

REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI VICENZA

**COMUNE DI ZUGLIANO**

**PROGETTO:**

***PIANO DI LOTTIZZAZIONE "CAVAION"  
(LOCALITA' GRUMOLO PEDEMONTE)***

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

**RELAZIONE TECNICA**

*COMMITTENTE:*

DAL FERRO FRANCESCO

*DATA:*

FEBBRAIO 2015

*CODICE ELABORATO:*

ZGL-DLF

*POSIZIONE ARCHIVIO:*

REL-15

**DR. GEOL. ANDREA MASSAGRANDE**

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

## Sommario

1.	Premessa .....	<a href="#">2</a>
2.	Disposizioni normative di riferimento .....	<a href="#">6</a>
3.	Inquadramento geologico-territoriale dell'area .....	<a href="#">10</a>
4.	Campagna di indagini geognostiche .....	<a href="#">14</a>
4.1	Scavi geognostici .....	<a href="#">15</a>
4.2	Prova di permeabilità in foro .....	<a href="#">16</a>
4.3	Monitoraggio della circolazione idrica sotterranea.....	<a href="#">17</a>
5.	Analisi ed elaborazione dei dati di pioggia .....	<a href="#">20</a>
6.	Parametri idraulici di progetto .....	<a href="#">22</a>
7.	Calcolo della portata .....	<a href="#">27</a>
8.	Calcolo dei volumi di invaso.....	<a href="#">28</a>
9.	Misure per la mitigazione dell'impatto idraulico .....	<a href="#">30</a>

## Allegati a fine testo

- Planimetria di progetto con l'ubicazione delle indagini geognostiche (scala 1:1.000)
- Documentazione fotografica indagini geognostiche
- Carta idrogeologica locale (freatimetria del 22.11.2014)
- Carta idrogeologica locale (freatimetria del 01.12.2014)
- Carta idrogeologica locale (freatimetria del 06.12.2014)
- Elaborazione dati pluviometrici (stazione: Bassano del Grappa)
- Calcoli idraulici stato di progetto (con  $T_r = 50$  anni)
- Volumi da invasare al variare del tempo di pioggia
- Grafici portate e volumi
- Autocertificazione di idoneità professionale (art. 46 del D.P.R. n. 445 del 28.12.2000)
- Sintesi elaborazioni studio di compatibilità idraulica
- Planimetria e sezione schematica opere di mitigazione idraulica
- Particolari opere di mitigazione idraulica

## 1. PREMESSA

Su incarico del Sig. Dal Ferro Francesco è stato condotto il presente studio idrogeologico-idraulico finalizzato al dimensionamento delle opere di mitigazione idraulica, relativamente al Piano di Lottizzazione "Cavaion" (Progettista: Dr. Arch. Pegoraro Andrea), sito in località Grumolo Pedemonte, nel Comune di Zugliano (figg. 1 e 2).

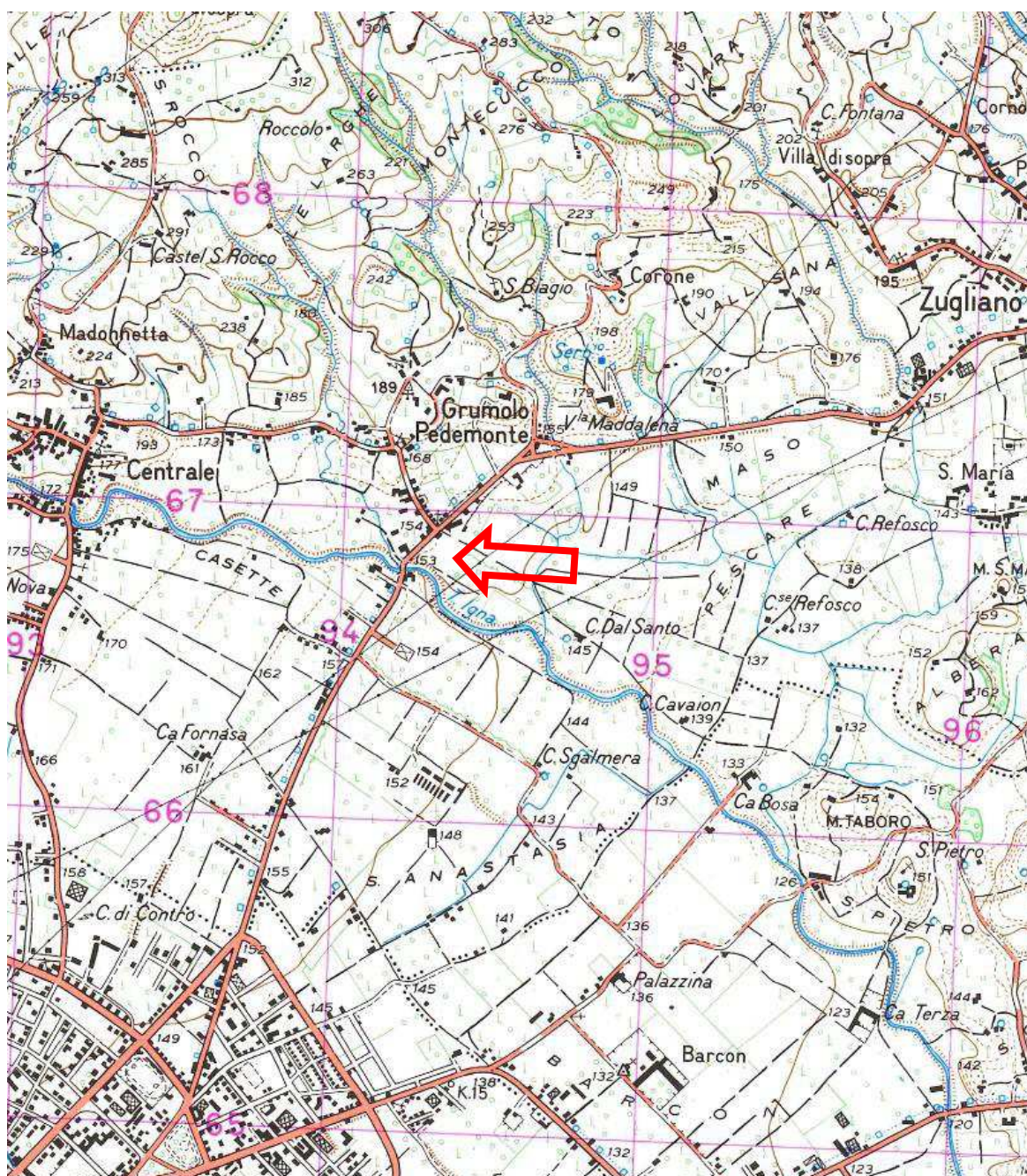
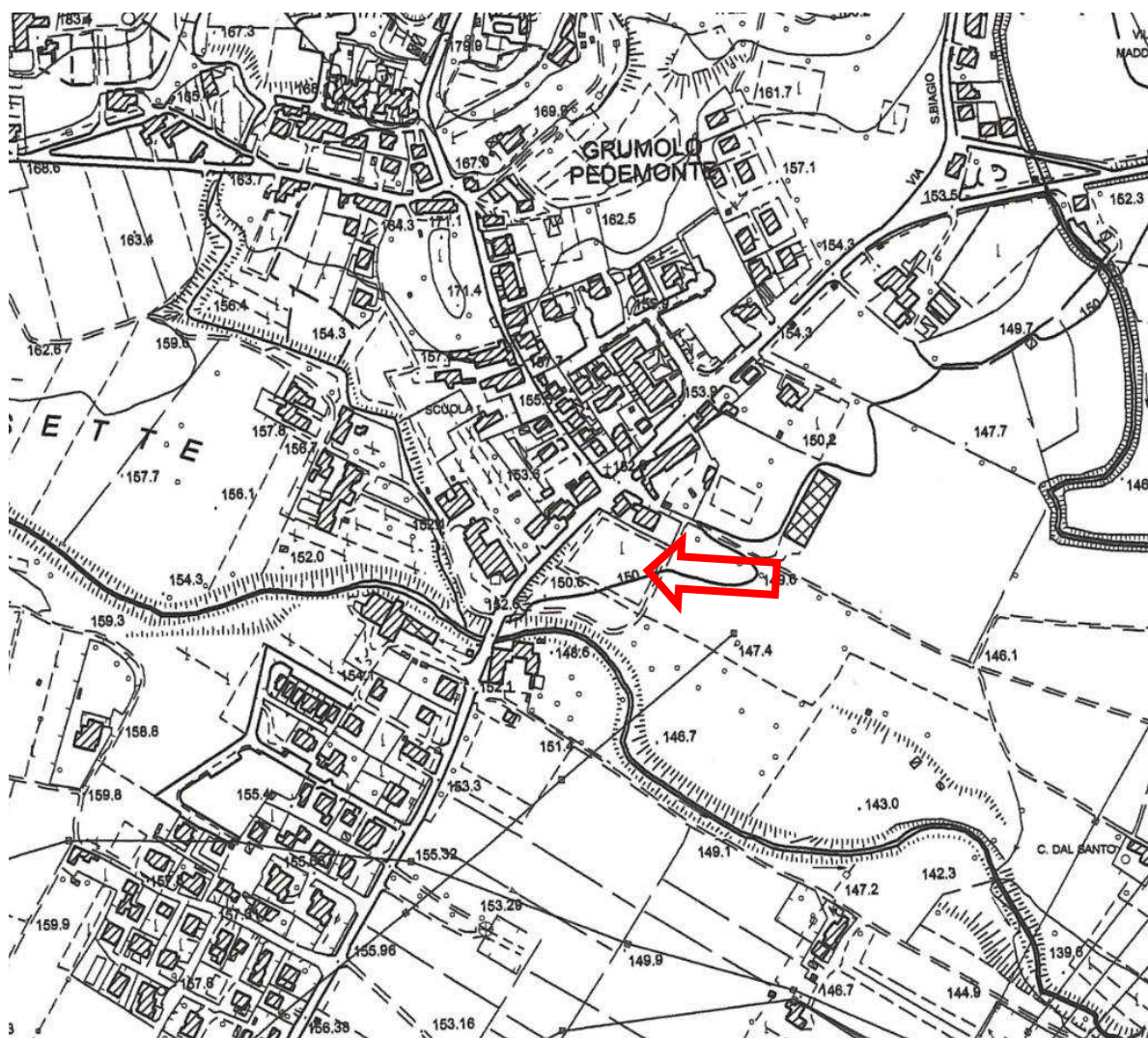


Fig. 1: Estratto IGM con l'indicazione dell'area di intervento





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

Si anticipa che gli studi di dettaglio (litologico-stratigrafici ed idrogeologici) condotti presso il sito e nel suo immediato intorno hanno rilevato la presenza di terreni superficiali a limitata conducibilità idraulica e di circolazione idrica a debole profondità dal p.c. locale; per tale motivo sono stati ipotizzati sistemi di accumulo temporaneo con scarico regolato (portata limitata a 5 l/s\*ha) nell'idrografia superficiale (nel caso specifico il Torrente Igna).

Si precisa che quanto riportato in termini di volume specifico di invaso nello studio di V.C.I. a supporto del 3° P.I. del Comune di Zugliano, con riferimento all'intervento n. 116B (di cui si riporta, a seguire, la scheda specifica) e considerando un tempo di ritorno pari a 50 anni ed una portata ammessa allo scarico di 5 l/s\*ha, non può tenere in considerazione l'attuale dettaglio progettuale (distribuzione d'uso del suolo) dell'ambito di trasformazione.



**INTERVENTO Punto 116B**

**ATO 5**

**Descrizione**  
 ACCORDO N. 6  
 Nuova zona residenziale (It=1.00 mc/mq))

<b>Classe di Intervento</b>		Modesta impermeabilizzazione potenziale (0.1 ha < sup. < 1 ha)
<b>Uso del suolo attuale</b>	<b>Uso del suolo futuro</b>	<b>Sup. (ha)</b>
Agricolo	R/SUA	0.62

<b>Vincolo di fragilità/criticità presente</b>	Nessuno
<b>Permeabilità del terreno</b>	Mediamente permeabile ( $K = 1 + 10^{-4}$ cm/s)
<b>Livello della falda dal p.c.</b>	<del>Non presente</del>
<b>Corpo recettore afferente</b>	Torrente Igna
<b>Distanza dal corpo recettore (ml)</b>	39

<b>Ente di competenza</b>		Consorzio di Bonifica Medio Astico Bacchiglione		
Portata unitaria ammessa allo scarico l/sha	Tempo di ritorno 50 anni		Tempo di ritorno 100 anni	
	Volume di invaso (mc)	Volume di invaso per ettaro (mc/ha)	Volume di invaso (mc)	Volume di invaso per ettaro (mc/ha)
5	<del>406.7</del>	<del>854</del>	462.3	740
10	286.7	459	328	525

~~Intervento di mitigazione proposto~~  
 Metodi di infiltrazione diretta



I valori indicati nel suddetto documento (volume di invaso pari a 406,7 m<sup>3</sup>, corrispondente a 651 m<sup>3</sup>/ha), devono, in definitiva, intendersi superati dalle specifiche calcolazioni condotte nel presente elaborato, che ottemperano, in ogni caso, alle vigenti normative in materia ed alle linee guida disposte dal *Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta*, ed in particolare:

- volume specifico di invaso pari ad almeno 500 m<sup>3</sup>/ettaro di ambito di urbanizzazione trasformato;
- recapito finale nella rete idrografica con portata dello scarico non superiore di 5 l/s per ettaro.

