici. Tra i modelli di tipo analitico/concettuale di trasformazione afflussi-deflussi disponibili in letteratura si può fare riferimento a tre che trovano ampia diffusione in ambito internazionale e nazionale:

- il Metodo Razionale, che rappresenta nel contesto italiano la formulazione più utilizzata a livello operativo,
- il metodo Curve Numbers proposto dal Soil Conservation Service (SCS),
- il metodo dell'invaso.

Dovranno essere stimate le portate massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di eventi estremi. Tuttavia è importante evidenziare che l'obiettivo dell'invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative nei limiti di incertezza del modello adottato per il calcolo dei volumi, gli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

Con le vigenti disposizioni normative viene inoltre introdotta una classificazione areale degli interventi di trasformazione delle superfici, ai quali si applicano considerazioni differenziate in base all'effetto atteso dell'intervento:

- *trascurabile impermeabilizzazione potenziale* (per interventi su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha): è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
- *modesta impermeabilizzazione potenziale* (per interventi su superfici di estensione compresa fra 0,1 e 1 ha): 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 di 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;
- *significativa impermeabilizzazione potenziale* (per interventi su superfici di estensione compresa fra 1 e 10 ha ed interventi su superfici di estensione oltre i 10 ha con $Imp < 0,3$): andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;
- *marcata impermeabilizzazione potenziale* (per interventi su superfici di estensione superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$): è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

In caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge, in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola nel caso di piccole superfici impermeabilizzate, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione. Questi sistemi fungono da dispositivi di reimmissione in falda e possono essere realizzati, a titolo esemplificativo, sotto forma di

vasche o condotte disperdenti posizionati negli strati superficiali del sottosuolo in cui sia consentito l'accumulo di un battente idraulico che favorisca l'infiltrazione e la dispersione nel terreno. I parametri assunti alla base del dimensionamento dovranno essere desunti da prove sperimentali. Tuttavia le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata.

Qualora si voglia aumentare la percentuale di portata attribuita all'infiltrazione, fino ad una incidenza massima del 75%, il progettista dovrà documentare, attraverso appositi elaborati progettuali e calcoli idraulici, la funzionalità del sistema a smaltire gli eccessi di portata prodotti dalle superfici impermeabilizzate rispetto alle condizioni ante-operam, almeno per un tempo di ritorno di 100 anni nei territori di collina e montagna e di 200 anni nei territori di pianura.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-TERRITORIALE DELL'AREA

L'area oggetto del proposto intervento di progetto si ubica in Via Monte Baldo, all'interno dei limiti amministrativi del Comune di Zugliano; il sito è caratterizzato da un primo settore (lotti 1 e 2) leggermente degradante verso nord-est e da un settore (lotto 3) pianeggiante in adiacenza al Torrente Igna, con quote del p.c. naturale di circa 154 m s.l.m.

Con riferimento all'assetto geologico-stratigrafico, il sito in esame si colloca nell'unità geografica della pianura veneta; i terreni sono riconducibili a depositi alluvionali legati alla vicende deposizionali che hanno segnato l'evoluzione quaternaria del sistema Leogra-Timonchio-Astico-Brenta.

L'area di studio è ubicata entro il dominio dell'alta pianura, collocandosi allo sbocco della valle pedemontana, ed è caratterizzata da un potente materasso alluvionale a prevalente componente ghiaiosa (al_1 nello stralcio della carta geologica - fig. 3).

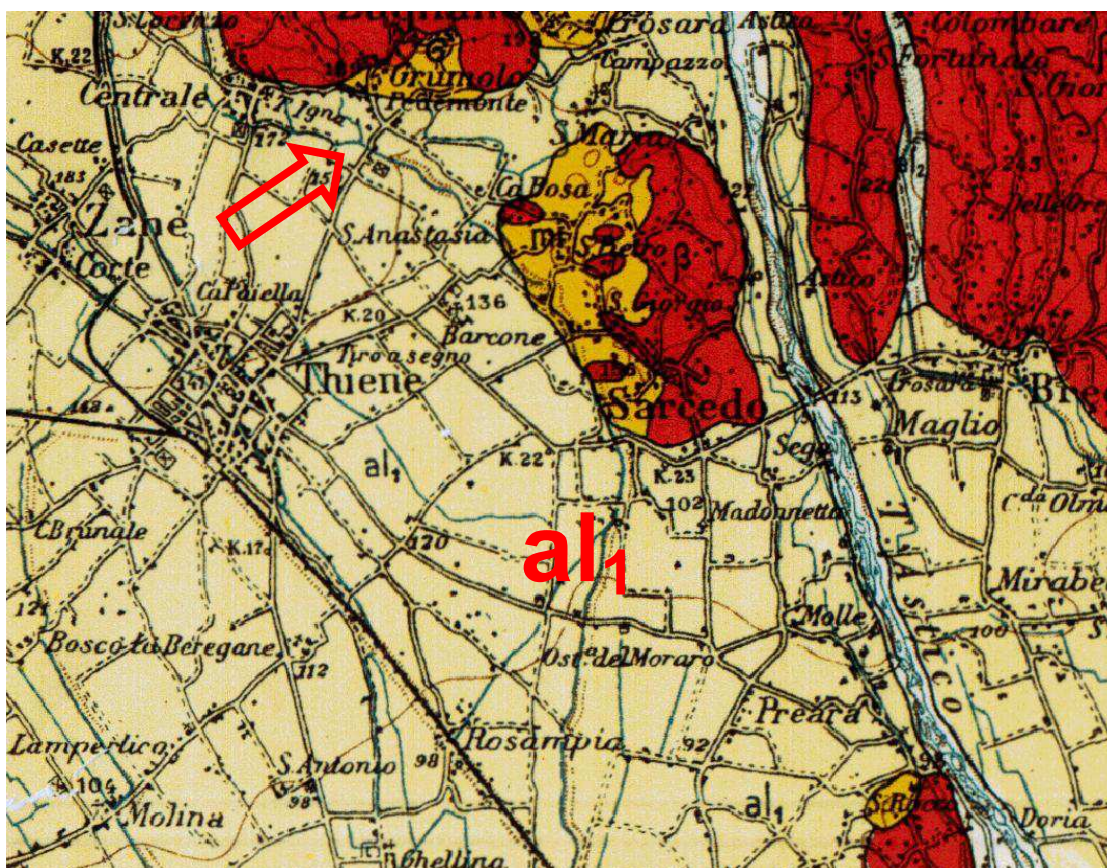


Fig. 3: Stralcio della carta geologica (Foglio 37 Bassano del Grappa)

L'assetto idrogeologico di questo settore dell'alta pianura risulta essere condizionato dalle caratteristiche granulometriche e strutturali del materasso alluvionale (fig. 4).

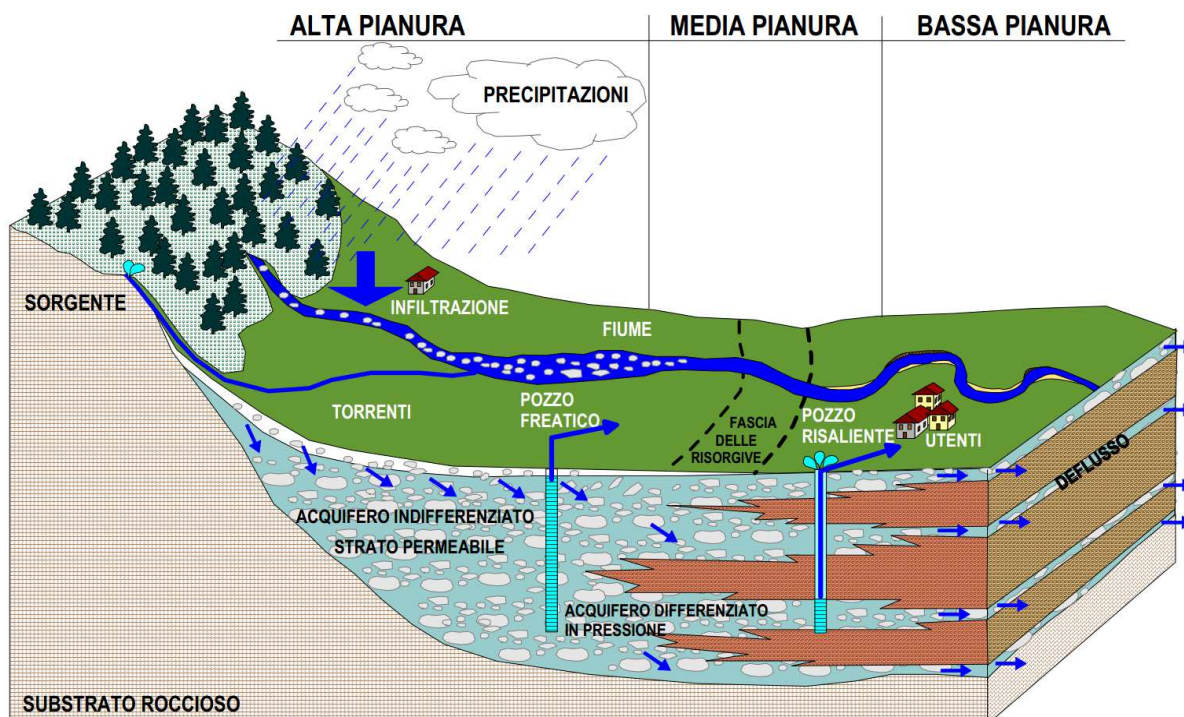


Fig. 4: Sezione schematica strutturale di riferimento della pianura veneta

Lungo la fascia settentrionale di alta pianura, dove il sottosuolo è interamente ghiaioso, esiste un'unica e potente falda idrica a carattere freatico, la cui alimentazione è garantita dalla dispersione idrica che si verifica dagli alvei dei corsi d'acqua al loro sbocco vallivo; in maniera del tutto secondaria anche l'infiltrazione diretta degli apporti meteorici e delle acque irrigue contribuisce alla formazione dei deflussi sotterranei. La costituzione quasi interamente ghiaiosa del sottosuolo fa in modo che la situazione idrostrutturale tipica di quest'area di alta pianura sia caratterizzata dall'esistenza di un'unica falda di tipo freatico molto potente e produttiva, localizzata a diverse decine di metri di profondità dal p.c. locale, come si evince dai dati relativi a varie campagne freatimetriche. Occorre peraltro precisare che alla scala locale possono verificarsi delle difformità più o meno accentuate, rispetto al trend generale dei deflussi sotterranei, che in contesti come quello in esame sono riconducibili essenzialmente alle interazioni esistenti tra il corso d'acqua (falda di sub-alveo) e la falda acquifera. Resta inteso che in assenza di misure sperimentali situ-specifiche da potersi svolgere entro piezometri non è determinabile con precisione la soggiacenza della tavola d'acqua rispetto al p.c. locale.

4. CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE

Allo scopo di caratterizzare gli elementi geologico-tecnici locali, accanto alle preliminari ricognizioni di superficie è stata eseguita una specifica campagna di indagini geognostiche in sito. Le prove sperimentali sono state condotte principalmente per riconoscere la natura litologica ed idrogeologica del sottosuolo e per parametrizzare le caratteristiche fisico-meccaniche e sismo-stratigrafiche dei terreni indagati. La campagna geognostica (la planimetria di progetto con l'ubicazione delle prove è allegata a fine testo), condotta e coordinata dallo scrivente, è stata articolata attraverso le sotto elencate attività in sito:

- **esecuzione di n. 1 scavo geognostico,**
- **esecuzione di n. 1 prova di permeabilità in foro,**
- **esecuzione di n. 3 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH),**
- **esecuzione di n. 1 prospezione sismica con metodologia MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves).**

Ai fini della valutazione di compatibilità idraulica, si riportano le sole risultanze sperimentali con finalità idrogeologico-idrauliche provenienti dallo scavo e dal test di permeabilità.

5. SCAVO GEOGNOSTICO

Allo scopo di verificare la natura litologica e la distribuzione stratigrafica dei terreni nel primo sottosuolo, è stato condotto n. 1 scavo geognostico (T1) spinto fino alla profondità di 2,80 m dal p.c. locale. La distribuzione dei terreni nel primo sottosuolo che si evince dallo scavo geognostico (documentazione fotografica allegata a fine testo: foto 1) può essere così schematizzata:

| Orizzonte | Prof. (m dal p.c.) | Litologia |
|------------------|-------------------------------|--|
| 1 | 0,00-0,40 | Terreno vegetale |
| 2 | 0,40-1,40 | Alternanze di terreni eterogenei ed eterometrici in matrice argilloso-limosa |

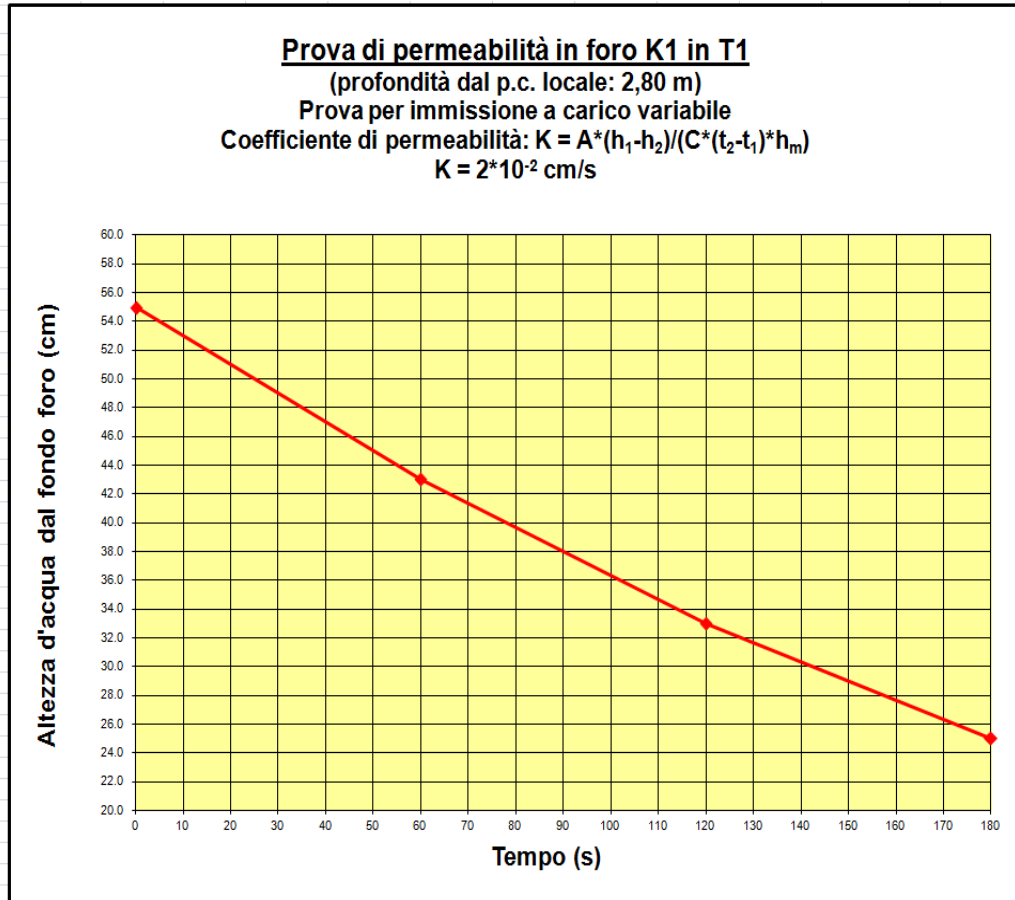
| | | |
|---|-----------|---|
| 3 | 1,40-1,70 | Limi sabbiosi con resti vegetali |
| 4 | 1,70-2,80 | Ghiaie e ciottoli ($\varnothing = 10\div 15$ cm) in matrice sabbioso-limosa localmente leggermente argillosa |

6. TEST DI PERMEABILITA'

Allo scopo di verificare le caratteristiche di conducibilità idraulica del primo sottosuolo, al termine dell'esecuzione della trincea esplorativa T1 è stato condotto n. 1 test di immissione d'acqua a carico variabile (K1), alla profondità di 2,80 m dal p.c. locale, con preventiva saturazione dei depositi, su un foro rivestito (tubo in pvc $\varnothing_{int} = 19,3$ cm) filtrante solo nella parte inferiore.

A seguire si riportano i dati sperimentali.

| DATI SPERIMENTALI | |
|-------------------|--------------|
| Tempo (s) | Altezza (cm) |
| 0 | 55.0 |
| 60 | 43.0 |
| 120 | 33.0 |
| 180 | 25.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |



L'elaborazione dei dati sperimentali conduce ad un valore di conducibilità idraulica (K) di $2 \cdot 10^{-2}$ cm/s alla profondità di 2,80 m dal p.c. locale. Per il calcolo della conducibilità idraulica (cm/s) è stata utilizzata la relazione:

$$K = (A \cdot (h_1 - h_2)) / (C \cdot (t_2 - t_1) \cdot h_m)$$

con:

A = area della sezione filtrante (292,55 cm²);

$h_1 - h_2$ = differenza di due carichi piezometrici di inizio e fine prova;

$t_2 - t_1$ = intervallo di tempo considerato;

h_m = carico idraulico al tempo medio;

C = coefficiente di forma (60 cm).

Secondo la classificazione di Lambe il grado di permeabilità di un terreno in funzione di K può essere così distinto:

- alto: $K > 10^{-1}$ cm/s
- medio: $K = 10^{-1} \div 10^{-3}$ cm/s
- basso: $K = 10^{-3} \div 10^{-5}$ cm/s
- molto basso: $K = 10^{-5} \div 10^{-7}$ cm/s

Il previsto intervento di progetto comporterà una variazione dell'infiltrazione naturale delle acque meteoriche; all'interno dell'ambito in parola dovranno pertanto essere previsti idonei interventi di attenuazione (mitigazione) idraulica. Il descritto assetto litologico-stratigrafico locale (depositi a prevalente frazione ghiaioso-sabbiosa a partire dalla profondità di circa 1,70 metri dal p.c. locale) ed il grado di permeabilità (coefficiente di conducibilità idraulica: $K = 2 \cdot 10^{-2}$ cm/s alla profondità di 2,80 m dal p.c. locale) consentono la dispersione delle acque meteoriche, nel deposito alluvionale di base, attraverso pozzi perdenti e/o trincee drenanti.

7. ANALISI ED ELABORAZIONE DEI DATI DI PIOGGIA

Per l'elaborazione delle curve di possibilità pluviometrica, per la stima dei volumi efficaci di invaso e della massima portata scolante, conseguenti all'impermeabilizzazione del suolo, si è fatto riferimento, sulla base di un'analisi dei dati di pioggia disponibili, alle precipitazioni di massima intensità registrate nella stazione pluviografica di Bassano del Grappa.

L'elaborazione si svolge direttamente sui valori osservati per le piogge brevi e intense, cioè con durata da pochi minuti fino ad un'ora, e per le precipitazioni orarie.

Alle precipitazioni massime di definita durata si applica la seguente descrizione statistica, comune a molte serie idrologiche:

$$X (Tr) = X_m + F S_x$$

in cui:

- $X (Tr)$ il valore caratterizzato da un periodo di ritorno Tr , ossia l'evento che viene eguagliato o superato;
- X_m il valore medio degli eventi considerati;
- F fattore di frequenza;
- S_x scarto quadratico medio

Per il caso in esame è stata utilizzata la distribuzione doppio-esponenziale di *Gumbel*; al fattore F si assegna l'espressione:

$$F = (Y (Tr) - Y_N)/S_N$$

essendo la grandezza $Y (Tr)$, funzione del Tempo di Ritorno, la cosiddetta variabile ridotta; Y_N e S_N rappresentano la media e lo scarto quadratico medio della variabile ridotta: esse sono funzioni del numero N di osservazioni. La funzione $Y(Tr)$ è legata al tempo di ritorno Tr dalla relazione:

$$Y (Tr) = - \ln (-\ln ((Tr-1)/Tr))$$

Con le idonee sostituzioni si ricava l'espressione:

$$X (Tr) = X_m - S_x Y_N/S_N + S_x Y(Tr)/S_N$$

in cui $X_m - S_x Y_N/S_N$ è chiamata *moda* e rappresenta il valore con massima frequenza probabile ed il fattore S_x/S_N è indicato con il termine *alpha*.

In allegato sono dettagliatamente riportati i risultati dell'elaborazione eseguita; per ciascun tempo di ritorno si è calcolata l'equazione pluviometrica mediante interpolazione.

I risultati ottenuti forniscono i valori di a e n nell'equazione: $h = a t^n$.