Peraltro, nello studio di V.C.I. a supporto del 3° P.I. del Comune di Zugliano, alla pagina 45, si evidenzia che: *“Il volume di invaso da attribuire all'intervento dovrà essere calcolato con maggior dettaglio in fase di progettazione quando sarà completamente definito l'assetto plano-altimetrico della zona, l'uso del suolo, il reticolo di drenaggio”.*

Il presente documento tecnico è diviso essenzialmente 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 idraulico ed idrogeologico;
- 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 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 supportato da 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, ecc.).

I metodi per il calcolo delle portate di piena potranno essere di tipo concettuale, ovvero basati su modelli matematici. Tra i modelli di tipo analitico/concettuale di trasformazione afflussi-deflussi disponibili in letteratura si può fare riferimento ai seguenti 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 (coefficiente di filtrazione maggiore di  $10^{-3}$  m/s e frazione limosa inferiore al 5%), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola 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'ambito territoriale oggetto del proposto intervento di trasformazione si ubica nel settore racchiuso tra Via Igna, Via Cavaion ed il torrente Igna (in un tratto dove il corso d'acqua risulta ben regimato con un presidio spondale in sinistra orografica), all'interno dei limiti amministrativi del Comune di Zugliano (VI); sulla base del rilievo plano-altimetrico e della restituzione grafica a curve di livello fornita dal Progettista (fig. 3), si evince che il piano campagna naturale degrada leggermente verso sud, circa da quota 152 a 149 m s.l.m., con pendenze medie di circa il 4% e, conseguentemente, acclività medie di circa 2,5°.

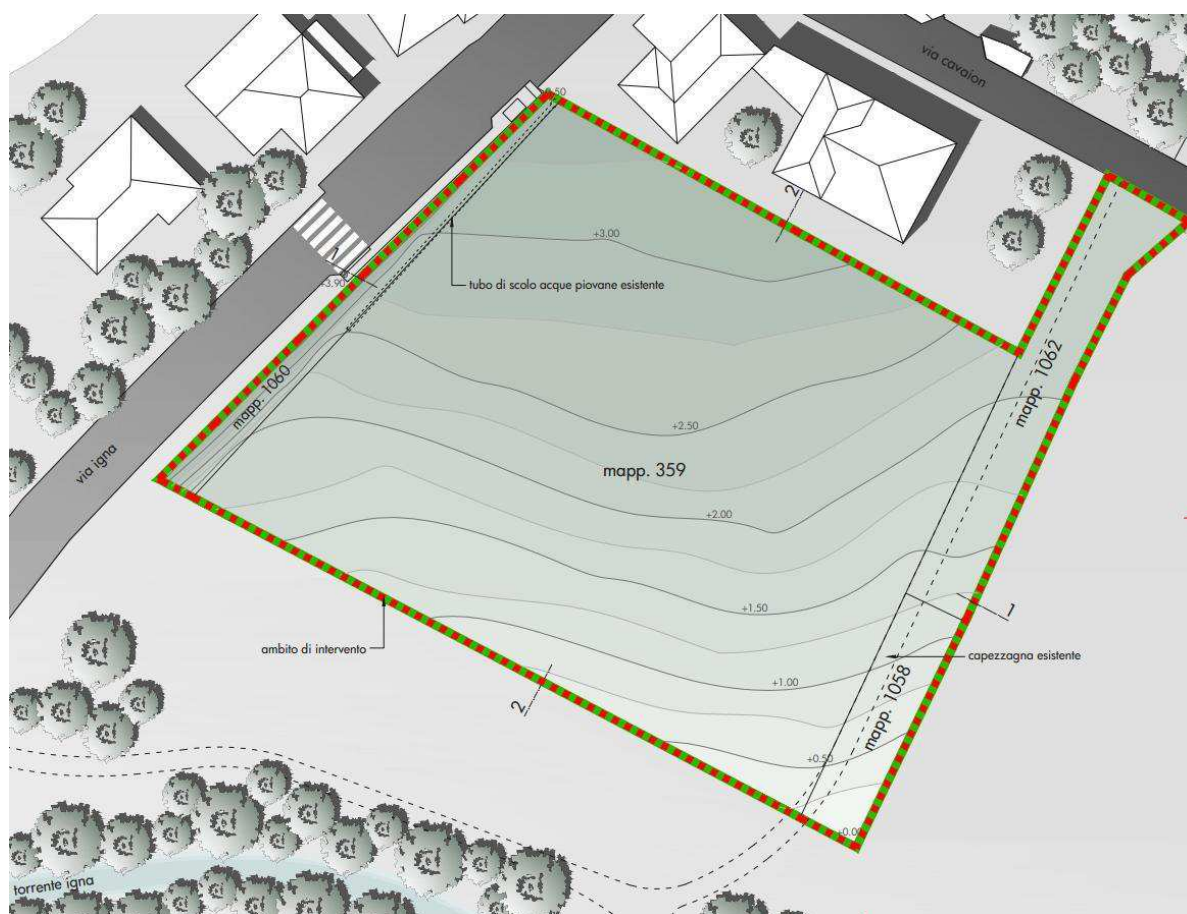


Fig. 3: Restituzione a curve di livello dell'ambito di trasformazione (stato attuale)

Con riferimento all'assetto geologico, il sito in esame si colloca nell'unità geografica della pianura veneta; il primo sottosuolo risulta costituito da depositi alluvionali ed è riconducibile alle 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 delle valli pedemontane, ed è caratterizzata da un potente materasso alluvionale a prevalente componente ghiaiosa ( $al_1$  nello stralcio della carta geologica - fig. 4), con frazione limoso-argillosa più superficialmente.

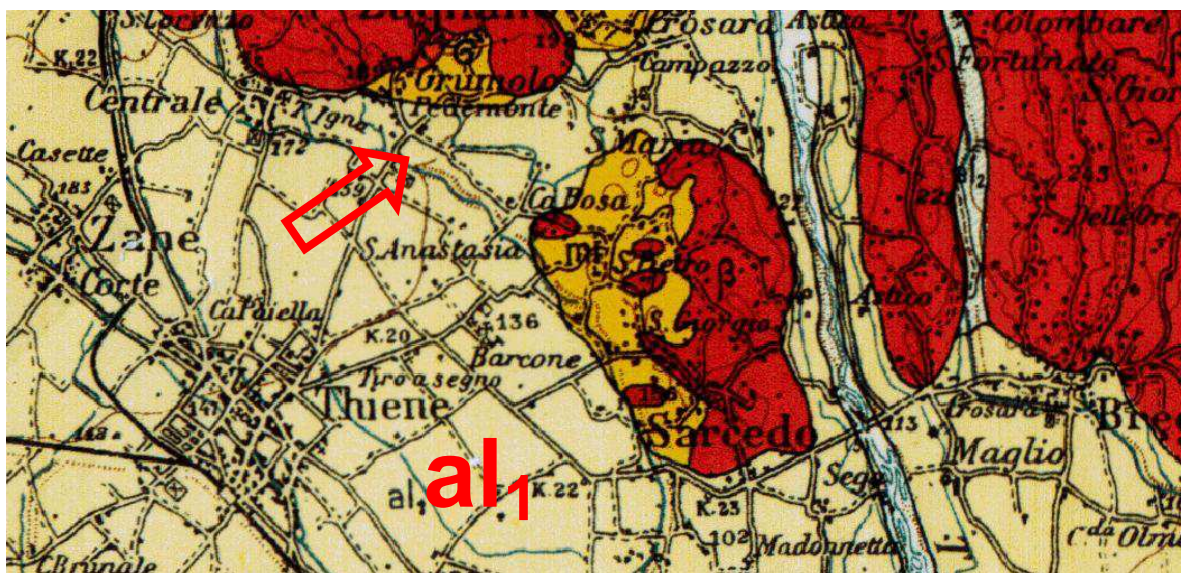


Fig. 4: Stralcio della carta geologica (Foglio 37 Bassano del Grappa)

L'assetto idrogeologico di questo settore dell'alta pianura risulta essere condizionato dalle caratteristiche granulometriche e strutturali del materasso alluvionale (fig. 5).

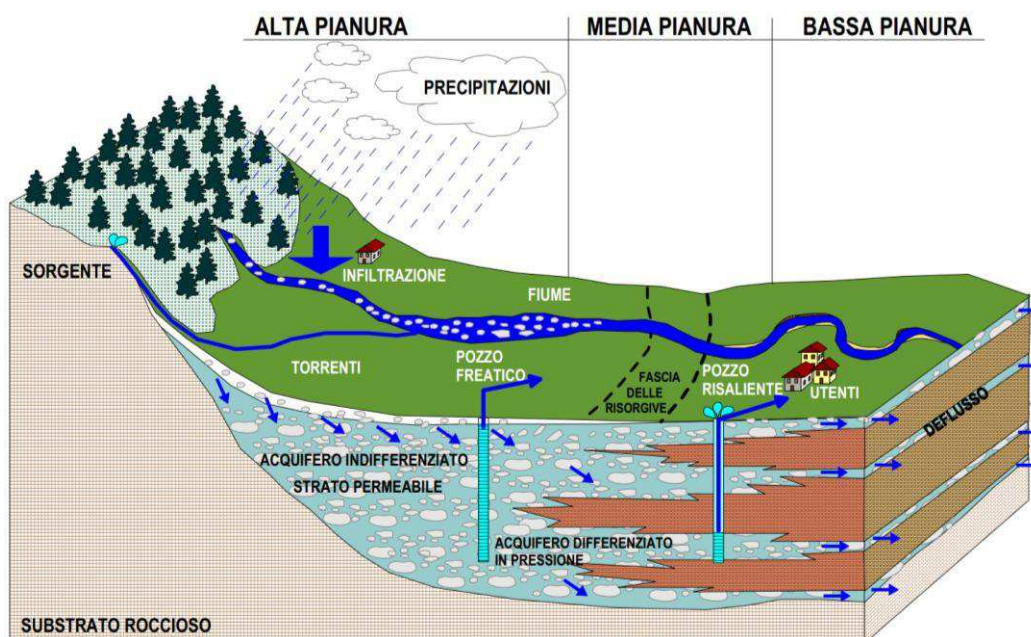
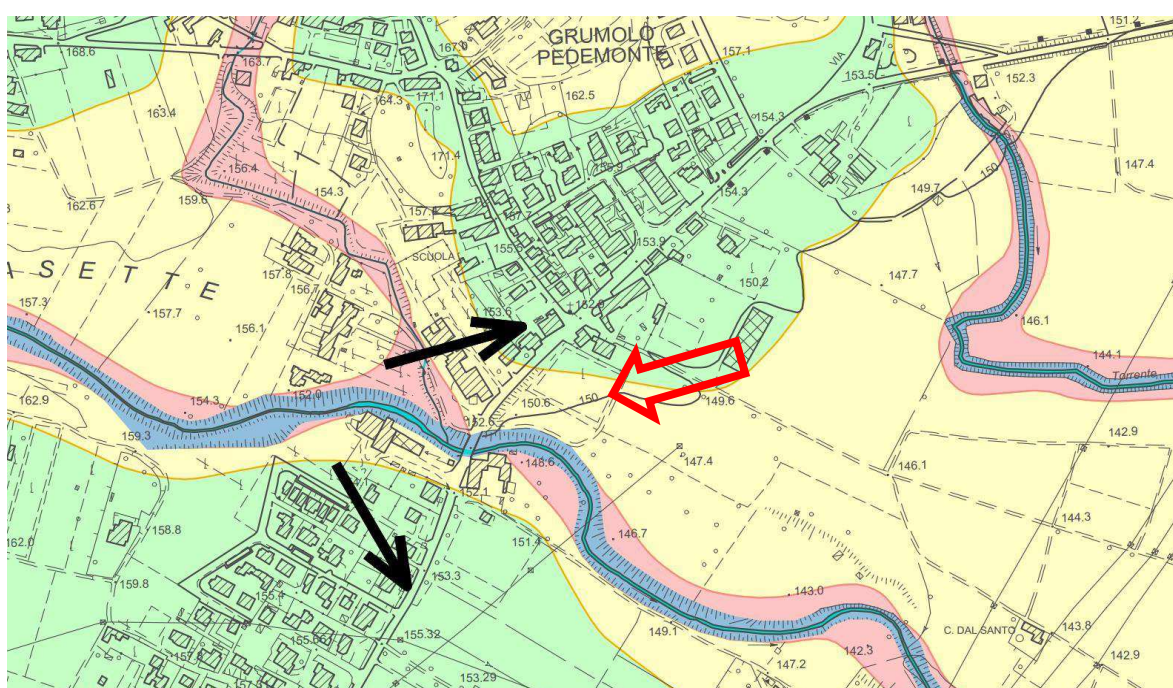


Fig. 5: Sezione schematica strutturale di riferimento della pianura veneta



Lungo la fascia settentrionale di alta pianura, dove il sottosuolo è in prevalenza ghiaioso, esiste una falda idrica a carattere freatico, la cui alimentazione è garantita soprattutto dalla dispersione idrica che si verifica dagli alvei dei corsi d'acqua al loro sbocco vallivo e, subordinatamente, dall'infiltrazione degli apporti meteorici dal rilievo soprastante. Occorre peraltro precisare che alla scala locale possono verificarsi delle difformità più o meno accentuate, rispetto al trend generale dei deflussi sotterranei.