Ottenute le curve di possibilità pluviometrica è possibile stabilire per un prefissato tempo di ritorno Tr il valore dell'evento corrispondente. Assegnato Tr si possono ricavare per ogni durata t i corrispondenti valori di h , cioè le altezze di precipitazione che ricorrono mediamente ogni Tr anni. Il valore del Tr che verrà adottato per il caso in esame è stato determinato nel paragrafo seguente.

| Coefficienti dell'equazione pluviometrica PER PRECIPITAZIONI BREVI E INTENSE (stazione di Bassano del Grappa) | | |
|---|--------|--------|
| Tr (anni) | a | n |
| 20 | 62,157 | 0,5299 |
| 50 | 73,257 | 0,5502 |
| 200 | 89,877 | 0,5719 |

| Coefficienti dell'equazione pluviometrica PER PRECIPITAZIONI ORARIE (stazione di Bassano del Grappa) | | |
|--|--------|--------|
| Tr (anni) | a | N |
| 20 | 56,403 | 0,2477 |
| 50 | 66,336 | 0,2358 |
| 200 | 81,228 | 0,2227 |

8. PARAMETRI DIMENSIONALI DI PROGETTO

In questo paragrafo verrà analizzata in dettaglio la configurazione progettuale del previsto intervento.

L'impermeabilizzazione del suolo si traduce nella produzione di un deflusso superficiale, superiore a quello che si genera in condizioni di terreno non o parzialmente urbanizzato, che dovrà essere opportunamente invasato e rilasciato nel tempo, al fine di non alterare il regime idraulico naturale.

La natura delle superfici scolanti che viene prevista con la nuova configurazione di progetto è riportata nella tabella seguente.

| Natura delle superfici | Area (m ²) |
|--|------------------------|
| Superficie totale | 2.394 |
| Superficie impermeabile (strada) | 271 |
| Superficie impermeabile (parcheggi) | 192 |
| Superficie impermeabile (coperture: 65% lotti) | 1211 |
| Superficie permeabile (verde pubblico) | 68 |
| Superficie permeabile (verde privato: 35% lotti) | 652 |

Rispetto allo stato attuale (completamente scoperto a verde) si verifica un incremento della superficie impermeabile che comporta ovviamente un incremento del coefficiente di deflusso con conseguente diminuzione del naturale processo di infiltrazione delle acque di precipitazione nel sottosuolo. A seguire saranno indicate le misure compensative adottate per mitigare l'impatto idraulico.

Il tempo di ritorno rappresenta uno dei parametri fondamentali per il dimensionamento delle opere idrauliche. In particolar modo il tempo di ritorno rappresenta l'intervallo medio di tempo che statisticamente intercorre affinché un evento di determinata intensità venga uguagliato o superato. Appare evidente che nell'assunzione del tempo di ritorno, da cui dipende direttamente la curva di possibilità pluviometrica, si debbano considerare anche

caratteristiche estrinseche dell'opera, quali l'impatto fisico e sociale della stessa all'interno dell'ambito di intervento, in modo tale che siano minimizzati i rischi di insufficienza dell'opera, piuttosto che i danni.

La normativa regionale ha dato precise indicazioni per quanto riguarda l'assunzione del tempo di ritorno per il dimensionamento dei volumi efficaci di laminazione per la verifica del principio di invarianza idraulica. In particolare nell'allegato A della D.G.R. n. 2948 del 06.10.2009, si stabilisce che il tempo di ritorno cui fare riferimento è pari a 50 anni, mentre qualora si intenda aumentare la percentuale di portata attribuita all'infiltrazione, fino ad un'incidenza massima del 75%, si indica un valore di 100 anni per territori montani e di 200 anni per territori di pianura. Pertanto, nel presente documento la stima dei volumi efficaci di invaso verrà condotta in riferimento ad un tempo di ritorno di 200 anni.

Il coefficiente di deflusso ϕ è il parametro che determina la trasformazione degli afflussi in deflussi; esso è determinato infatti come il rapporto tra il volume defluito attraverso una sezione, in un definito intervallo di tempo, ed il volume meteorico precipitato nell'intervallo stesso. Il coefficiente di deflusso viene valutato considerando le caratteristiche di permeabilità delle diverse superfici presenti nell'intero bacino scolante. Sulla base delle indicazioni riportate nell'allegato A della D.G.R. n. 2948 del 06.10.2009, si sono assunti i seguenti valori del coefficiente di deflusso:

- $\phi_1 = 0,2$ per le superfici permeabili (aree verdi),
- $\phi_2 = 0,9$ per le superfici impermeabili (coperture e aree pavimentate).

Attraverso la relazione che segue si andrà a stimare il valore del coefficiente di deflusso medio ponderale (ϕ medio):

$$\phi_{\text{medio}} = (S_i \times \phi_i) / S$$

con:

- ϕ_{medio} = coefficiente di deflusso medio relativo alla superficie scolante totale
- S = superficie scolante totale (mq)
- S_i = Superfici scolanti omogenee (mq)

- ϕ_i = coefficiente di deflusso relativo alla superficie S_i

Con riferimento al caso in esame si stima il seguente valore del coefficiente di deflusso medio ponderale:

- configurazione di progetto = 0,69.

Un ulteriore parametro dimensionale è il tempo di corrivazione che rappresenta l'intervallo di tempo necessario affinché l'intera superficie investita dalla precipitazione considerata nel calcolo, contribuisca nella sua interezza alla formazione della portata. Rappresenta quindi il tempo che impiega la particella d'acqua idraulicamente più lontana per raggiungere la sezione di chiusura del bacino stesso.

Per la valutazione del tempo di corrivazione sono state utilizzate le risultanze degli studi svolti presso il Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti, 1996) che determinano una stima del tempo di accesso a mezzo del modello del *condotto equivalente*, sviluppato partendo dalla considerazione che il deflusso è in realtà un deflusso in una rete di piccole canalizzazioni incognite (grondaie, cunette, canalette, piccoli condotti) che raccolgono le acque scolanti lungo le singole falde dei tetti e delle strade. Per determinare il tempo di corrivazione t_c nello stato di progetto, si deve fare riferimento alla somma:

$$t_c = t_a + t_r$$

in cui t_a è il tempo di accesso alla rete, sempre di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa ed il livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché con l'altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto. Tali studi hanno condotto, per estensioni areali sino a 10 ettari, all'equazione:

$$t_{ai} = ((3600^{(n-1)/4} \cdot 0,5 \cdot l_i) / (s_i^{0,375} (a \cdot \phi_i \cdot S_i)^{0,25}))^{4/(n+3)}$$

essendo:

- t_{ai} = tempo di accesso dell'i-esimo sottobacino [s]
- l_i = massima lunghezza del deflusso dell'i-esimo sottobacino [m]
- s_i = pendenza media dell'i-esimo sottobacino [m/m]

- ϕ_i = coefficiente di deflusso dell'i-esimo sottobacino [m/m]
- S_i = superficie di deflusso dell'i-esimo sottobacino [ha]
- a, n = coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica

Per la determinazione di l_i viene proposta l'equazione:

$$l_i = 19,1 (100 S_i)^{0.548}$$

con S_i in ettari ed l_i in metri; il sottobacino considerato, per la determinazione del tempo di accesso alla rete, è quello posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo.

Il tempo di rete (tr), è determinato con la somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria; tr è quindi determinato dal rapporto tra la lunghezza della rete e la velocità della corrente:

$$tr = \sum L_i/V_i$$

nella quale la sommatoria va estesa a tutti i rami che costituiscono il percorso più lungo.

Per la configurazione di progetto si è stimato un tempo di corrivazione di circa 6 minuti (corrispondenti a 0,1 ore) in relazione ad un tempo di ritorno $Tr = 50$ anni.

9. CALCOLO DELLA PORTATA

Il calcolo della portata, conseguente alla precipitazione assegnata, è stato condotto utilizzando il metodo razionale, noto anche come metodo cinematico; il metodo si presta ad essere utilizzato in molti casi e generalmente applicato a bacini scolanti di relativamente limitata estensione. Assumendo un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione tutto il bacino scolante contribuisce alla formazione della portata massima.

La portata massima nella sezione terminale si ha assumendo un tempo di pioggia (durata della precipitazione) pari al tempo di corrivazione calcolato. La condizione *tempo di pioggia (t) = tempo di corrivazione (tc)* porta ad un idrogramma di piena avente forma di triangolo isoscele, caratterizzato da un valore massimo della portata doppio di quello medio; con questa ipotesi tutto il bacino scolante considerato contribuisce alla formazione della portata massima.

Con le ipotesi di cui sopra e dalla relazione seguente proposta dal metodo cinematico si ricava il valore della portata meteorica massima relativa al bacino scolante considerato:

$$Q_{max} = \phi_{medio} S h / t$$

in cui:

- Q_{max} = portata massima (l/s),
- ϕ_{medio} = coefficiente di deflusso medio,
- S = superficie scolante totale,
- h = altezza di pioggia valutata con la curva di possibilità climatica,
- t = tempo di pioggia assunto pari al tempo di corrivazione t_c .

Il calcolo della portata massima scolante è stato condotto in riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni, ottenendo il seguente valore:

- portata massima nella configurazione di progetto = 94 l/s (393 l/s ha).

10. MISURE DI MITIGAZIONE DELL'IMPATTO IDRAULICO

Come accennato in precedenza, il descritto assetto litologico-stratigrafico locale (depositi a prevalente frazione ghiaioso-sabbiosa a partire dalla profondità di circa 1,70 metri dal p.c. locale) ed il grado di permeabilità (coefficiente di conducibilità idraulica: $K = 2 \cdot 10^{-2}$ cm/s alla profondità di 2,80 m dal p.c. locale) consentono la dispersione delle acque meteoriche, nel deposito alluvionale di base, attraverso pozzi perdenti e/o trincee drenanti, con il vantaggio di ridurre il carico nel reticolo idrografico principale e di alimentare la falda stessa.

Si prevede di attuare il processo di dispersione mediante pozzi perdenti con un anello di avvolgimento in materiale arido; il sistema di pozzi sarà dimensionato in modo da garantire l'accumulo dei volumi minimi di mitigazione: tali dispositivi avranno quindi la funzione di smaltimento tramite dispersione e di accumulo delle acque in eccesso.

Per quanto concerne le portate disperse, si è fatto riferimento alle risultanze delle prove di permeabilità condotte in sito e dettagliate precedentemente.

Per la valutazione delle portate che possono essere infiltrate nel sottosuolo mediante pozzi perdenti, si ipotizza un moto a simmetria radiale con superficie libera di forma incognita che affonda verticalmente. In via preliminare, la portata Q può essere dedotta attraverso la relazione:

$$Q = c K r H$$

nella quale:

- c = coefficiente determinabile con diverse relazioni sperimentali;
- K = coefficiente di permeabilità;
- r = raggio del pozzo;
- H = altezza dell'acqua all'interno del pozzo.

Nei calcoli allegati a fine testo sono riportati i valori della portata smaltita (l/s) stimati con diverse metodologie e con riferimento ad un pozzo di diametro pari a 150 cm e di altezza

utile pari a 300 cm (nel calcolo della portata dispersa non viene considerato il contributo del materiale arido vagliato avente granulometria 60-80 mm e spessore di circa 50 cm, da porre in opera attorno al pozzo). Vista la variabilità dei risultati ottenuti si è assunto come valore di portata quello più conservativo (metodo di Tertlskate).