Con riferimento all'ambito di intervento, dall'analisi della documentazione geologico-tecnica di supporto ai vigenti strumenti urbanistici (PATI, PAI) non si rilevano situazioni riconducibili a fenomeni di dissesto geologico e idraulico in atto (figg. 6 e 7).



Compatibilità geologica ai fini edificatori

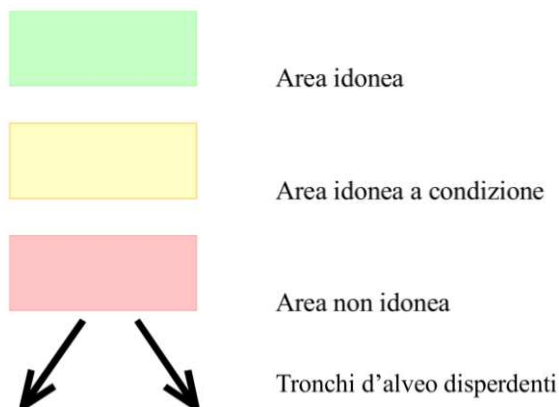


Fig. 6: Stralcio della Carta delle Fragilità (P.A.T.I.)



#### 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 geofisiche dei terreni indagati. La campagna geognostica (la planimetria 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. 3 scavi geognostici,**
- **esecuzione di una serie di misure dirette di resistenza a compressione e taglio mediante strumentazione tascabile (penetrometro-scissometro) condotte entro le tre trincee esplorative nei livelli superficiali a prevalente frazione fine,**
- **esecuzione di n. 1 prova di permeabilità in foro,**
- **installazione di n. 1 tubo piezometrico e monitoraggio freaticometrico nell'intorno dell'ambito di trasformazione,**
- **esecuzione di n. 3 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH),**
- **esecuzione di n. 1 prospezione sismica con metodologia MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves).**

Le postazioni di indagine (rif. p.c. locale) sono state quotate preliminarmente rispetto ad un caposaldo di riferimento (CS1, chiodo posto al limite sud della lottizzazione, q = 0,00 m), la cui ubicazione è riportata nella planimetria allegata a fine testo:

<b>Punto di prova</b>	<b>Quota (m)</b>
CS1 chiodo	0,00
T1	2,99
T2	-0,25
T3	0,26
K1	-3,75
Z	0,26

P1	1,68
P2	2,56
P3	2,30
S1	0,19
G1	0,43
G12	1,92

ove:

T = Scavo geognostico

K = Prova di permeabilità in foro

Z = piezometro a tubo aperto

P = Prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH)

S, G = Sorgente di energizzazione e geofono (indagine sismica MASW)

Ai fini della valutazione di compatibilità idraulica, si riportano le sole risultanze sperimentali con finalità idrogeologico-idrauliche.

#### 4.1. Scavi geognostici

Al fine di verificare la natura litologica e la distribuzione stratigrafica dei terreni nel primo sottosuolo, sono stati condotti n. 3 scavi geognostici spinti fino a profondità variabili tra 3,50 e 4,60 m dal p.c. locale. La distribuzione dei terreni nel primo sottosuolo che si evince dagli scavi può essere così schematizzata (documentazione fotografica allegata a fine testo: foto 1 e 2):

##### **Scavi geognostici T1, T2 e T3**

Orizzonte	Prof. (m dal p.c.)	Litologia
A	0,00-0,40	Terreno vegetale
B	0,40-0,80÷1,40	Argille e limi
C	0,80÷1,40-3,50÷4,60	Ghiaie e ciottoli ( $\varnothing = 20\div30$ cm) in matrice limoso-argillosa





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

con:

A = area della sezione filtrante (292,55 cm<sup>2</sup>);

$h_1 - h_2$  = 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

A seguire si riporta inoltre una tabella con i rapporti tra la litologia, il grado di permeabilità e i valori del coefficiente di conducibilità idraulica di Darcy.

K (m/s)		10 <sup>1</sup>	10 <sup>0</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>
Granulo- metria	Omogenea	Ghiaia		Sabbia	Sabbia molto fine	Silt		Argilla						
	Varia	Ghiaia grossa e media		Ghiaia e sabbia	Sabbia e argilla Limi									
Gradi di permeabilità		Elevata				Bassa				Nulla				
Tipi di formazioni		Permeabili				Semi-permeabili				Imper.				

### 4.3. Monitoraggio della circolazione idrica sotterranea

Allo scopo di indagare l'assetto idrogeologico dell'ambito di studio, in corrispondenza dello scavo T3 è stato installato un piezometro (Z) a tubo aperto (documentazione fotografica

allegata a fine testo: foto 4); a seguire è stato condotto un monitoraggio freaticometrico che ha interessato l'immediato intorno dell'area. Il livello statico della falda è stato rilevato nel suddetto piezometro e in n. 3 pozzi ubicati piano-altimetricamente. A seguire sono riportate le rilevazioni strumentali (la profondità del livello idrico è riferita alla bocca del piezometro/pozzo; la quota è riferita al caposaldo CS1):

*rilievi freaticometrici del 10.10.2014:*

- pozzo villa dal ferro: profondità 6,45 m, quota -1,77 m
- pozzo villa cavaion: profondità 4,08 m, quota -0,28 m
- pozzo reghelin: profondità 5,43 m, quota -9,99 m
- piezometro Z: /

*rilievi freaticometrici del 15.10.2014:*

- pozzo villa dal ferro: profondità 6,07 m, quota -1,39 m
- pozzo villa cavaion: profondità 3,48 m, quota 0,32 m
- pozzo reghelin: profondità 5,25 m, quota -9,81 m
- piezometro Z: /

*rilievi freaticometrici del 17.11.2014:*

- pozzo villa dal ferro: profondità 5,54 m, quota -0,86 m
- pozzo villa cavaion: profondità 1,52 m, quota 2,28 m
- pozzo reghelin: profondità 2,30 m, quota -6,86 m
- piezometro Z: /

*rilievi freaticometrici del 18.11.2014:*

- pozzo villa dal ferro: profondità 5,32 m, quota -0,64 m
- pozzo villa cavaion: profondità 1,21 m, quota 2,59 m
- pozzo reghelin: profondità 1,90 m, quota -6,46 m
- piezometro Z: /

*rilievi freaticometrici del 20.11.2014:*

- pozzo villa dal ferro: /
- pozzo villa cavaion: /
- pozzo reghelin: /
- piezometro Z: profondità 4,31 m, quota -3,67 m

rilievi freatimetrici del 22.11.2014:

- pozzo villa dal ferro: profondità 5,77 m, quota -1,09 m
- pozzo villa cavaion: profondità 2,01 m, quota 1,79 m
- pozzo reghelin: profondità 2,64 m, quota -7,20 m
- piezometro Z: profondità 4,55 m, quota -3,91 m

rilievi freatimetrici del 01.12.2014:

- pozzo villa dal ferro: profondità 5,77 m, quota -1,09 m
- pozzo villa cavaion: profondità 1,87 m, quota 1,93 m
- pozzo reghelin: profondità 3,61 m, quota -8,17 m
- piezometro Z: profondità 4,36 m, quota -3,72 m

rilievi freatimetrici del 06.12.2014:

- pozzo villa dal ferro: profondità 5,65 m, quota -0,97 m
- pozzo villa cavaion: profondità 1,76 m, quota 2,04 m
- pozzo reghelin: profondità 2,81 m, quota -7,37 m
- piezometro Z: profondità 4,68 m, quota -4,04 m

rilievi freatimetrici del 13.12.2014:

- pozzo villa dal ferro: /
- pozzo villa cavaion: profondità 2,40 m, quota 1,40 m
- pozzo reghelin: /
- piezometro Z: /

Allo scopo di ricostruire l'andamento del deflusso idrico sotterraneo, sono state elaborate tre carte idrogeologiche locali (riportate negli allegati a fine testo), corrispondenti ai rilievi freatimetrici del 22.11.2014, 01.12.2014 e 06.12.2014.

Dall'analisi dei suddetti elaborati grafici, si evince che presso l'ambito di trasformazione la superficie libera della falda ha raggiunto, nel periodo di monitoraggio, profondità variabili tra circa 3 e 4 m dal p.c. attuale; si evidenzia, pertanto, che la falda potrebbe avvicinarsi ulteriormente al piano campagna ed interferire, anche se temporaneamente, con eventuali volumi interrati. La direttrice di deflusso sotterraneo è risultata orientata mediamente nord-sud; il gradiente idraulico locale è risultato pari a circa il 4%.

## 5. 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 alle precipitazioni di massima intensità registrate nell'intorno dell'ambito di interesse e, in particolare, dalla 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*.

Negli allegati a fine testo sono riportati i risultati di dettaglio delle elaborazioni eseguite; 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

## 6. PARAMETRI DIMENSIONALI DI PROGETTO

In questo paragrafo verrà analizzata nel 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 urbanizzato, che dovrà essere, in modo opportuno, invasato e rilasciato nel tempo, al fine di non alterare il regime idraulico naturale.

La natura e l'estensione delle superfici scolanti previste per l'ambito di trasformazione sono riportate nella planimetria e nelle tabelle che seguono.



A	Standards primari - area a verde -	402.00 m <sup>2</sup>
B	Standards primari - area a parcheggio -	237.00 m <sup>2</sup>
C	Strade	942.00 m <sup>2</sup>
D	Viabilità pedonale	417.00 m <sup>2</sup>
E	Superficie fondiaria	4249.00 m <sup>2</sup>

SUPERFICI SCOLANTI		
Natura delle superfici	Stato Attuale (m <sup>2</sup> )	Stato Futuro (m <sup>2</sup> )
<b>Superficie totale</b>	<b>6.247</b>	<b>6.247</b>
Superficie attuale scoperta (area agricola)	6.247	-
Standards primari - area a verde (A)	-	402
Standards primari - area a parcheggio (B)	-	237
Strade (C)	-	942
Viabilità pedonale (D)	-	417
Superficie fondiaria (E)	-	4.249

Rispetto allo stato attuale si verifica pertanto un incremento della superficie impermeabile che comporta ovviamente un incremento del coefficiente di deflusso e una diminuzione del naturale processo di infiltrazione delle acque di precipitazione nel sottosuolo. Nei paragrafi seguenti 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 una 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 adottino sistemi a dispersione e 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. Nel presente documento la

stima dei volumi efficaci di invaso verrà condotta in riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni.

Il coefficiente di deflusso  $\phi$  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 nel medesimo intervallo. Il coefficiente di deflusso viene determinato 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:

- $\phi_1 = 0,1$  per le aree agricole,
- $\phi_2 = 0,2$  per le superfici permeabili (aree verdi),
- $\phi_3 = 0,6$  per le superfici semi-permeabili (parcheggi drenanti, ecc.),
- $\phi_4 = 0,9$  per le superfici impermeabili (strade, marciapiedi, coperture, ecc.).

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

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

con:

- $\phi_{\text{medio}}$  = coefficiente di deflusso medio relativo alla superficie scolante totale
- $S$  = superficie scolante totale (mq)
- $S_i$  = Superfici scolanti omogenee (mq)
- $\phi_i$  = coefficiente di deflusso relativo alla superficie  $S_i$

Con riferimento al caso in esame si è stimato un coefficiente di deflusso medio ponderale per la configurazione di progetto pari a 0,69 (il calcolo è dettagliato negli allegati a fine testo); con riferimento alla superficie fondiaria (E), destinata ai lotti residenziali (4.249 m<sup>2</sup>), si evidenzia che è stata assunta, prudenzialmente, un'incidenza delle superfici coperte ed impermeabili pari al 65% (2.762 m<sup>2</sup>), cosicché le superfici a verde privato sono quantificate nel 35% (1.487 m<sup>2</sup>).

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.

Con riferimento alla configurazione di progetto, per la stima del tempo di corrivazione sono state utilizzate le risultanze degli studi svolti presso il Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti, 1996), che calcolano il tempo con il 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 superfici (falde dei tetti, strade, ecc.). 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 difficile 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 ha, all'equazione:

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

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]
- $\phi_i$  = 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 di raccolta;  $tr$  è quindi determinato dal rapporto tra la lunghezza della rete e la velocità della corrente:

$$tr = \sum_i (L_i/V_i)$$

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

Per la configurazione di progetto, in relazione ad un tempo di ritorno  $Tr = 50$  anni, si stima un tempo di corrivazione pari a 10 minuti, corrispondenti a 0,16 ore (il calcolo è dettagliato negli allegati a fine testo).