Si evidenzia che i valori di portata ottenuti sono relativi al funzionamento a regime, e pertanto cautelativi, poiché in via transitoria, per durate dell'ordine di 1÷2 giorni, la portata infiltrata è maggiore.

Calcolando per un certo tempo di precipitazione il valore del volume affluito alla sezione di chiusura, il volume disperso dal sistema idraulico e per differenza tra i due, il volume di invaso, è possibile fissare il valore necessario alla laminazione dell'evento considerato, ricercando il massimo della curva dei volumi di invaso al variare del tempo di pioggia.

A tale scopo è stato predisposto un modello che simula il comportamento dei volumi di invaso al variare del tempo di pioggia, nell'ipotesi di concentrarli in corrispondenza della sezione di uscita del bacino considerato. Il modello determina, in funzione di una serie di eventi critici considerati (scansione temporale):

- l'altezza della precipitazione (mm);
- l'intensità di pioggia oraria (mm/ora);
- la portata di pioggia (l/s) alla sezione di chiusura valutata con l'espressione del metodo cinematico;
- la portata defluita (l/s) dal sistema idraulico (pozzo perdente);
- il volume di pioggia (mc);
- il volume defluito (mc) dal sistema idraulico;
- il volume superficiale (diffuso sulla superficie scolante), ovvero il velo idrico, assunto prudenzialmente pari a 0 mc/ha;
- il volume di pioggia da invasare ($V_{\text{invaso}} = V_{\text{pioggia}} - V_{\text{defluito}} - V_{\text{superficiale}}$).

Le elaborazioni esposte in allegato a fine testo evidenziano il volume efficace di invaso richiesto per il caso in esame, con un Tempo di Ritorno (T_r) fissato in 200 anni. Nella tabella che segue si sintetizzano i risultati del calcolo idraulico, riportato integralmente in allegato a fine testo.

| Calcolo dei volumi efficaci di invaso (Tr = 200 anni) | | | | | | |
|---|-----------------|------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|--------------------|
| durata pioggia (ore) | Q pioggia (l/s) | Q defluita (l/s) | Volume pioggia (mc) | Volume defluito (mc) | Volume Superficiale (mc) | Volume invaso (mc) |
| 0,34 (critica) | 65,40 | 37,68 | 80,05 | 46,12 | 0,00 | 33,93 |

Per un tempo Tr pari a 200 anni dal calcolo idraulico si determina un volume minimo di invaso pari a 33,93 mc. Complessivamente, il volume utile garantito dal sistema di pozzi perdenti ammonta a 42,39 mc, superiore al volume richiesto (33,93 mc).

11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'intervento progettuale comporta la trasformazione di un'area di estensione pari a 2.394 mq, attualmente completamente scoperta a verde.

Come verificato attraverso l'indagine geologica, il descritto assetto litologico-stratigrafico locale (depositi a prevalente frazione ghiaioso-sabbiosa a partire dalla profondità di circa 1,70 metri dal p.c. locale) ed il grado di permeabilità (coefficiente di conducibilità idraulica: $K = 2 \cdot 10^{-2}$ cm/s alla profondità di 2,80 m dal p.c. locale) consentono la dispersione delle acque meteoriche, nel deposito alluvionale di base, attraverso pozzi perdenti e/o trincee drenanti, con il vantaggio di ridurre il carico nel reticolo idrografico principale e di alimentare la falda idrica.

Si prevede di attuare il processo di dispersione mediante n. 8 pozzi perdenti (diametro = 150 cm, altezza utile = 300 cm) con un anello di avvolgimento in materiale arido vagliato avente granulometria 60-80 mm e spessore di circa 50 cm: tali dispositivi avranno quindi la funzione di smaltimento tramite dispersione e di accumulo delle acque in eccesso.

Il tempo di ritorno per il calcolo dei volumi di invaso dei dispositivi di mitigazione idraulica, così come prescritto dalla normativa regionale, è stato assunto pari a 200 anni.

Dal calcolo si determina un volume minimo di invaso pari a 33,93 mc; complessivamente, il volume utile garantito dal sistema di pozzi perdenti ammonta a 42,39 mc, superiore al volume richiesto.

In merito all'ubicazione dei dispositivi di dispersione in sito (le superfici di riferimento sono indicate nella planimetria allegata a fine testo):

- *per l'area adibita a viabilità, parcheggi e verde pubblico (271+151+41+68 = 531 m²) si prescrivono n. 2 pozzi perdenti,*
- *per i lotti residenziali n. 1 (590 m²), n. 2 (535 m²) e n. 3 (738 m²) si prescrivono n. 2 pozzi perdenti per singolo lotto.*

Si evidenzia che nel lotto 3 i dispositivi di dispersione dovranno essere convenientemente allontanati dal settore prossimo all'alveo del Torrente Igna, al fine di non interferire con le dispersioni di sub-alveo del corso d'acqua (si propone di posizionare tali dispositivi in adiacenza all'area adibita a parcheggio).

In merito all'ubicazione dei dispositivi di dispersione si evidenzia inoltre che affinché non vi siano interferenze, i pozzi dovranno essere posizionati ad un interasse maggiore di circa $2\div 3*(r+H)$, corrispondente a $10\div 12$ m.

Chiuppano, agosto 2014

Dr. Geol. Andrea MASSAGRANDE



Allegati

- Planimetria alla scala 1:500 con l'ubicazione delle prove in sito
- Documentazione fotografica relativa alle prove in sito
- Elaborazione dati pluviometrici
- Calcolo della portata dispersa da pozzi perdenti
- Calcoli idraulici configurazione di progetto
- Volumi da invasare al variare del tempo di pioggia
- Volumi di mitigazione dell'impatto idraulico
- Grafici portate e volumi



Planimetria alla scala 1:500 con l'ubicazione delle prove in sito



Foto 2: Test di permeabilità K1 (profondità 2,80 m)



Foto 1: Scavo geognostico T1 (profondità 2,80 m)

TABELLA 1 - DATI DI PIOGGIA

| | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| STAZIONE PLUVIOMETRICA DI: | BASSANO DEL GRAPPA |
| BACINO : | Brenta |
| QUOTA: | 129 m s.m.m. |
| FONTE DEI DATI: | Uff. Idr. Mag. Acque VENEZIA |
| DATI DISPONIBILI : | Serie storica 1924-1995 |