## 7. CALCOLO DELLA PORTATA

Il calcolo della portata, conseguente ad una precipitazione assegnata, è stato condotto utilizzando il metodo razionale, noto in Italia come metodo cinematico; il metodo si presta ad essere utilizzato in molti casi ed è in genere applicato a bacini scolanti di relativamente limitate estensioni. 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 sopra esposte 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),
- $\phi_{medio}$  = 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 (dettagliato negli allegati a fine testo), condotto in riferimento ad un tempo di ritorno ( $T_r$ ) di 50 anni, conduce ad un valore pari a 199 l/s (corrispondente a 319 l/s ha).

## 8. CALCOLO DEI VOLUMI DI INVASO

Il previsto intervento di progetto comporterà una variazione dell'infiltrazione naturale delle acque meteoriche; all'interno dell'ambito di trasformazione si dovranno pertanto prevedere idonei interventi di attenuazione (mitigazione) idraulica.

Il descritto assetto litologico-stratigrafico locale (depositi ghiaioso-ciottolosi con significativa frazione limoso-argillosa), la limitata conducibilità idraulica dei terreni ( $K = 7,3 \cdot 10^{-4}$  cm/s a -3,50 m dal p.c. locale) e la presenza di circolazione idrica a debole profondità (la superficie libera della falda ha raggiunto, nel periodo di monitoraggio, profondità variabili tra circa 3 e 4 m dal p.c. attuale), non consentono l'adozione di dispositivi di infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche raccolte nell'ambito di trasformazione.

Vi è pertanto la necessità di realizzare un sistema di accumulo temporaneo, in posizione idraulicamente favorevole (il settore individuato allo scopo è indicato nelle tavole grafiche del Progettista e nella planimetria allegata a fine testo), con scarico regolato (portata limitata a 5 l/s\*ha, ovvero 3,12 l/s) nell'idrografia superficiale (nel caso specifico il T. Igna).

Calcolando per un certo tempo di precipitazione il valore del volume affluito alla sezione di chiusura, il volume immesso nella rete idrografica e, per differenza tra i due, il volume che è necessario invasare, è possibile determinare il valore critico di laminazione, 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) e della portata di deflusso (3,12 l/s):

- l'altezza della precipitazione (mm) e 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) nella rete idrografica (T. Igna);
- il volume di pioggia ( $m^3$ );

- il volume defluito ( $m^3$ ) nella rete idrografica;
- il volume di invaso superficiale, qui assunto pari a  $20 m^3/ha$ , ovvero le capacità riempite dalle acque (caditoie, pozzetti, grondaie, cunette, ecc.) ed il velo idrico;
- il volume di invaso ( $V_{invaso} = V_{pioggia} - V_{defluito} - V_{superficiale}$ ).

Le elaborazioni esposte negli allegati a fine testo evidenziano il volume efficace di invaso richiesto, con un Tempo di Ritorno ( $Tr$ ) fissato in 50 anni. Si riportano in sintesi nella tabella che segue i risultati emersi dai calcoli idraulici.

Calcolo dei volumi efficaci di invaso ( $Tr = 50$ anni)						
durata pioggia (ore)	Q pioggia (l/s)	Q defluita (l/s)	Volume pioggia ( $m^3$ )	Volume defluito ( $m^3$ )	Volume Superficiale ( $m^3$ )	Volume invaso ( $m^3$ )
11 (critica)	12,68	3,12	502	124	12	366

Per un tempo di ritorno ( $Tr$ ) pari a 50 anni dal calcolo idraulico si determina un volume di laminazione di  $366 m^3$  (corrispondente a  $585 m^3/ha$  di ambito trasformato).



## 9. MISURE PER LA MITIGAZIONE DELL'IMPATTO IDRAULICO

Sulla base delle risultanze dell'analisi idraulica vi è la necessità di prevedere un dispositivo in grado di invasare un volume complessivo di acqua non inferiore a 366 m<sup>3</sup>. Si dovrà pertanto predisporre un accumulo temporaneo, in posizione idraulicamente favorevole (il settore è indicato nelle tavole grafiche del Progettista e nella planimetria allegata a fine testo); in sostanza, la misura compensativa proposta consiste nella realizzazione di un'area verde ribassata e inerbita collegata alla rete meteorica principale.

Tale bacino di mitigazione sarà realizzato con una pendenza delle sponde del 66% (2/3); il fondo sarà impostato alla quota -1,35 m, in grado di garantire un franco di 35 cm con un tirante idraulico massimo ammesso pari a 1 metro (per Tr = 50 anni); potrà essere prevista una pendenza longitudinale minima del fondo del bacino al fine di garantire lo svuotamento dell'invaso al termine dell'evento meteorico ed evitare fenomeni di ristagno. In entrata ed uscita del bacino dovrà essere predisposto un volume (vasca) di decantazione sul fondo del bacino come meglio evidenziato negli allegati grafici riportati a fine testo.

La limitazione di portata (3,12 l/s) dello scarico in rete idrografica (T. Igna), sarà garantita da un manufatto di scarico (pozzetto di laminazione), a funzionamento continuo, dettagliato nella tavola grafica "Particolari opere di mitigazione idraulica" allegata a fine testo. Tale pozzetto, in cls. armato a sezione quadrata con dimensioni interne 150 x 150 cm, è dotato di un volume di decantazione, di una luce di fondo del diametro pari a 10 cm (foro limitatore di portata) e di una soglia di sfioro di altezza pari a 100 cm che funziona come stramazzo di sicurezza, nel caso in cui si possano verificare portate superiori a quelle stimate per il tempo di ritorno considerato. Nel dispositivo indicato, la portata di scarico che defluisce dalla luce è funzione della sezione del foro e del tirante idraulico secondo l'espressione:

$$Q = 4,43 \mu A h^{1/2}$$

in cui:

- Q = portata che defluisce per bocca a battente [m<sup>3</sup>/s]
- $\mu$  = coefficiente di efflusso, nel caso specifico assunto pari a 0,50
- A = area della bocca [m<sup>2</sup>]
- h = tirante idraulico [m]

I calcoli conducono ad un diametro di circa 5 cm; è comunque opportuno non utilizzare diametri del foro inferiori a 10 cm, pur risultando la portata leggermente sovradimensionata, al fine di garantire lo scarico e non incorrere in possibili occlusioni (materiale grossolano, foglie, ecc.), che potrebbero pregiudicare la funzionalità del sistema. Lo scarico nel T. Igna sarà realizzato con una tubazione in pvc del diametro di 10 cm (collegata direttamente alla luce di fondo), in grado di smaltire una portata di 4-5 l/s (come emerge dal grafico riportato a seguire), con una pendenza della tubazione pari all'1%.

**Scala delle portate (tubazione a sezione circolare)**

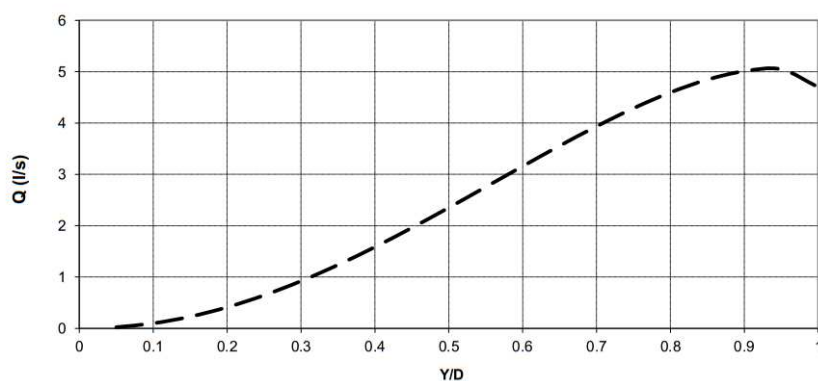
**DATI GENERALI**

Tubazione		<i>pvc</i>
Diametro interno	(mm)	<b>100</b>
Pendenza <i>i</i>	(1/1000)	<b>10</b>
Ks	(m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> )	<b>70</b>

**CALCOLO IDRAULICO**

D	Y/D	Rh/D	A/D2	Ks	i	Rh	A	v	Q
(mm)				(m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> )	(1/1000)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m/s)	(l/s)
100	0.05	0.0326	0.0147	70	10	0.0033	0.0001	0.15	0
100	0.10	0.0635	0.0409	70	10	0.0064	0.0004	0.24	0
100	0.15	0.0929	0.0739	70	10	0.0093	0.0007	0.31	0
100	0.20	0.1206	0.1118	70	10	0.0121	0.0011	0.37	0
100	0.25	0.1466	0.1535	70	10	0.0147	0.0015	0.42	1
100	0.30	0.1709	0.1982	70	10	0.0171	0.0020	0.46	1
100	0.35	0.1935	0.245	70	10	0.0194	0.0025	0.50	1
100	0.40	0.2142	0.2934	70	10	0.0214	0.0029	0.54	2
100	0.45	0.2331	0.3428	70	10	0.0233	0.0034	0.57	2
100	0.50	0.25	0.3927	70	10	0.0250	0.0039	0.60	2
100	0.55	0.2649	0.4426	70	10	0.0265	0.0044	0.62	3
100	0.60	0.2776	0.492	70	10	0.0278	0.0049	0.64	3
100	0.65	0.2881	0.5404	70	10	0.0288	0.0054	0.66	4
100	0.70	0.2962	0.5872	70	10	0.0296	0.0059	0.67	4
100	0.75	0.3017	0.6319	70	10	0.0302	0.0063	0.68	4
100	0.80	0.3042	0.6736	70	10	0.0304	0.0067	0.68	5
100	0.85	0.3033	0.7115	70	10	0.0303	0.0071	0.68	5
100	0.90	0.298	0.7445	70	10	0.0298	0.0074	0.67	5
100	0.95	0.2861	0.7707	70	10	0.0286	0.0077	0.65	5
100	1.00	0.25	0.7854	70	10	0.0250	0.0079	0.60	5

**SCALA DELLE PORTATE**



La tubazione in pvc sarà alloggiata ed ancorata entro una condotta in cls. del diametro di 50 cm; la funzionalità di quest'ultima sarà connessa esclusivamente alla soglia di sfioro (stramazzo) di sicurezza, nel caso in cui si possano verificare portate superiori a quelle stimate per il tempo di ritorno considerato (per tutti i dettagli grafici si rimanda alla tavola "Particolari opere di mitigazione idraulica" allegata a fine testo).

Al fine di garantire il corretto funzionamento dell'intero sistema idraulico di mitigazione si prescrive la pulizia e manutenzione periodica del dispositivo di laminazione e delle vasche di decantazione, nonché lo sfalcio e la sistemazione del bacino di invaso.

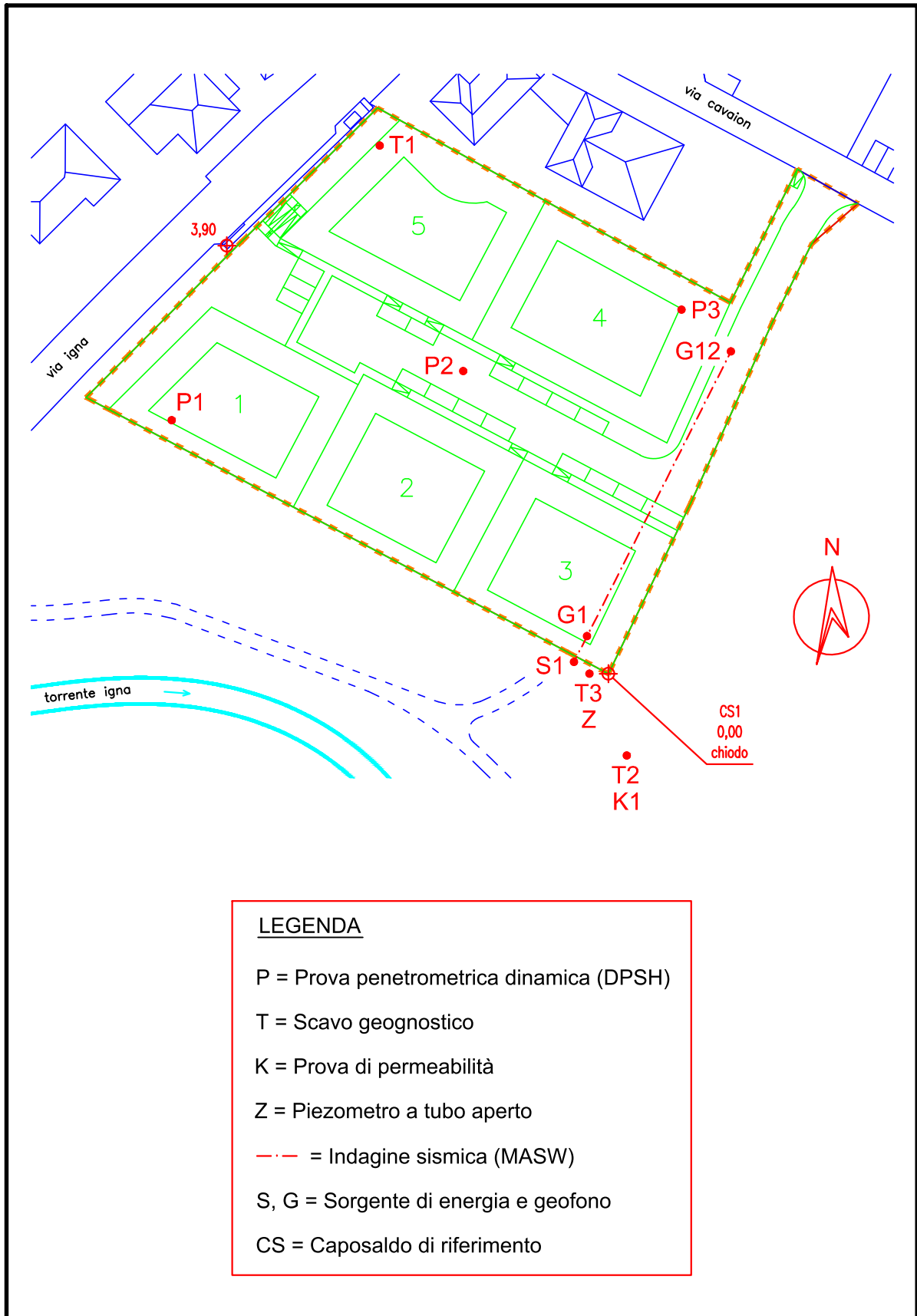
Chiuppano, febbraio 2015

Dr. Geol. Andrea MASSAGRANDE



## Allegati

- Planimetria di progetto con l'ubicazione delle indagini geognostiche (scala 1:1.000)
- Documentazione fotografica indagini geognostiche
  - Foto 1: Scavo geognostico T1 (profondità 3,80 m)
  - Foto 2: Scavo geognostico T2 (profondità 3,50 m)
  - Foto 3: Prova di permeabilità K1 (profondità 3,50 m)
  - Foto 4: Installazione piezometro Z in T3
- Carta idrogeologica locale (freatimetria del 22.11.2014)
- Carta idrogeologica locale (freatimetria del 01.12.2014)
- Carta idrogeologica locale (freatimetria del 06.12.2014)
- Elaborazione dati pluviometrici (stazione: Bassano del Grappa)
- Calcoli idraulici stato di progetto (con  $T_r = 50$  anni)
- Volumi da invasare al variare del tempo di pioggia
- Grafici portate e volumi
- Autocertificazione di idoneità professionale (art. 46 del D.P.R. n. 445 del 28.12.2000)
- Sintesi elaborazioni studio di compatibilità idraulica
- Planimetria e sezione schematica opere di mitigazione idraulica
- Particolari opere di mitigazione idraulica



Planimetria di progetto con l'ubicazione delle indagini geognostiche (scala 1:1.000)





Foto 2: Scavo geognostico T2 (profondità 3,50 m)

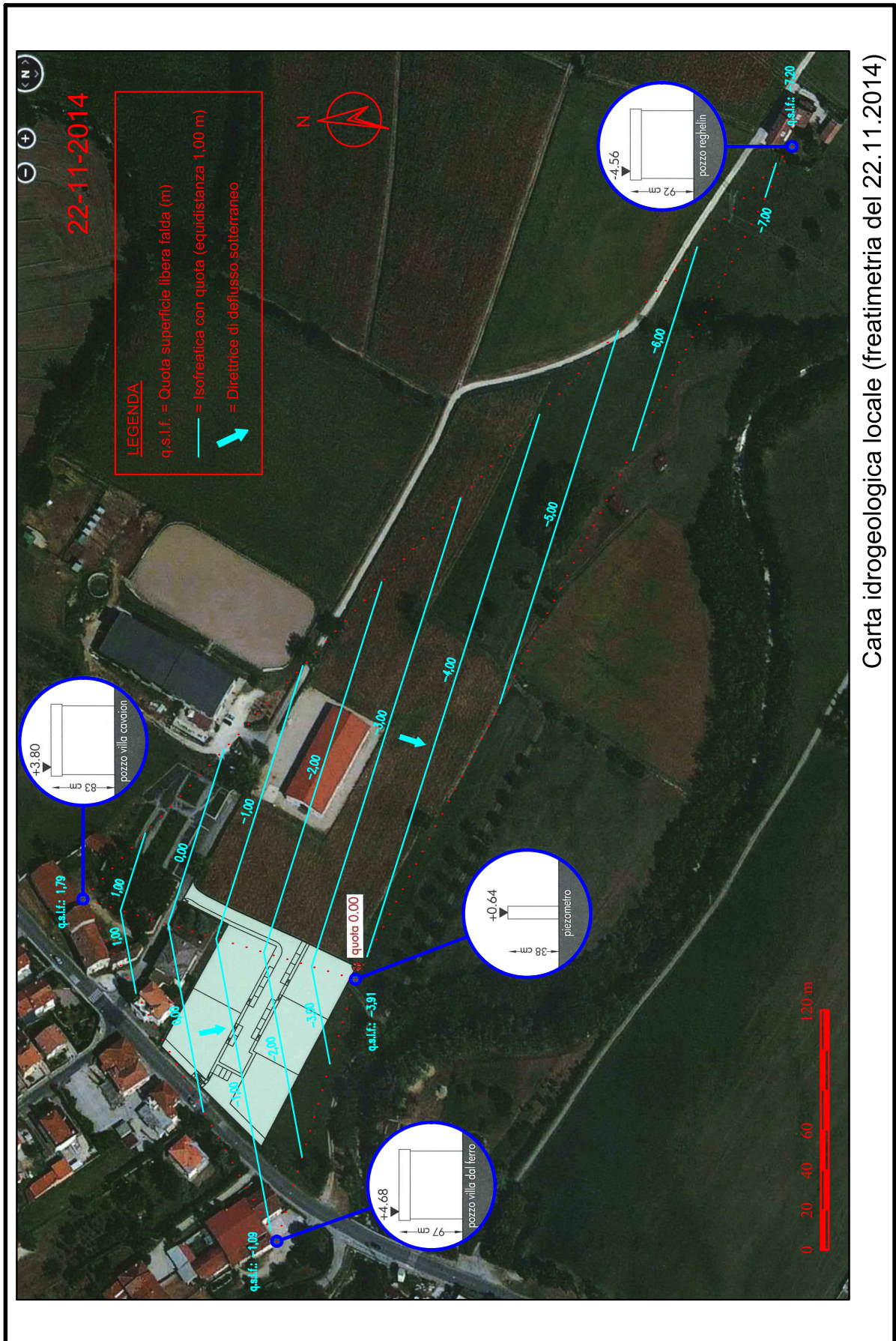


Foto 1: Scavo geognostico T1 (profondità 3,80 m)



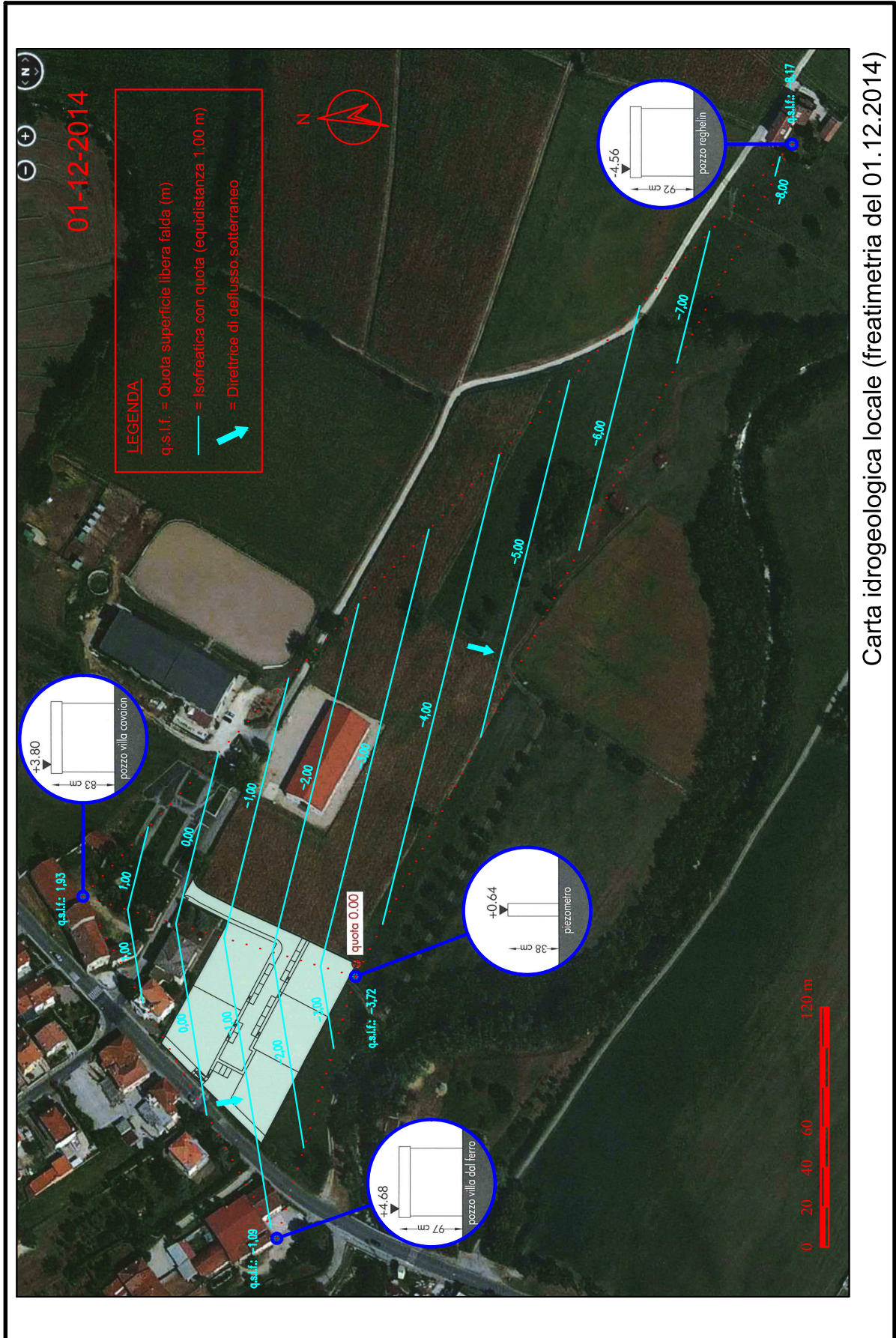




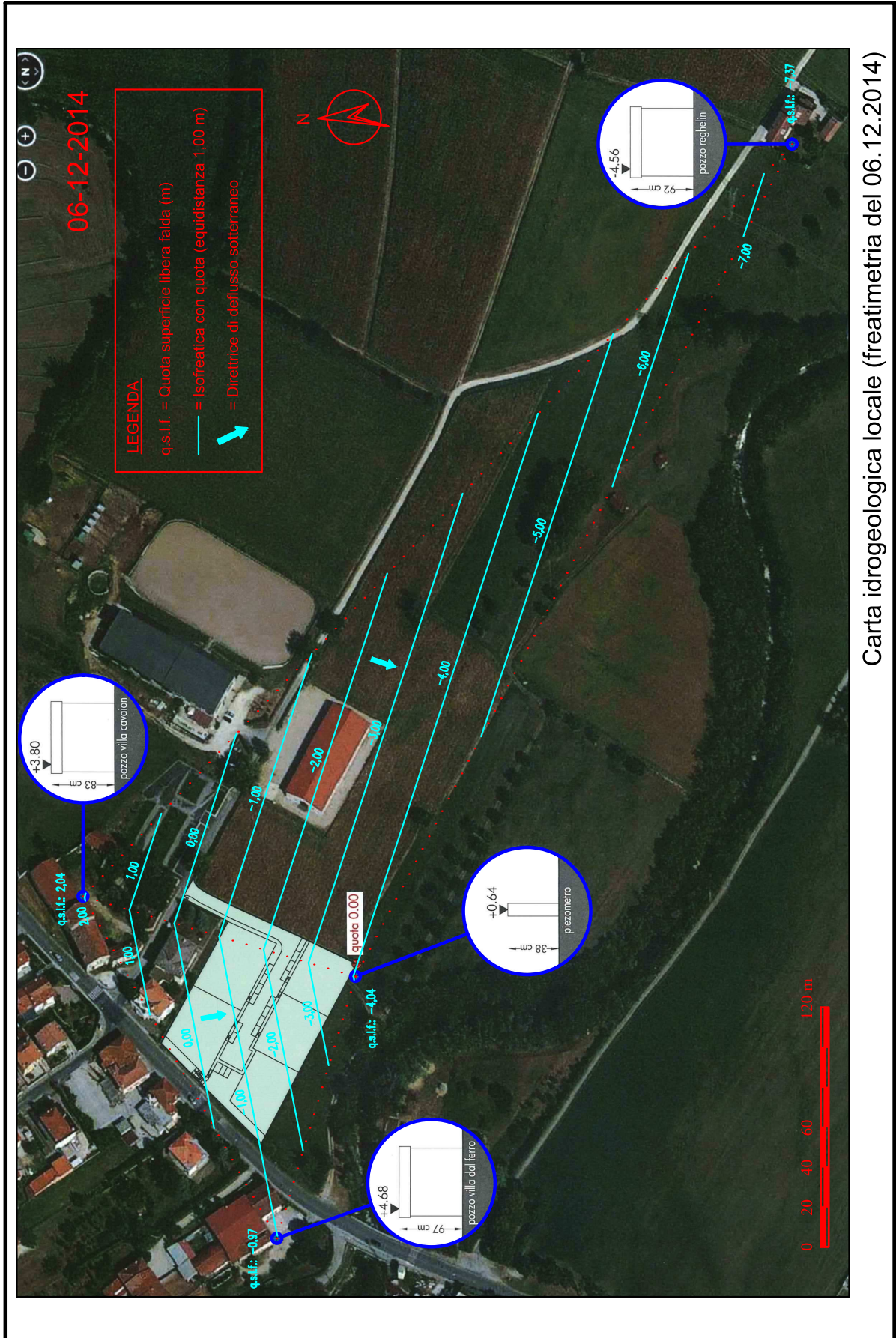


Carta idrogeologica locale (freatimetria del 22.11.2014)