| N. | INTERVALLO (minuti) 15 | | | INTERVALLO (minuti) 30 | | | INTERVALLO (minuti) 45 | | | INTERVALLO (minuti) 60 | | |
|------|---------------------------|-------------------------------------|------|---------------------------|-------------------------------------|------|---------------------------|-------------------------------------|------|---------------------------|-------------------------------------|------|
| | h(mm) | X ² =(hi-M) ² | Anno | h(mm) | X ² =(hi-M) ² | Anno | h(mm) | X ² =(hi-M) ² | Anno | h(mm) | X ² =(hi-M) ² | Anno |
| 1 | 16,0 | 4,68 | 1924 | 22,0 | 10,36 | 1924 | 29,6 | 0,97 | 1924 | 36,4 | 33,85 | 1924 |
| 2 | 19,4 | 1,53 | 1926 | | | | 24,2 | 40,73 | 1926 | | | |
| 3 | | | | | | | | | | 19,0 | 134,15 | 1928 |
| 4 | | | | | | | | | | 40,0 | 88,69 | 1929 |
| 5 | 18,0 | 0,03 | 1930 | | | | 27,4 | 10,13 | 1930 | 33,0 | 5,85 | 1930 |
| 6 | | | | | | | | | | 24,0 | 43,33 | 1931 |
| 7 | 14,4 | 14,16 | 1933 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | 16,6 | 195,51 | 1936 |
| 9 | | | | | | | | | | 48,0 | 303,37 | 1937 |
| 10 | | | | | | | | | | 32,4 | 3,30 | 1938 |
| 11 | | | | | | | | | | 27,2 | 11,44 | 1939 |
| 12 | | | | | | | | | | 40,0 | 88,69 | 1940 |
| 13 | | | | | | | | | | 24,0 | 43,33 | 1941 |
| 14 | 21,0 | 8,05 | 1942 | | | | | | | 50,4 | 392,74 | 1942 |
| 15 | | | | | | | | | | 48,8 | 331,88 | 1943 |
| 16 | | | | 22,8 | 5,85 | 1944 | | | | 27,6 | 8,89 | 1944 |
| 17 | | | | 23,4 | 3,31 | 1945 | | | | 23,8 | 46,00 | 1945 |
| 18 | | | | 17,6 | 58,04 | 1946 | | | | 22,2 | 70,26 | 1946 |
| 19 | | | | 24,8 | 0,18 | 1947 | | | | 29,4 | 1,40 | 1947 |
| 20 | | | | 28,0 | 7,74 | 1948 | | | | 37,6 | 49,25 | 1948 |
| 21 | | | | 18,0 | 52,11 | 1949 | | | | 18,6 | 143,58 | 1949 |
| 22 | | | | 22,0 | 10,36 | 1950 | | | | 27,8 | 7,74 | 1950 |
| 23 | | | | 18,0 | 52,11 | 1951 | | | | 19,0 | 134,15 | 1951 |
| 24 | | | | 17,8 | 55,04 | 1952 | | | | 21,0 | 91,82 | 1952 |
| 25 | | | | 31,4 | 38,21 | 1953 | | | | 33,8 | 10,35 | 1953 |
| 26 | | | | 20,8 | 19,52 | 1954 | | | | 22,6 | 63,72 | 1954 |
| 27 | | | | | | | | | | 24,0 | 43,33 | 1955 |
| 28 | | | | 25,2 | 0,00 | 1956 | | | | 33,8 | 10,35 | 1956 |
| 29 | 20,0 | 3,37 | 1957 | | | | | | | 21,0 | 91,82 | 1957 |
| 30 | 14,2 | 15,71 | 1958 | 19,4 | 33,86 | 1958 | 19,4 | 125,05 | 1958 | 19,4 | 125,05 | 1958 |
| 31 | 11,4 | 45,74 | 1959 | | | | | | | 36,0 | 29,35 | 1959 |
| 32 | | | | | | | | | | 27,2 | 11,44 | 1960 |
| 33 | 14,6 | 12,70 | 1961 | | | | | | | 51,2 | 425,09 | 1961 |
| 34 | | | | 40,2 | 224,44 | 1962 | 52,0 | 458,72 | 1962 | 53,2 | 511,56 | 1962 |
| 35 | 14,2 | 15,71 | 1963 | 26,0 | 0,61 | 1963 | 31,0 | 0,17 | 1963 | 42,4 | 139,66 | 1963 |
| 36 | 23,0 | 23,40 | 1964 | | | | 38,2 | 58,03 | 1964 | 41,6 | 121,39 | 1964 |
| 37 | 25,0 | 46,74 | 1965 | 29,2 | 15,85 | 1965 | 31,2 | 0,38 | 1965 | 31,2 | 0,38 | 1965 |
| 38 | 16,2 | 3,85 | 1966 | 20,6 | 21,33 | 1966 | 23,2 | 54,50 | 1966 | 25,2 | 28,97 | 1966 |
| 39 | 19,8 | 2,68 | 1967 | 24,8 | 0,18 | 1967 | 26,4 | 17,49 | 1967 | 27,0 | 12,83 | 1967 |
| 40 | 19,0 | 0,70 | 1968 | 24,8 | 0,18 | 1968 | 27,0 | 12,83 | 1968 | 39,0 | 70,86 | 1968 |
| 41 | 13,0 | 26,66 | 1969 | 17,4 | 61,13 | 1969 | 18,6 | 143,58 | 1969 | 19,8 | 116,26 | 1969 |
| 42 | 23,4 | 27,42 | 1970 | 27,8 | 6,66 | 1970 | 28,2 | 5,68 | 1970 | 30,8 | 0,05 | 1970 |
| 43 | 22,0 | 14,72 | 1971 | 38,0 | 163,36 | 1971 | 60,0 | 865,40 | 1971 | 67,8 | 1385,15 | 1971 |
| 44 | 17,0 | 1,35 | 1972 | 20,8 | 19,52 | 1972 | 21,0 | 91,82 | 1972 | 21,6 | 80,68 | 1972 |
| 45 | 17,2 | 0,93 | 1974 | 22,0 | 10,36 | 1974 | 25,4 | 26,86 | 1974 | 27,4 | 10,13 | 1974 |
| 46 | 23,0 | 23,40 | 1975 | 25,0 | 0,05 | 1975 | 26,0 | 21,00 | 1975 | 26,4 | 17,49 | 1975 |
| 47 | 38,6 | 417,66 | 1976 | 38,8 | 184,45 | 1976 | 39,4 | 77,75 | 1976 | 39,6 | 81,32 | 1976 |
| 48 | 20,0 | 3,37 | 1977 | 67,6 | 1796,18 | 1977 | 78,0 | 2248,43 | 1977 | 82,6 | 2705,84 | 1977 |
| 49 | 13,0 | 26,66 | 1978 | 16,0 | 84,98 | 1978 | 19,6 | 120,61 | 1978 | 21,0 | 91,82 | 1978 |
| 50 | 20,0 | 3,37 | 1979 | 40,0 | 218,49 | 1979 | 42,0 | 130,36 | 1979 | 42,6 | 144,42 | 1979 |
| 51 | 20,0 | 3,37 | 1981 | 23,0 | 4,92 | 1981 | 24,0 | 43,33 | 1981 | 24,0 | 43,33 | 1981 |
| 52 | 16,0 | 4,68 | 1982 | 22,0 | 10,36 | 1982 | 28,8 | 3,18 | 1982 | 30,2 | 0,15 | 1982 |
| 53 | 16,0 | 4,68 | 1983 | 18,8 | 41,20 | 1983 | 26,0 | 21,00 | 1983 | 37,4 | 46,48 | 1983 |
| 54 | 17,0 | 1,35 | 1985 | 19,0 | 38,67 | 1985 | 20,0 | 111,99 | 1985 | 22,0 | 73,66 | 1985 |
| 55 | 12,0 | 37,98 | 1986 | 14,0 | 125,86 | 1986 | 18,8 | 138,82 | 1986 | 19,6 | 120,61 | 1986 |
| 56 | 13,8 | 19,04 | 1987 | 30,0 | 22,86 | 1987 | 32,6 | 4,07 | 1987 | 35,0 | 19,52 | 1987 |
| 57 | 15,0 | 10,01 | 1988 | 21,0 | 17,80 | 1988 | 24,0 | 43,33 | 1988 | 26,6 | 15,86 | 1988 |
| 58 | 11,0 | 51,31 | 1990 | 14,0 | 125,86 | 1990 | 27,0 | 12,83 | 1990 | 27,4 | 10,13 | 1990 |
| 59 | 14,0 | 17,33 | 1991 | 16,0 | 84,98 | 1991 | 17,0 | 184,48 | 1991 | 17,2 | 179,09 | 1991 |
| 60 | 17,0 | 1,35 | 1992 | 32,4 | 51,57 | 1992 | 35,0 | 19,52 | 1992 | 35,0 | 19,52 | 1992 |
| 61 | 22,0 | 14,72 | 1993 | 24,0 | 1,48 | 1993 | 25,2 | 28,97 | 1993 | 33,0 | 5,85 | 1993 |
| 62 | 23,0 | 23,40 | 1994 | 30,0 | 22,86 | 1994 | 35,0 | 19,52 | 1994 | 37,4 | 46,48 | 1994 |
| 63 | 20,0 | 3,37 | 1995 | 30,0 | 22,86 | 1995 | 38,6 | 64,28 | 1995 | 42,6 | 144,42 | 1995 |
| Anni | 38 | | | 43 | | | 34 | | | 61 | | |

TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE - METODO DI GUMBEL

| | | | | |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|
| ORE | 0,25 | 0,50 | 0,75 | 1,00 |
| N | 38 | 43 | 34 | 61 |
| $XM = MEDIA$ | 18,16 | 25,22 | 30,58 | 32,17 |
| SOMMA X^2 | 937,2 | 3725,7 | 5205,8 | 9283,6 |
| SSQM | 5,03 | 9,42 | 12,56 | 12,44 |
| Inserire da tabella S_n | 1,1518 | 1,1614 | 1,1425 | 1,1856 |
| Inserire da tabella Y_n | 0,5424 | 0,5453 | 0,5396 | 0,5524 |
| <i>alfa</i> | 0,2289 | 0,1233 | 0,0910 | 0,0953 |
| <i>moda</i> | 15,79 | 20,80 | 24,65 | 26,37 |

TABELLA 3 - VALORI ESTREMI PER I PERIODO DI RITORNO CONSIDERATI (mm)

| TEMPI DI RITORNO | ORE | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| (anni) | 0,25 | 0,50 | 0,75 | 1,00 |
| 20 hmax (mm) = | 28,77 | 44,88 | 57,30 | 57,54 |
| 50 hmax (mm) = | 32,84 | 52,44 | 67,55 | 67,31 |
| 200 hmax (mm) = | 38,93 | 63,74 | 82,87 | 81,94 |

TABELLA 4 - VALORI DI a ED n AL VARIARE DI TR PER EVENTI DI DURATA ORARIA

| TEMPI DI RITORNO | a (mm ore ⁻ⁿ) | n |
|------------------|---------------------------|---------------|
| 20 anni | 62,157 | 0,5299 |
| 50 anni | 73,257 | 0,5502 |
| 200 anni | 89,877 | 0,5719 |

**Equazioni di possibilità pluviometrica per piogge brevi e intense (scrosci)
a Bassano del Grappa**

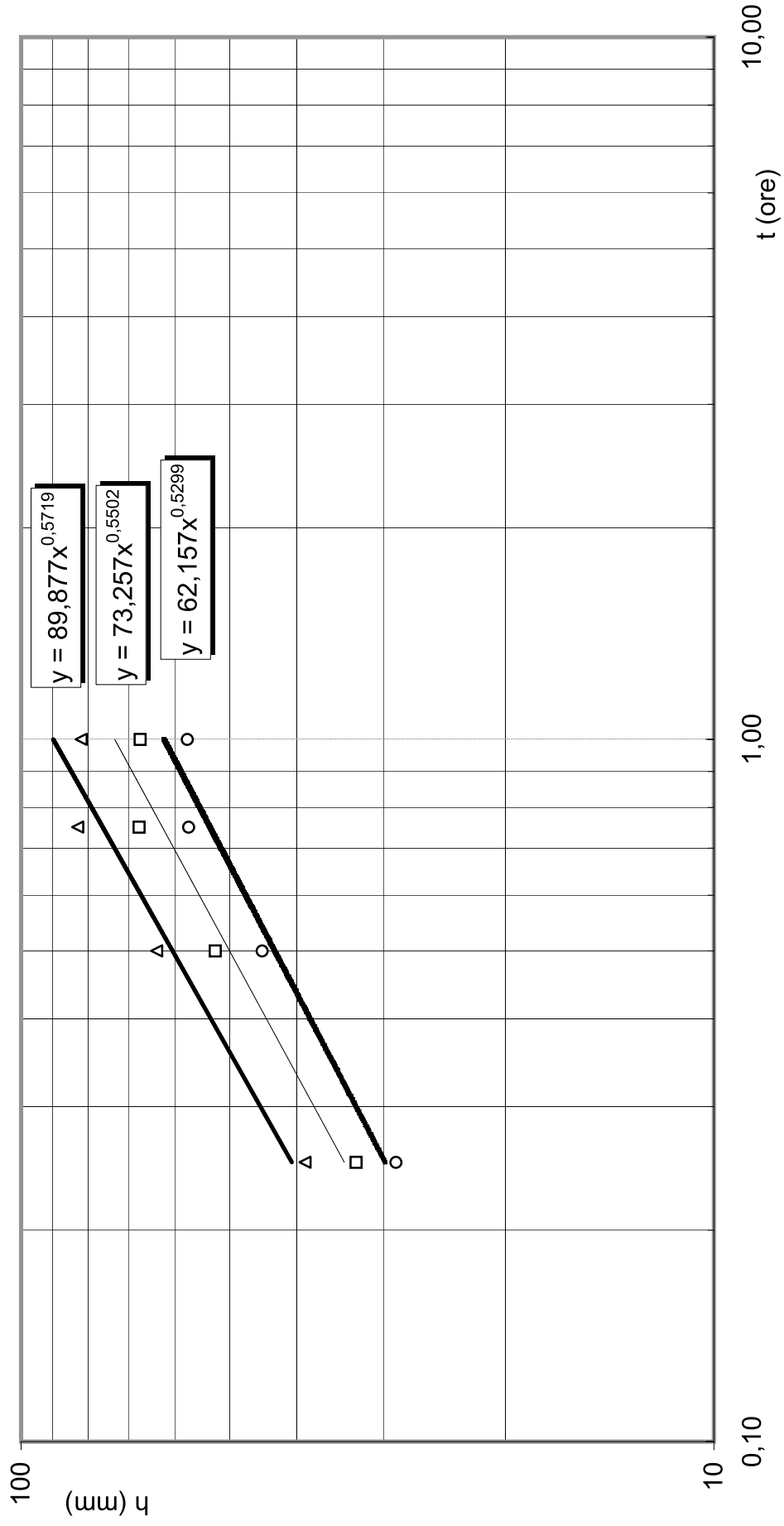


TABELLA 1 - DATI DI PIOGGIA

| | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| STAZIONE PLUVIOMETRICA DI: | BASSANO DEL GRAPPA |
| BACINO : | Brenta |
| QUOTA: | 129 m s.m.m. |
| FONTE DEI DATI: | Uff. Idr. Mag. Acque VENEZIA |
| DATI DISPONIBILI : | Serie storica 1923-1975 |