**TABELLA 1 - DATI DI PIOGGIA**

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

N.	INTERVALLO (minuti) 15			INTERVALLO (minuti) 30			INTERVALLO (minuti) 45			INTERVALLO (minuti) 60		
	h(mm)	X <sup>2</sup> =(hi-M) <sup>2</sup>	Anno	h(mm)	X <sup>2</sup> =(hi-M) <sup>2</sup>	Anno	h(mm)	X <sup>2</sup> =(hi-M) <sup>2</sup>	Anno	h(mm)	X <sup>2</sup> =(hi-M) <sup>2</sup>	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

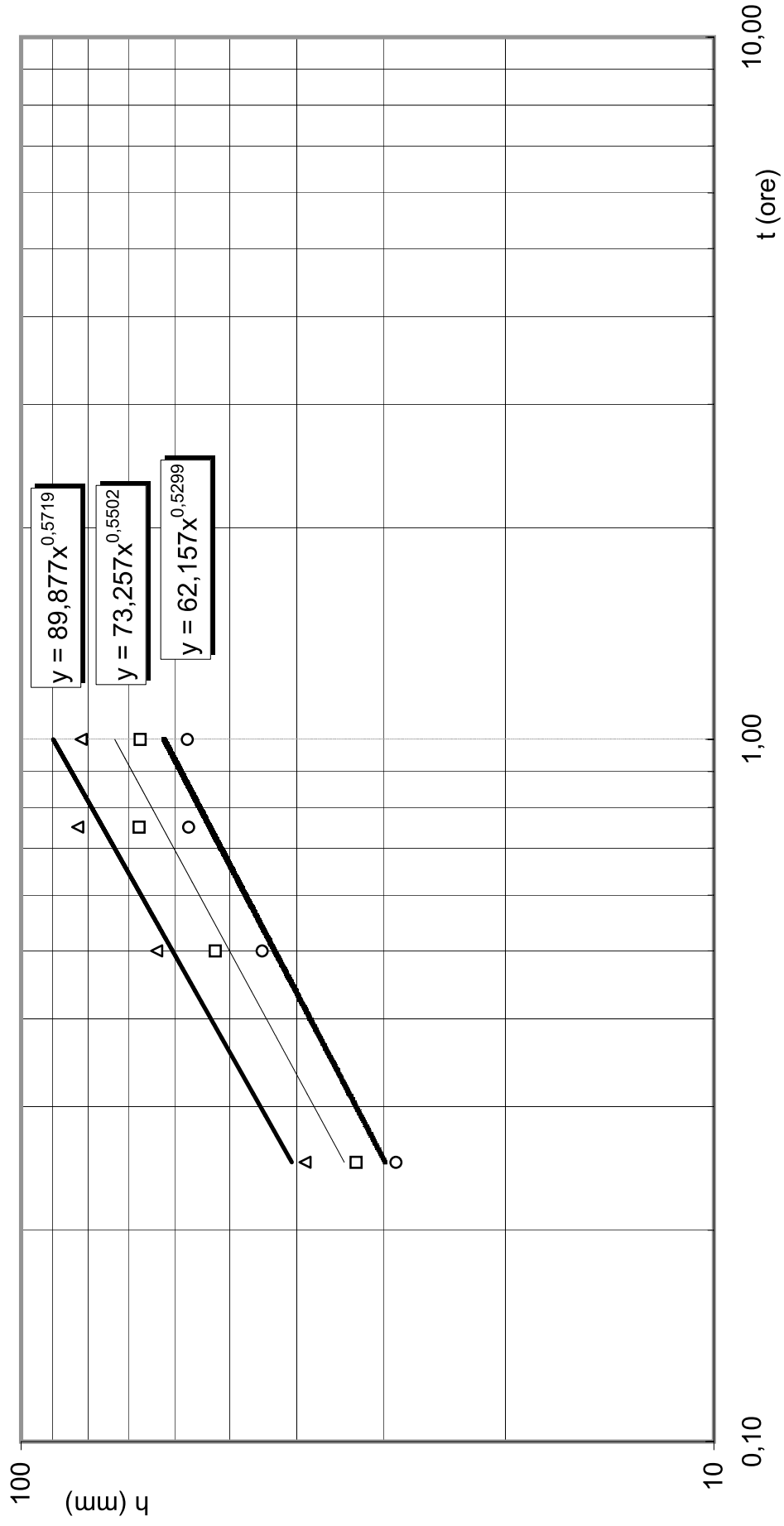
**TABELLA 3 - VALORI ESTREMI PER I PERIODO DI RITORNO CONSIDERATI (mm)**

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 <sup>-n</sup> )	n
20 anni	<b>62,157</b>	<b>0,5299</b>
50 anni	<b>73,257</b>	<b>0,5502</b>
200 anni	<b>89,877</b>	<b>0,5719</b>

**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 <sup>2</sup> =(h-M) <sup>2</sup>	Anno	h(mm)	X <sup>2</sup> =(h-M) <sup>2</sup>	Anno	h(mm)	X <sup>2</sup> =(h-M) <sup>2</sup>	Anno	h(mm)	X <sup>2</sup> =(h-M) <sup>2</sup>	Anno	h(mm)	X <sup>2</sup> =(h-M) <sup>2</sup>	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

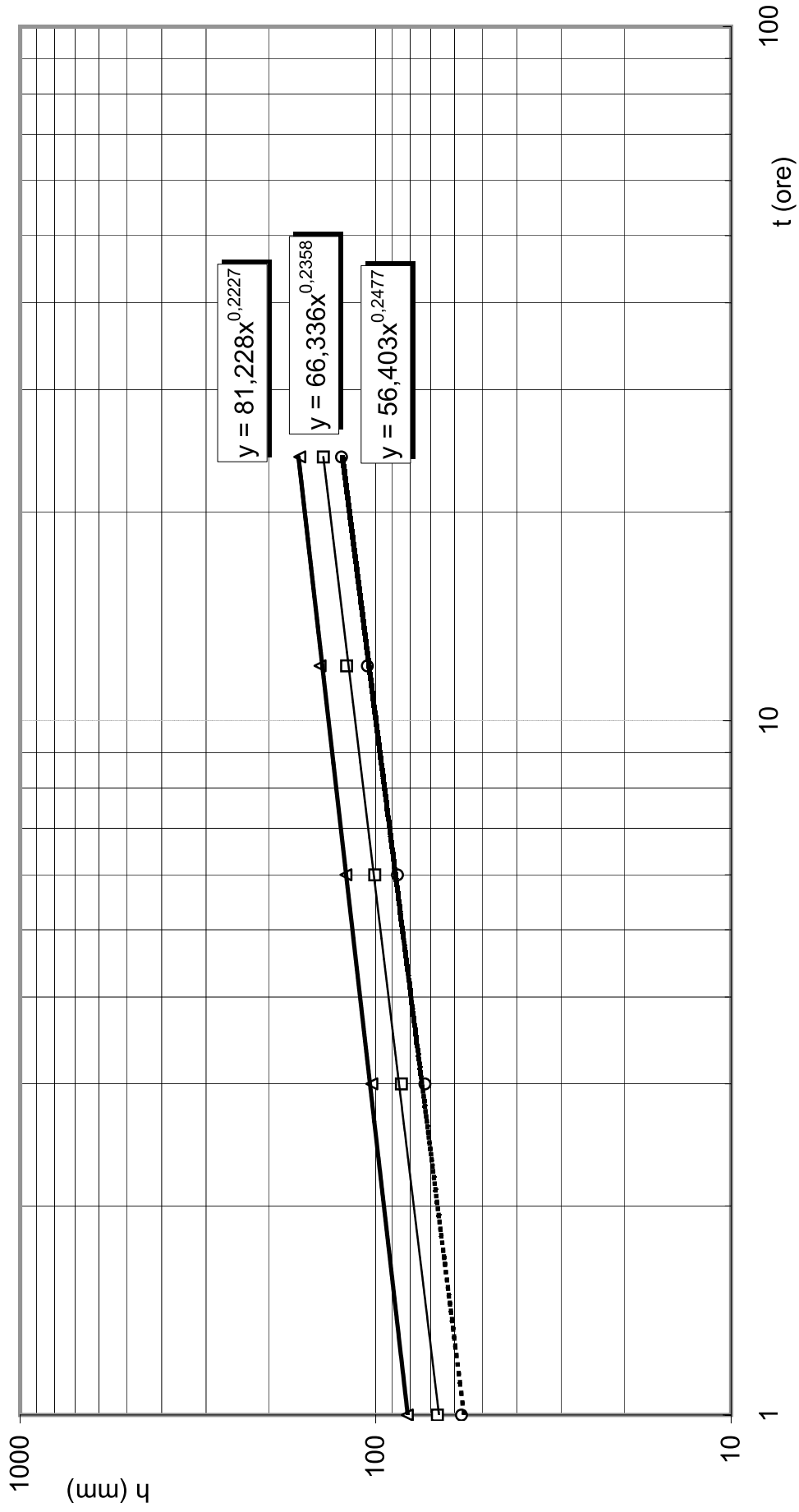
**TABELLA 3 - VALORI ESTREMI PER I PERIODO DI RITORNO CONSIDERATI (mm)**

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 <sup>-n</sup> )	$n$
20 anni	<b>56,403</b>	<b>0,2477</b>
50 anni	<b>66,336</b>	<b>0,2358</b>
200 anni	<b>81,228</b>	<b>0,2227</b>

# Equazioni di possibilità pluviometrica per piogge orarie a Bassano del Grappa





## Calcoli idraulici stato di progetto (con Tr = 50 anni)

### DATI GENERALI

<b>Progetto</b> Piano di Lottizzazione "Cavaion" - Grumolo Pedemonte - Zugliano (VI)			
<b>St (mq)</b>	<b>6,247</b>	<b>Superficie considerata nel calcolo idraulico</b>	
S (ha)	0.6247	S (kmq)	0.006247
<b>CONFRONTO DESTINAZIONE D'USO DEL SUOLO</b>			
<b>ATTUALE</b>	Area completamente scoperta a verde		
<b>PROGETTO</b>	Area residenziale		
<b>PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA PLUVIOMETRICA (stazione di Bassano del Grappa)</b>			
Tr (anni)	20	50	200
a	<b>56.403</b>	<b>66.336</b>	<b>81.228</b>
n	<b>0.2477</b>	<b>0.2358</b>	<b>0.2227</b>
<b>t pioggia &gt; 1 ora</b>			
<b>PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA PLUVIOMETRICA (stazione di Bassano del Grappa)</b>			
Tr (anni)	20	50	200
a	<b>62.157</b>	<b>73.257</b>	<b>89.877</b>
n	<b>0.5299</b>	<b>0.5502</b>	<b>0.5719</b>
<b>t pioggia &lt; 1 ora</b>			

### CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

<u>SUPERFICI</u>	<i>S<sub>i</sub></i>	$\varphi$	<i>S<sub>i</sub> x <math>\varphi</math></i>
Standards primari: area a verde - A	402	0.20	80
Standards primari: area a parcheggio - B	237	0.90	213
Strade - C	942	0.90	848
Viabilità pedonale - D	417	0.90	375
Superficie fondiaria (4.249 m <sup>2</sup> ) - E			
Superfici coperte ed impermeabili lotti (65%)	2,762	0.90	2,486
Superfici a verde privato lotti (35%)	1,487	0.20	297
<i>Totale</i>	6,247	0.69	4,300
<b>Valore assunto per il coefficiente di deflusso</b>	<b>0.69</b>		

**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*	$\varphi$	si	a	n	tai	tai
(mq)	(m)	(m)					(s)	(min)
6247	184	184	0.69	0.001	73.257	0.5502	405	<b>7</b>
<i>tempo di accesso minimo</i>								<b>5</b>

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 sottobacino

**CALCOLO DEL TEMPO DI RETE**

Tratto	Descrizione	Vui	Li	tri	tri
		(m/s)	(m)	(s)	(min)
1	Condotto fittizio (massima lunghezza)	1	184	184	3
Totale				184	<b>3</b>

**CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE**

ta	tr	tc	tc
(min)	(min)	(min)	(ore)
7	3	<b>10</b>	<b>0.16</b>

**CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - DATI DI PROGETTO**

Tr	$\varphi$	a	n	t	t	h	j	S
				(min)	(ore)	(mm)	(mm/ora)	(mq)
<b>50</b>	0.69	73.257	0.5502	<b>10</b>	0.16	26.73	167.05	6,247

**CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - RISULTATI**

Tr	Q	u	V pioggia
(anni)	(l/s)	(l/s ha)	(mc)
<b>50</b>	<b>199</b>	<b>319</b>	<b>115</b>

## VOLUMI DA INVASARE AL VARIARE DEL TEMPO DI PIOGGIA

### DATI DI INPUT

Q defluita/ettaro	<b>5.00</b>	l/s ha
Superficie di calcolo	6247	mq
Q defluita in rete idrografica (scarico)	<b>3.12</b>	l/s
Coef. deflusso area $\varphi$	0.69	
Volume superficiale /ha	<b>20</b>	(mc/ha)
Volume superficiale	12	mc

### CALCOLO DEL VOLUME DA INVASARE

#### PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA PLUVIOMETRICA

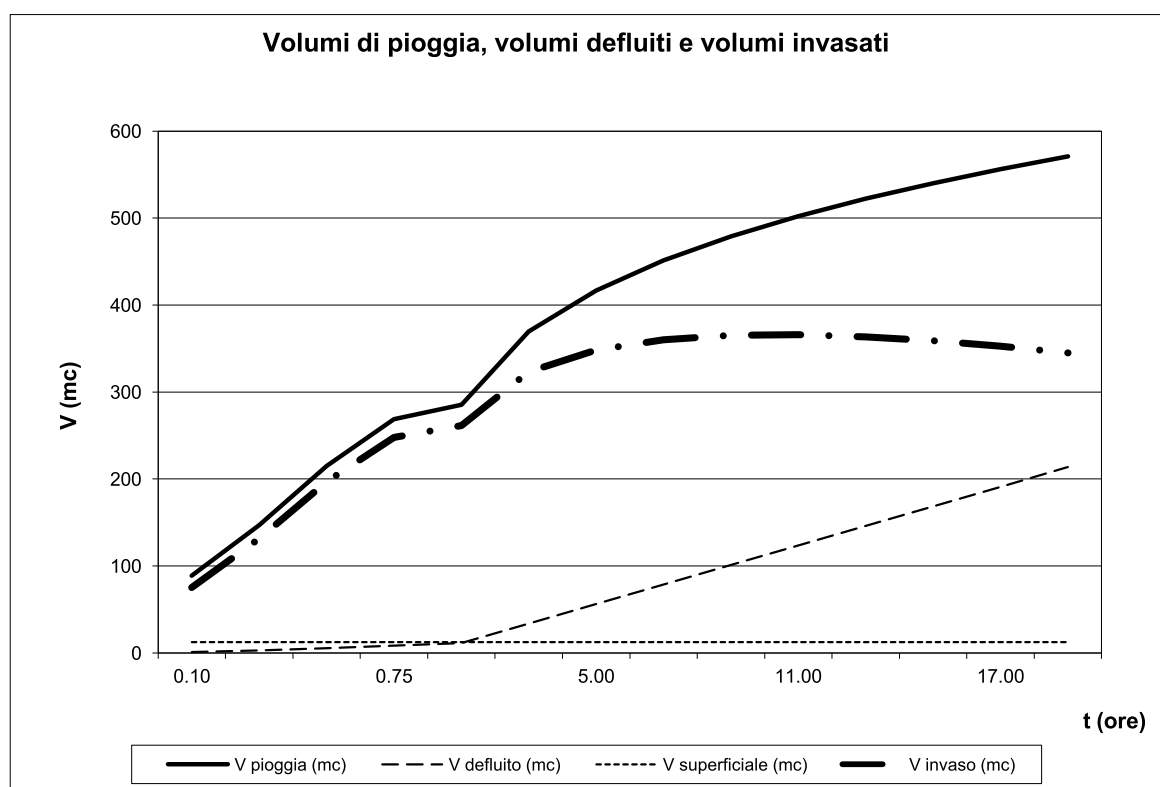
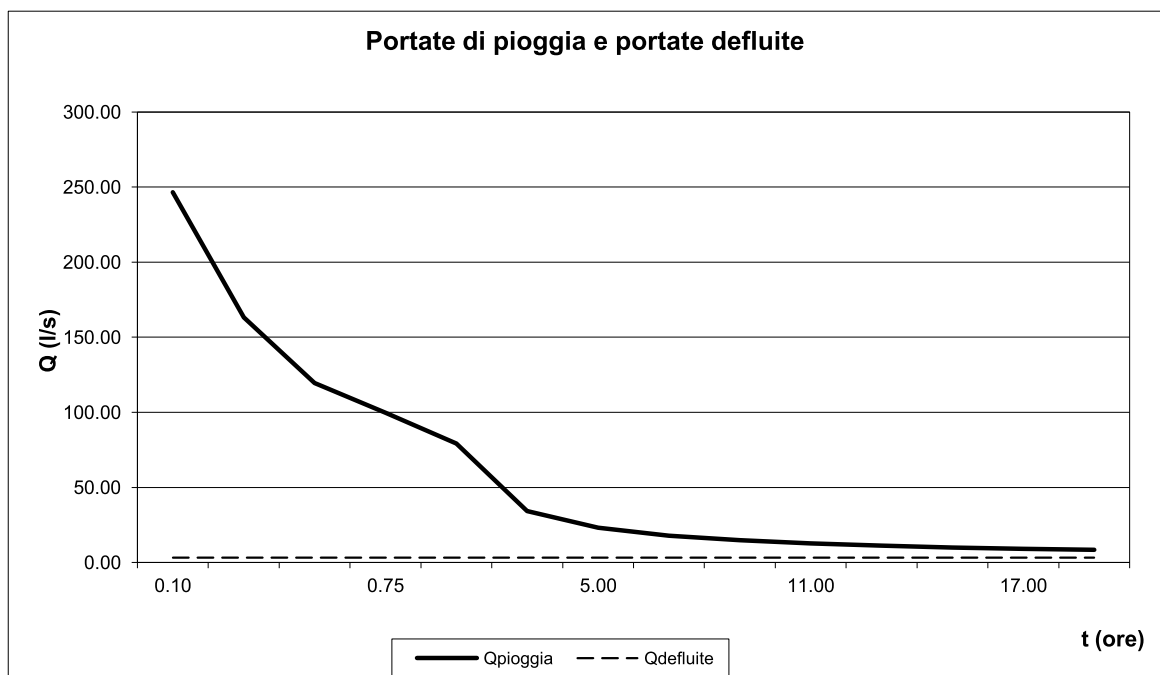
Tr (anni)	50				t < 1 ora		t > 1 ora	
		a	n	V	V	V	V	
<i>tempo</i>	<i>h</i>	<i>J</i>	<i>Q</i>	<i>Q</i>	<i>V</i>	<i>V</i>	<i>V</i>	<i>V</i>
<i>(ore)</i>	<i>(mm)</i>	<i>(mm/h)</i>	<i>pioggia</i>	<i>defluita</i>	<i>pioggia</i>	<i>defluito</i>	<i>superficiale</i>	<i>invaso</i>
			<i>(l/s)</i>	<i>(l/s)</i>	<i>(mc)</i>	<i>(mc)</i>	<i>(mc)</i>	<i>(mc)</i>
0.1	20.64	206.37	246.50	3.12	89	1	12	75
0.25	34.17	136.66	163.24	3.12	147	3	12	132
0.5	50.03	100.06	119.51	3.12	215	6	12	197
0.75	62.53	83.38	99.59	3.12	269	8	12	248
1.0	66.34	66.34	79.23	3.12	285	11	12	262
3.0	85.95	28.65	34.22	3.12	370	34	12	323
5.0	96.95	19.39	23.16	3.12	417	56	12	348
7.0	104.96	14.99	17.91	3.12	451	79	12	360
9.0	111.37	12.37	14.78	3.12	479	101	12	365
11.0	116.76	10.61	12.68	3.12	502	124	12	366
13.0	121.46	9.34	11.16	3.12	522	146	12	364
15.0	125.62	8.37	10.00	3.12	540	169	12	359
17.0	129.39	7.61	9.09	3.12	556	191	12	353
19.0	132.82	6.99	8.35	3.12	571	214	12	345

V massimo (mc) 366

**VOLUME RICHIESTO DAL MODELLO (mc)**

**366**

## GRAFICI PORTATE E VOLUMI



AUTOCERTIFICAZIONE DA ALLEGARE ALLA VALUTAZIONE DI  
COMPATIBILITA' IDRAULICA

**Oggetto:** Studio di compatibilità idraulica relativo a: \_\_\_\_\_

PIANO DI LOTTIZZAZIONE "CAVAION"

Comune di: ZUGLIANO (VI). Autocertificazione ai sensi dell'art. 46 del D.P.R. n. 445 del 28.12.2000.

AUTOCERTIFICAZIONE DI IDONEITA' PROFESSIONALE

Il sottoscritto [] dott. [] GEOL. ANDREA MASSAGRANDE avente studio in CHIUPPANO (VI) via MATTEOTTI n. 31/A, iscritto all'Ordine dei GEOLOGI della Provincia di Regione VENETO al n. 550, sotto la propria personale responsabilità, ai sensi e per gli effetti del D.P.R. n. 445/2000, per le finalità contenute nella D.G.R. n. 2948/2009

**dichiara**

di aver avere esperienza nel settore della compatibilità idraulica e di poterla comprovare (si allega a tale pro un elenco firmato degli ultimi lavori seguiti <sup>1</sup>).

Luogo: CHIUPPANO (VI), data: 16/2/2015

  
FIRMATO

<sup>1</sup> Obbligatorio nel caso sia la prima volta che il tecnico sottoscrittore presenta pratiche di tale genere al Genio Civile di Vicenza o se lo stesso sia richiesto esplicitamente dallo stesso Ente istruttore.



**SINTESI ELABORAZIONI STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA PER INTERVENTI PUNTUALI SUPERIORI AI 0,1 HA**

**PRATICA N.** (inserire n. pratica se assegnato dal Genio Civile):

Comune: ZUGLIANO (VI)  
 Località: GRUMOLO PEDEMONTE  
 Tipo intervento: PIANO DI LOTTIZZAZIONE "CAVAION"  
 Ditta: DAL FERRO FRANCESCO

PAT approvato dal Genio Civile:  SI  NO Anno: 2008  
 P.I. approvato dal Genio Civile\*1:  SI  NO Anno: 2011  
 A.T.O. di appartenenza (in caso di P.A.T.) approvato N°: 5  
 N.° intervento assegnato nel P.A.T. o P.I.: 116B (ACCORDO N.6)  
 Volume di mitigazione unitario minimo fissato da PAT in mc/ha: 320 - 500\*

Area classificata a pericolosità idraulica come (segnare):					Fonte (segnare):		
.....	Zona di attenzione idraulica	P1	P2	P3	P4	PAI	Consorzio
						PTCP	.....

Sv = superficie interessata dalla variante urbanistica in mq: 6.247  
 S = superficie soggetta a trasformazione, in mq: 6.247

Classe di intervento (barrare una casella):

- trascurabile/nulla
- modesta
- significativa
- marcata

(\* ) RICHIESTO DAL  
 CONSORZIO DI BONIFICA  
 ALTA PIANURA VENETA

Opere di mitigazione tipo (barrare le caselle corrette e descrivere):

invaso superficiale con scarico in corpo recettore:	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>BACINO CON SCARICO NEL T. IGNA</u>
invaso sotterraneo con scarico in corpo recettore:	<input type="checkbox"/>	
subfiltrazione (es. trincee drenanti):	<input type="checkbox"/>	
filtrazione profonda (es. Pozzi disperdenti):	<input type="checkbox"/>	
altro:	<input type="checkbox"/>	
altro:	<input type="checkbox"/>	

N° e dimensioni (inserire i dati):

BACINO DI INVASO (AREA VERDE RIBASSATA): 366 m<sup>3</sup>  
SCARICO NEL T. IGNA A PORTATA LIMITATA: 3,12 l/s (5 l/s.ha)

Livello della falda da p.c. in m: 3÷4

Permeabilità k terreno in m/sec (per mitigazione per filtrazione): 7,3 · 10<sup>-6</sup>

Vm = volume di mitigazione acque meteoriche calcolato, in mc: 366

V = volume calcolato per unità di superficie (=Vm/S) in mc/ha: 585

Si assevera la conformità dei dati inseriti e delle opere di mitigazione idraulica dimensionate allo studio di compatibilità idraulica redatto per la pratica in argomento e nel caso di P.I. approvato al medesimo Piano, ai sensi del parere appositamente espresso dal Genio Civile.