| N. | INTERVALLO DI ORE 1 | | | INTERVALLO DI ORE 3 | | | INTERVALLO DI ORE 6 | | | INTERVALLO DI ORE 12 | | | INTERVALLO DI ORE 24 | | |
|------|------------------------|------------------------------------|------|------------------------|------------------------------------|------|------------------------|------------------------------------|------|-------------------------|------------------------------------|------|-------------------------|------------------------------------|------|
| | h(mm) | X ² =(h-M) ² | Anno | h(mm) | X ² =(h-M) ² | Anno | h(mm) | X ² =(h-M) ² | Anno | h(mm) | X ² =(h-M) ² | Anno | h(mm) | X ² =(h-M) ² | Anno |
| 1 | 36,4 | 17,89 | 1924 | 49,8 | 69,00 | 1924 | 52,2 | 1,70 | 1924 | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 19,0 | 173,46 | 1928 | 22,0 | 379,99 | 1928 | 36,0 | 221,86 | 1928 | 51,0 | 226,32 | 1928 | 92,0 | 58,22 | 1928 |
| 4 | 40,0 | 61,30 | 1929 | 50,2 | 75,80 | 1929 | 50,2 | 0,48 | 1929 | 55,2 | 117,59 | 1929 | 63,2 | 448,15 | 1929 |
| 5 | 33,0 | 0,69 | 1930 | 43,6 | 4,44 | 1930 | 64,2 | 177,02 | 1930 | 80,8 | 217,74 | 1930 | 80,8 | 12,74 | 1930 |
| 6 | 24,0 | 66,76 | 1931 | 37,6 | 15,16 | 1931 | 40,8 | 101,91 | 1931 | 57,8 | 67,96 | 1931 | 65,6 | 352,29 | 1931 |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 16,6 | 242,44 | 1936 | 20,0 | 461,97 | 1936 | 26,6 | 590,25 | 1936 | 43,4 | 512,75 | 1936 | 58,0 | 695,35 | 1936 |
| 9 | 48,0 | 250,57 | 1937 | 63,6 | 488,70 | 1937 | 69,0 | 327,79 | 1937 | 86,0 | 398,24 | 1937 | 108,0 | 558,40 | 1937 |
| 10 | 32,4 | 0,05 | 1938 | 40,4 | 1,20 | 1938 | 40,4 | 110,15 | 1938 | 40,4 | 657,62 | 1938 | 56,0 | 804,83 | 1938 |
| 11 | 27,2 | 24,71 | 1939 | 30,6 | 118,67 | 1939 | 46,0 | 23,96 | 1939 | 69,2 | 9,96 | 1939 | 73,4 | 120,33 | 1939 |
| 12 | 40,0 | 61,30 | 1940 | 90,0 | 2352,89 | 1940 | 126,8 | 5761,57 | 1940 | 160,4 | 8903,04 | 1940 | 164,4 | 6404,88 | 1940 |
| 13 | 24,0 | 66,76 | 1941 | 28,0 | 182,07 | 1941 | 47,0 | 15,17 | 1941 | 82,0 | 254,59 | 1941 | 107,0 | 512,14 | 1941 |
| 14 | 50,4 | 332,31 | 1942 | 57,4 | 253,02 | 1942 | 64,4 | 182,39 | 1942 | 84,4 | 336,94 | 1942 | 99,0 | 214,05 | 1942 |
| 15 | 48,8 | 276,54 | 1943 | 77,8 | 1318,17 | 1943 | 78,0 | 734,68 | 1943 | 91,0 | 622,80 | 1943 | 92,8 | 71,07 | 1943 |
| 16 | 27,6 | 20,89 | 1944 | 51,6 | 102,14 | 1944 | 53,8 | 8,44 | 1944 | 70,4 | 18,97 | 1944 | 92,0 | 58,22 | 1944 |
| 17 | 23,8 | 70,07 | 1945 | 43,4 | 3,63 | 1945 | 45,0 | 34,75 | 1945 | 53,0 | 170,15 | 1945 | 82,6 | 3,13 | 1945 |
| 18 | 22,2 | 99,41 | 1946 | 30,2 | 127,54 | 1946 | 39,8 | 123,10 | 1946 | 45,0 | 442,85 | 1946 | 62,8 | 465,24 | 1946 |
| 19 | 29,4 | 7,68 | 1947 | 34,0 | 56,15 | 1947 | 44,0 | 47,54 | 1947 | 57,0 | 81,80 | 1947 | 74,6 | 95,44 | 1947 |
| 20 | 37,6 | 29,48 | 1948 | 48,6 | 50,50 | 1948 | 57,0 | 37,27 | 1948 | 77,0 | 120,03 | 1948 | 85,8 | 2,05 | 1948 |
| 21 | 18,6 | 184,16 | 1949 | 21,4 | 403,75 | 1949 | 29,2 | 470,67 | 1949 | 51,6 | 208,63 | 1949 | 78,6 | 33,29 | 1949 |
| 22 | 27,8 | 19,10 | 1950 | 28,4 | 171,44 | 1950 | 33,6 | 299,12 | 1950 | 49,8 | 263,87 | 1950 | 61,4 | 527,60 | 1950 |
| 23 | 19,0 | 173,46 | 1951 | 36,0 | 30,18 | 1951 | 59,0 | 65,69 | 1951 | 83,0 | 287,50 | 1951 | 95,0 | 113,01 | 1951 |
| 24 | 21,0 | 124,78 | 1952 | 24,0 | 306,02 | 1952 | 29,6 | 453,48 | 1952 | 54,0 | 145,06 | 1952 | 93,8 | 88,93 | 1952 |
| 25 | 33,8 | 2,66 | 1953 | 34,0 | 56,15 | 1953 | 38,6 | 151,17 | 1953 | 72,2 | 37,90 | 1953 | 93,6 | 85,20 | 1953 |
| 26 | 22,6 | 91,59 | 1954 | 34,2 | 53,19 | 1954 | 54,8 | 15,25 | 1954 | 56,0 | 100,88 | 1954 | 56,0 | 804,83 | 1954 |
| 27 | 24,0 | 66,76 | 1955 | 32,6 | 79,09 | 1955 | 40,8 | 101,91 | 1955 | 69,4 | 11,26 | 1955 | 85,6 | 1,51 | 1955 |
| 28 | 33,8 | 2,66 | 1956 | 36,0 | 30,18 | 1956 | | | | | | | | | |
| 29 | 21,0 | 124,78 | 1957 | 29,8 | 136,74 | 1957 | 33,4 | 306,08 | 1957 | 38,2 | 775,29 | 1957 | 54,4 | 898,17 | 1957 |
| 30 | 19,4 | 163,09 | 1958 | 32,4 | 82,69 | 1958 | 52,4 | 2,27 | 1958 | 73,4 | 54,11 | 1958 | 94,2 | 96,64 | 1958 |
| 31 | 36,0 | 14,67 | 1959 | 45,0 | 12,30 | 1959 | 68,2 | 299,46 | 1959 | 75,2 | 83,83 | 1959 | 75,2 | 84,08 | 1959 |
| 32 | 27,2 | 24,71 | 1960 | 27,2 | 204,30 | 1960 | 37,6 | 176,76 | 1960 | 49,4 | 277,02 | 1960 | 63,8 | 423,10 | 1960 |
| 33 | 51,2 | 362,12 | 1961 | 57,4 | 253,02 | 1961 | 59,0 | 65,69 | 1961 | 59,0 | 49,62 | 1961 | 67,6 | 281,22 | 1961 |
| 34 | 53,2 | 442,24 | 1962 | 53,2 | 137,04 | 1962 | 53,2 | 5,31 | 1962 | 58,6 | 55,41 | 1962 | 72,8 | 133,85 | 1962 |
| 35 | 42,4 | 104,64 | 1963 | 48,2 | 44,98 | 1963 | 62,4 | 132,37 | 1963 | 62,6 | 11,86 | 1963 | 89,4 | 25,31 | 1963 |
| 36 | 41,6 | 88,92 | 1964 | 48,0 | 42,34 | 1964 | 54,6 | 13,73 | 1964 | 87,8 | 473,32 | 1964 | 102,0 | 310,83 | 1964 |
| 37 | 31,2 | 0,94 | 1965 | 32,2 | 86,37 | 1965 | 46,4 | 20,21 | 1965 | 73,0 | 48,38 | 1965 | 100,0 | 244,31 | 1965 |
| 38 | 25,2 | 48,59 | 1966 | 37,6 | 15,16 | 1966 | 46,0 | 23,96 | 1966 | 62,6 | 11,86 | 1966 | 112,6 | 796,96 | 1966 |
| 39 | 27,0 | 26,73 | 1967 | 36,0 | 30,18 | 1967 | 42,0 | 79,12 | 1967 | 55,0 | 121,97 | 1967 | 84,0 | 0,14 | 1967 |
| 40 | 39,0 | 46,64 | 1968 | 51,2 | 94,22 | 1968 | 62,4 | 132,37 | 1968 | 63,0 | 9,27 | 1968 | 68,4 | 255,02 | 1968 |
| 41 | 19,8 | 153,03 | 1969 | 27,4 | 198,63 | 1969 | 41,0 | 97,91 | 1969 | 64,8 | 1,55 | 1969 | 76,0 | 70,05 | 1969 |
| 42 | 30,8 | 1,88 | 1970 | 31,2 | 105,95 | 1970 | 31,4 | 380,06 | 1970 | 31,4 | 1200,21 | 1970 | 57,0 | 749,09 | 1970 |
| 43 | 67,8 | 1269,46 | 1971 | 78,4 | 1362,09 | 1971 | 78,6 | 767,57 | 1971 | 78,6 | 157,65 | 1971 | 95,0 | 113,01 | 1971 |
| 44 | 21,6 | 111,74 | 1972 | 32,6 | 79,09 | 1972 | 35,8 | 227,86 | 1972 | 51,8 | 202,89 | 1972 | 62,4 | 482,66 | 1972 |
| 45 | 27,4 | 22,76 | 1974 | 42,8 | 1,71 | 1974 | 57,2 | 39,75 | 1974 | 62,4 | 13,28 | 1974 | 96,2 | 139,96 | 1974 |
| 46 | 26,4 | 33,30 | 1975 | 27,6 | 193,03 | 1975 | 36,4 | 210,11 | 1975 | 44,4 | 468,47 | 1975 | 64,4 | 398,78 | 1975 |
| 47 | 39,6 | 55,20 | 1976 | 52,4 | 118,95 | 1976 | 52,4 | 2,27 | 1976 | 73,6 | 57,09 | 1976 | 80,0 | 19,09 | 1976 |
| 48 | 82,6 | 2543,14 | 1977 | 87,4 | 2107,41 | 1977 | 87,4 | 1332,62 | 1977 | 87,6 | 464,66 | 1977 | 93,2 | 77,98 | 1977 |
| 49 | 21,0 | 124,78 | 1978 | 34,0 | 56,15 | 1978 | 48,6 | 5,27 | 1978 | 58,6 | 55,41 | 1978 | 93,0 | 74,49 | 1978 |
| 50 | 42,6 | 108,77 | 1979 | 47,6 | 37,29 | 1979 | 54,4 | 12,29 | 1979 | 65,6 | 0,20 | 1979 | 98,6 | 202,51 | 1979 |
| 51 | 24,0 | 66,76 | 1981 | 33,2 | 68,78 | 1981 | 45,8 | 25,96 | 1981 | 73,0 | 48,38 | 1981 | 123,6 | 1539,03 | 1981 |
| 52 | 30,2 | 3,88 | 1982 | 34,4 | 50,32 | 1982 | 34,8 | 259,05 | 1982 | 52,0 | 197,24 | 1982 | 87,0 | 6,92 | 1982 |
| 53 | 37,4 | 27,35 | 1983 | 38,2 | 10,85 | 1983 | 39,4 | 132,14 | 1983 | 54,0 | 145,06 | 1983 | 97,0 | 159,53 | 1983 |
| 54 | 22,0 | 103,44 | 1985 | 24,4 | 292,19 | 1985 | 24,8 | 680,95 | 1985 | 34,0 | 1026,82 | 1985 | 63,8 | 423,10 | 1985 |
| 55 | 19,6 | 158,02 | 1986 | 27,5 | 195,82 | 1986 | 40,5 | 108,06 | 1986 | 75,0 | 80,21 | 1986 | 113,0 | 819,71 | 1986 |
| 56 | 35,0 | 8,01 | 1987 | 47,0 | 30,32 | 1987 | 67,8 | 285,78 | 1987 | 77,6 | 133,54 | 1987 | 90,4 | 36,37 | 1987 |
| 57 | 26,6 | 31,03 | 1988 | 34,2 | 53,19 | 1988 | 40,4 | 110,15 | 1988 | 75,2 | 83,83 | 1988 | 76,2 | 66,74 | 1988 |
| 58 | 27,4 | 22,76 | 1990 | 27,6 | 193,03 | 1990 | 40,0 | 118,70 | 1990 | 67,2 | 1,34 | 1990 | 77,8 | 43,16 | 1990 |
| 59 | 17,2 | 224,12 | 1991 | 42,6 | 1,22 | 1991 | 42,6 | 68,81 | 1991 | 62,8 | 10,52 | 1991 | 75,2 | 84,08 | 1991 |
| 60 | 35,0 | 8,01 | 1992 | 42,4 | 0,82 | 1992 | 43,4 | 56,18 | 1992 | 68,6 | 6,53 | 1992 | 104,6 | 409,27 | 1992 |
| 61 | 33,0 | 0,69 | 1993 | 46,8 | 28,16 | 1993 | 65,6 | 216,24 | 1993 | 66,2 | 0,02 | 1993 | 66,4 | 322,90 | 1993 |
| 62 | 37,4 | 27,35 | 1994 | 45,0 | 12,30 | 1994 | 78,4 | 756,53 | 1994 | 79,0 | 167,86 | 1994 | 80,0 | 19,09 | 1994 |
| 63 | 42,6 | 108,77 | 1995 | 62,8 | 453,97 | 1995 | 82,6 | 1005,21 | 1995 | 95,4 | 861,77 | 1995 | 100,6 | 263,43 | 1995 |
| Anni | 61 | | | 61 | | | 60 | | | 59 | | | 59 | | |

TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE - METODO DI GUMBEL

| | | | | | |
|---------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| ORE | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| N | 61 | 61 | 60 | 59 | 59 |
| $X_M = \text{MEDIA}$ | 32,17 | 41,49 | 50,90 | 66,04 | 84,37 |
| SOMMA X^2 | 9129,7 | 13981,6 | 18214,0 | 21571,0 | 22601,5 |
| SSQM | 12,34 | 15,27 | 17,57 | 19,29 | 19,74 |
| Inserire da tabella S_n | 1,1856 | 1,1856 | 1,1846 | 1,1835 | 1,1835 |
| Inserire da tabella Y_n | 0,5524 | 0,5524 | 0,5521 | 0,5518 | 0,5518 |
| <i>alfa</i> | 0,0961 | 0,0777 | 0,0674 | 0,0614 | 0,0600 |
| <i>moda</i> | 26,42 | 34,38 | 42,71 | 57,05 | 75,17 |

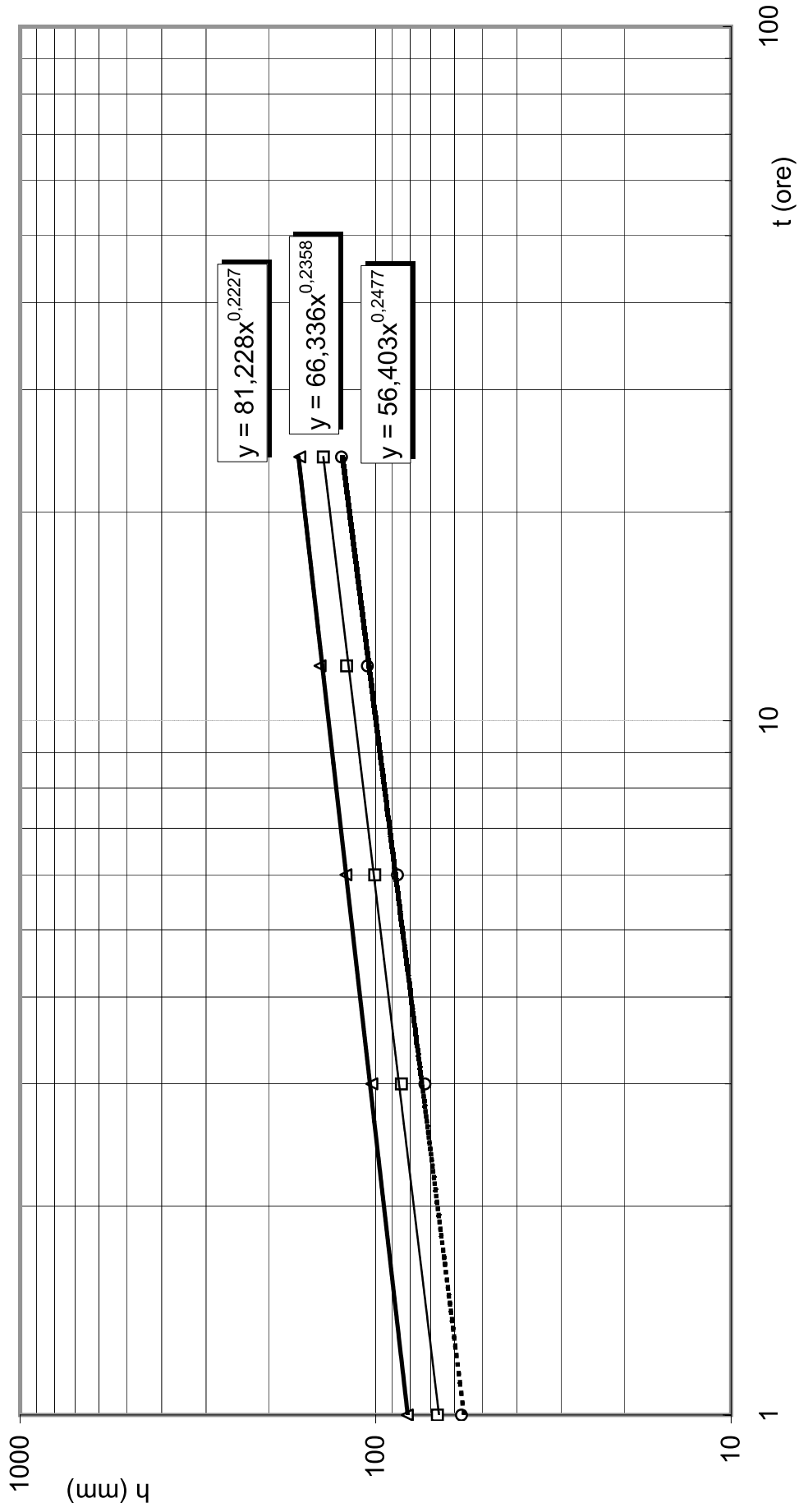
TABELLA 3 - VALORI ESTREMI PER I PERIODO DI RITORNO CONSIDERATI (mm)

| TEMPI DI RITORNO | ORE | | | | |
|------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| (anni) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| 20 hmax (mm) = | 57,33 | 72,62 | 86,76 | 105,45 | 124,71 |
| 50 hmax (mm) = | 67,02 | 84,62 | 100,58 | 120,63 | 140,25 |
| 200 hmax (mm) = | 81,52 | 102,57 | 121,25 | 143,35 | 163,50 |

TABELLA 4 - VALORI DI a ED n AL VARIARE DI TR PER EVENTI DI DURATA ORARIA

| TEMPI DI RITORNO | a (mm ore ⁻ⁿ) | n |
|------------------|-----------------------------|---------------|
| 20 anni | 56,403 | 0,2477 |
| 50 anni | 66,336 | 0,2358 |
| 200 anni | 81,228 | 0,2227 |

Equazioni di possibilità pluviometrica per piogge orarie a Bassano del Grappa



CALCOLO DELLA PORTATA DISPERSA DA POZZI PERDENTI

Geometria pozzo drenante: diametro 150 cm, altezza utile 300 cm

COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'

| Tipo di suolo | K (m/s) | Tipo di permeabilità |
|--|----------------------|---------------------------|
| ciottoli, ghiaia (senza elementi fini) | $> 10^{-2}$ | elevata permeabilità |
| sabbia, sabbia e ghiaia | $10^{-2} - 10^{-5}$ | buona permeabilità |
| sabbia fine, limo, argilla con limo e sabbia | $10^{-5} - 10^{-9}$ | poco permeabile |
| argilla omogenea | $10^{-9} - 10^{-11}$ | praticamente impermeabile |