Il Redattore dello Studio di Compatibilità Idraulica

16.02.2015

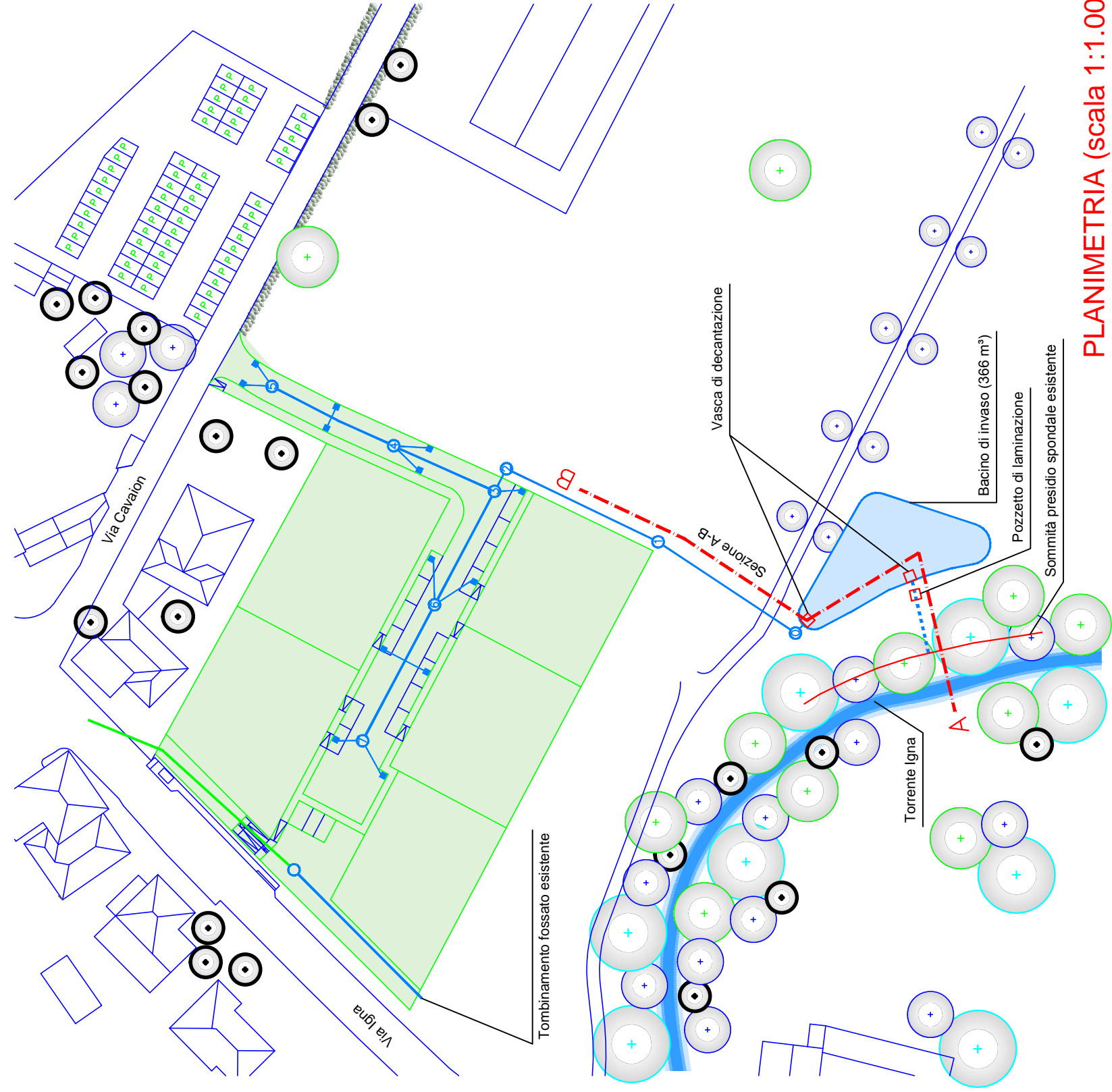
N.B: documento da allegare firmato in originale.

\*1 in caso affermativo allegare copia della scheda puntuale inserita nello studio idraulico di Piano.

LA SCHEDA È INSERITA NELLO STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA (VC1)



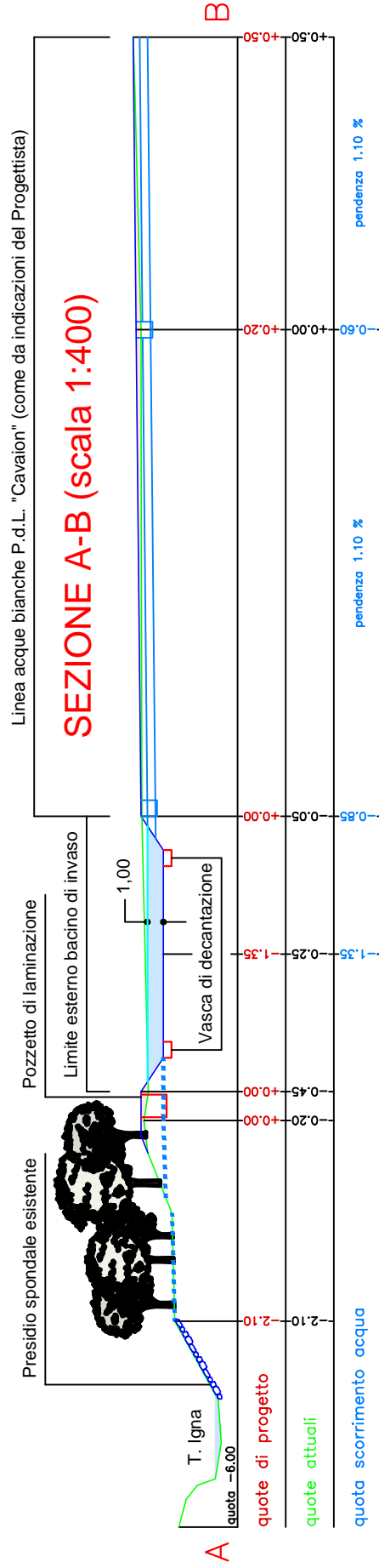




**PLANIMETRIA (scala 1:1.000)**

**LEGENDA ACQUE METEORICHE**

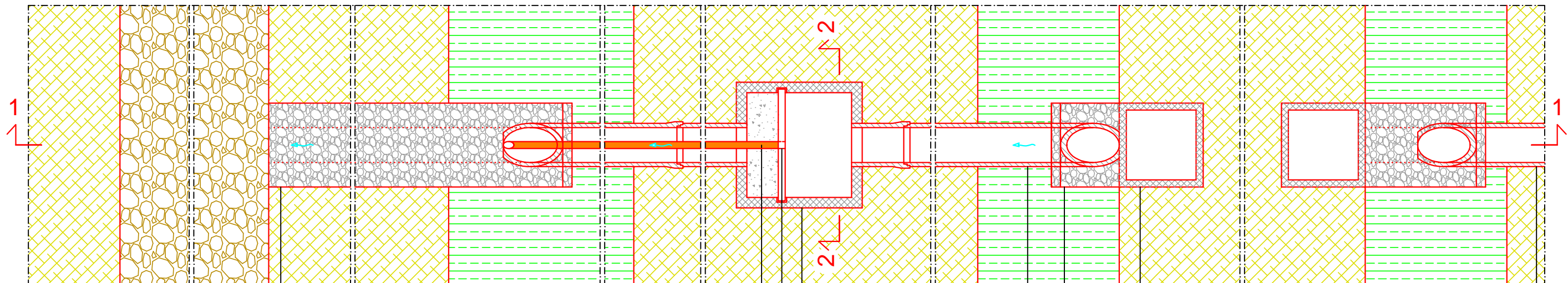
- linea esistente scolo acque piovane
- linea principale di progetto tubo Ø50 cm in CLS
- collegamenti caditoie di progetto tubo Ø160 mm in PVC
- caditoie
- pozzo ispezione linea principale
- limite esterno bacino di accumulo
- scarico a portata limitata nel T. Igna



Linea acque bianche P.d.L. "Cavaion" (come da indicazioni del Progettista)

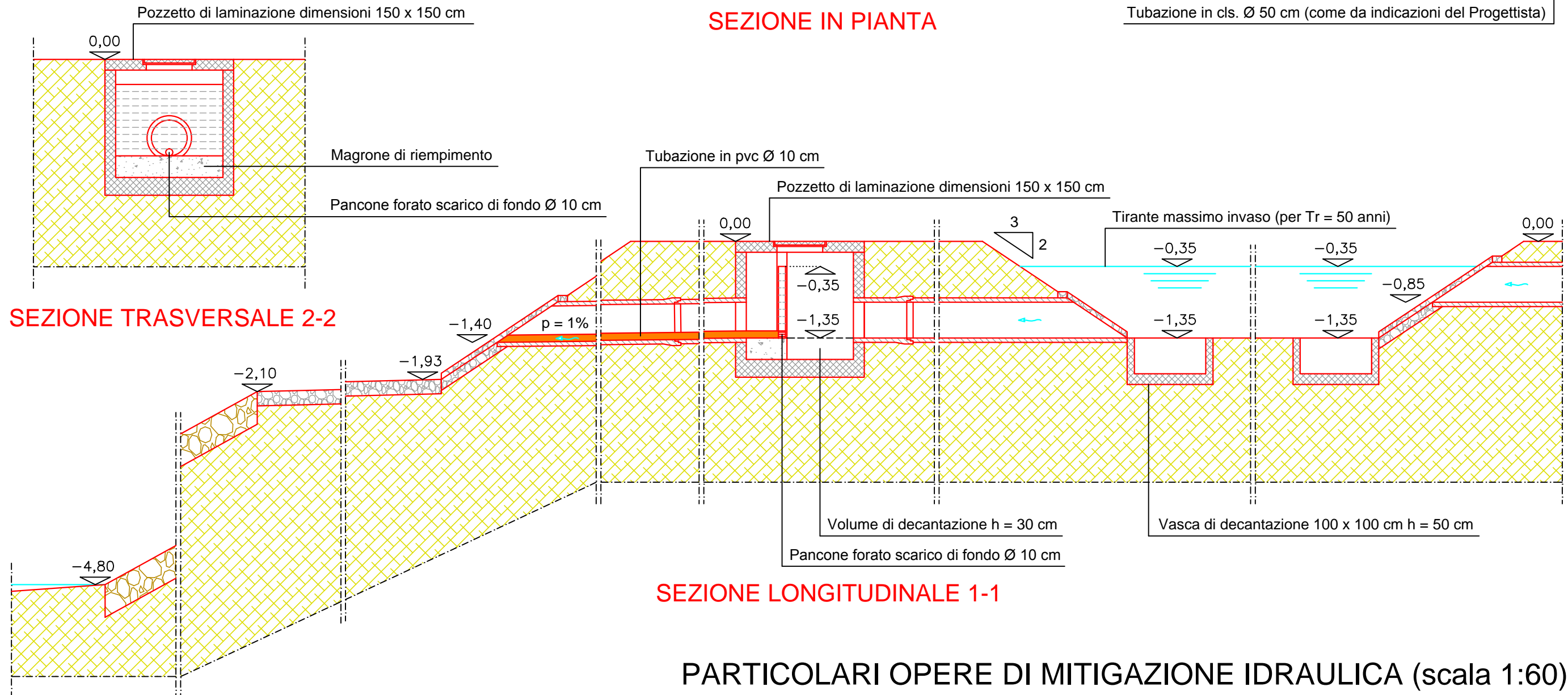
**SEZIONE A-B (scala 1:400)**

**PLANIMETRIA E SEZIONE SCHEMATICA OPERE DI MITIGAZIONE IDRAULICA**



- Alveo T. Igna
- Presidio spondale esistente
- Protezione in pietrame e cls.
- Sponda esistente
- Tubazione in pvc Ø 10 cm
- Pancone forato scarico di fondo Ø 10 cm
- Pozzetto di laminazione dimensioni 150 x 150 cm
- Sponda bacino (2/3)
- Tubazione in cls. Ø 50 cm
- Protezione in pietrame e cls.
- Bacino di invaso (366 m³)
- Piano campagna naturale
- Vasca di decantazione 100 x 100 cm h = 50 cm
- Tubazione in cls. Ø 50 cm (come da indicazioni del Progettista)

**SEZIONE IN PIANTA**



**SEZIONE TRASVERSALE 2-2**

**SEZIONE LONGITUDINALE 1-1**

**PARTICOLARI OPERE DI MITIGAZIONE IDRAULICA (scala 1:60)**