CALCOLO COEFFICIENTE C

| | Formula | |
|-------------------|-----------------------------|-------|
| Carwell (1953) | $2\pi(H/r_0)/\ln(H/r_0)$ | 18.13 |
| Tertlskate (1954) | $2,364(H/r_0)/\log(2H/r_0)$ | 10.47 |
| Teorica | $2\pi(H/r_0)/\ln(R/r_0)$ | 16.17 |

GEOMETRIA DEL POZZO E CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO DI CARWELL

| Raggio | Diametro | Altezza | K | Volume | C | Q | Q |
|------------------------------------|----------|---------|----------|--------|-------|--------|-------|
| (m) | (m) | (m) | (m/s) | (mc) | | (mc/s) | (l/s) |
| 0.75 | 1.50 | 3 | 2.00E-04 | 5 | 18.13 | 0.0082 | 8.16 |
| Portata stimata dispersa dal pozzo | | | | | 8.16 | l/s | |

GEOMETRIA DEL POZZO E CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO DI TERTLSKATE

| Raggio | Diametro | Altezza | K | Volume | C | Q | Q |
|------------------------------------|----------|---------|----------|--------|-------|--------|-------|
| (m) | (m) | (m) | (m/s) | (mc) | | (mc/s) | (l/s) |
| 0.75 | 1.50 | 3 | 2.00E-04 | 5 | 10.47 | 0.0047 | 4.71 |
| Portata stimata dispersa dal pozzo | | | | | 4.71 | l/s | |

GEOMETRIA DEL POZZO E CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO TEORICO

| Raggio | Diametro | Altezza | K | Volume | C | Q | Q |
|------------------------------------|----------|---------|----------|--------|-------|--------|-------|
| (m) | (m) | (m) | (m/s) | (mc) | | (mc/s) | (l/s) |
| 0.75 | 1.50 | 3 | 2.00E-04 | 5 | 16.17 | 0.0073 | 7.28 |
| Portata stimata dispersa dal pozzo | | | | | 7.28 | l/s | |

VALORI DI PORTATA AL VARIARE DI C

| Formula | C | Q |
|----------------------------|-------|-------|
| | | (l/s) |
| Carwell | 18.13 | 8.16 |
| Tertlskate | 10.47 | 4.71 |
| Teorica | 16.17 | 7.28 |
| Valore assunto di portata: | | 4.71 |

CALCOLI IDRAULICI CONFIGURAZIONE DI PROGETTO

(Superficie considerata nel calcolo idraulico: 2.394 mq)

DATI GENERALI

Progetto Nuova lottizzazione Via Monte Baldo - Zugliano (VI)

S (mq) 2394 Superficie di trasformazione considerata nel calcolo idraulico

S (ha) 0.2394 S (kmq) 0.002394

CONFRONTO DESTINAZIONE D'USO DEL SUOLO

ATTUALE Area a verde

PROGETTO Area edificata con strada, parcheggi e verde

PARAMETRI CURVA DI POSSIBILITA PLUVIOMETRICA (stazione di Bassano del Grappa)

| Tr (anni) | 20 | 50 | 200 |
|-----------|--------|--------|--------|
| a | 56.403 | 66.336 | 81.228 |
| n | 0.2477 | 0.2358 | 0.2227 |

t pioggia > 1 ora

PARAMETRI CURVA DI POSSIBILITA PLUVIOMETRICA (stazione di Bassano del Grappa)

| Tr (anni) | 20 | 50 | 200 |
|-----------|--------|--------|--------|
| a | 62.157 | 73.257 | 89.877 |
| n | 0.5299 | 0.5502 | 0.5719 |

t pioggia < 1 ora

CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO (configurazione di progetto)

| <u>SUPERFICI</u> | <i>S_i</i> | φ | <i>S_i x φ</i> |
|---|----------------------|-------------|---|
| Superficie impermeabile (strada) | 271 | 0.90 | 244 |
| Superficie impermeabile (parcheggi) | 192 | 0.90 | 173 |
| Superficie impermeabile (coperture - 65% lotti) | 1,211 | 0.90 | 1,090 |
| Superficie permeabile (verde pubblico) | 68 | 0.20 | 14 |
| Superficie permeabile (verde privato - 35% lotti) | 652 | 0.20 | 130 |
| <i>Totale</i> | 2,394 | 0.69 | 1,651 |
| Valore assunto per il coefficiente di deflusso | | 0.69 | |

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Formulazione suggerita nel 1997 dal Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti)

Tempo di corrivazione = tempo di accesso alla rete + tempo di rete

CALCOLO DEL TEMPO DI ACCESSO ALLA RETE

| Si | li | li* | φ_i | si | a | n | tai | tai |
|--------------------------------|-----|-----|-------------|-------|--------|--------|-----|----------|
| (mq) | (m) | (m) | | | | | (s) | (min) |
| 2394 | 108 | 108 | 0.69 | 0.002 | 73.257 | 0.5502 | 217 | 4 |
| <i>tempo di accesso minimo</i> | | | | | | | | 5 |

li* = massima lunghezza della rete misurato sulla rete di progetto

tai = tempo di accesso dell'iesimo sottobacino

si = pendenza media dell'iesimo sottobacino

Si = superficie dell'iesimo

CALCOLO DEL TEMPO DI RETE

| Tratto | Descrizione | Vui | Li | tri | tri |
|--------|---------------------------------------|-------|-----|--------|----------|
| | | (m/s) | (m) | (s) | (min) |
| 1 | Condotto fittizio (massima lunghezza) | 1 | 108 | 108 | 1 |
| | | | | Totale | 1 |

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

| ta | tr | tc | tc |
|-------|-------|----------|------------|
| (min) | (min) | (min) | (ore) |
| 5 | 1 | 6 | 0.1 |

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - DATI DI PROGETTO

| Tr | φ | a | n | t | t | h | j | S |
|-----------|-----------|--------|--------|----------|-------|-------|----------|------|
| | | | | (min) | (ore) | (mm) | (mm/ora) | (mq) |
| 50 | 0.69 | 73.257 | 0.5502 | 6 | 0.10 | 20.64 | 206.37 | 2394 |

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - RISULTATI

| Tr | Q | u | V pioggia |
|-----------|-----------|------------|-----------|
| (anni) | (l/s) | (l/s ha) | (mc) |
| 50 | 94 | 393 | 34 |

VOLUMI DA INVASARE AL VARIARE DEL TEMPO DI PIOGGIA

DATI DI INPUT

| | | |
|---------------------------------------|--------------|---------|
| Q defluita dal singolo pozzo perdente | 4.71 | l/s |
| Numero di pozzi | 8 | |
| 1. Q totale in dispersione | 37.68 | l/s |
| 2. Q defluita in rete idrografica | 0.0 | l/s |
| Q totale defluita (1+2) | 37.68 | l/s |
| Q totale defluita 1) + 2) | 37.68 | l/s |
| Coef. deflusso area ϕ | 0.69 | |
| Volume superficiale /ha (velo idrico) | 0 | (mc/ha) |
| Volume superficiale | 0 | mc |

CALCOLO DEL VOLUME DA INVASARE

| PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA | | | | | | | | |
|---|--------|--------|---------|----------|---------|---------------|---------------|--------------|
| Tr (anni) | | | | | a | t < 1 ora | t > 1 ora | |
| | | | | | n | 89.877 | 81.228 | |
| | | | | | V | 0.5719 | 0.2227 | |
| tempo | h | J | Q | Q | V | V | V | V |
| (ore) | (mm) | (mm/h) | pioggia | defluita | pioggia | defluito | superficiale | invaso |
| | | | (l/s) | (l/s) | (mc) | (mc) | (mc) | (mc) |
| 0.25 | 40.68 | 162.70 | 74.60 | 37.68 | 67.14 | 33.91 | 0.00 | 33.23 |
| 0.32 | 46.84 | 146.38 | 67.12 | 37.68 | 77.32 | 43.41 | 0.00 | 33.91 |
| 0.34 | 48.50 | 142.63 | 65.40 | 37.68 | 80.05 | 46.12 | 0.00 | 33.93 |
| 0.36 | 50.11 | 139.19 | 63.82 | 37.68 | 82.71 | 48.83 | 0.00 | 33.87 |
| 0.5 | 60.46 | 120.93 | 55.44 | 37.68 | 99.80 | 67.82 | 0.00 | 31.98 |
| 1.0 | 81.23 | 81.23 | 37.24 | 37.68 | 134.07 | 134.07 | 0.00 | 0.00 |
| 2.0 | 94.79 | 47.39 | 21.73 | 37.68 | 156.45 | 156.45 | 0.00 | 0.00 |
| 3.0 | 103.74 | 34.58 | 15.86 | 37.68 | 171.24 | 171.24 | 0.00 | 0.00 |
| 4.0 | 110.61 | 27.65 | 12.68 | 37.68 | 182.57 | 182.57 | 0.00 | 0.00 |
| 5.0 | 116.24 | 23.25 | 10.66 | 37.68 | 191.87 | 191.87 | 0.00 | 0.00 |
| 10.0 | 135.65 | 13.56 | 6.22 | 37.68 | 223.90 | 223.90 | 0.00 | 0.00 |
| V massimo (mc) | | | | | | | | 33.93 |
| VOLUME RICHIESTO DAL MODELLO (mc) | | | | | | | | 33.93 |

VOLUMI DI LAMINAZIONE

VOLUME INVASABILE NEI POZZI PERDENTI

| Numero pozzi | Raggio pozzo (m) | Diametro pozzo (m) | Altezza utile (m) | Volume unitario (m ³) | Volume totale (m ³) |
|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|---|---------------------------------------|
| 8 | 0.75 | 1.50 | 3.00 | 5.30 | 42.39 |

| | |
|-------------------------------------|--------------|
| Totale volume di invaso (mc) | 42.39 |
|-------------------------------------|--------------|

VERIFICA DEI DISPOSITIVI DI MITIGAZIONE IDRAULICA DI PROGETTO

| | | |
|---|------|-------|
| Volume di invaso richiesto dal modello analitico | (mc) | 33.93 |
| Volume di invaso fornito dal sistema idraulico (pozzi perdenti) | (mc) | 42.39 |
| Capacità di accumulo (invaso nei pozzi) | (mc) | 42.39 |
| Incidenza percentuale della capacità di accumulo: | (%) | 48 |
| Capacità di dispersione (infiltrazione dai pozzi) | (mc) | 46.12 |
| Incidenza percentuale della capacità di dispersione: | (%) | 52 |

GRAFICI PORTATE E VOLUMI

