

GEOLOGO FRANCO MONTICELLO

–

ING. LINDA STEFANI

VIA PALAZZINA, 14 – MONTECCHIO PRECALCINO (VI)

Tel. 0445864608 – E-mail: geologomonticello@libero.it

**REGIONE VENETO**

**PROVINCIA DI VICENZA**

**COMUNE DI SANDRIGO**

**RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA**

**(MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO)**

**PROGETTO: Costruzione di trincee per lo stoccaggio di alimenti insilati e di un'area coperta  
in variante al PAT.**

---

**(Del. G.R. n.3637 del 13.12.2002 – Del. G.R. n.1322 del 10.05.2006)**

**COMMITTENTE: PARISE società agricola srl**

Data: 15 Luglio 2013

Geol. FRANCO MONTICELLO

Ing. LINDA STEFANI

1 - PREMESSA

2 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE

3 - ASSETTO MORFOLOGICO, GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

4 - ANALISI IDROLOGICA

5 - INTERVENTI DI MITIGAZIONE IDRAULICA

Allegati:       1 - Elaborazioni precipitazioni e calcoli idraulici  
                  2 - Planimetria con ubicazione vasca di invaso  
                  3 - Schema tipo vasca di invaso

## 1 – PREMESSA

Su incarico della Ditta **PARISE società agricola srl** è stato eseguito uno studio di compatibilità idraulica relativo al progetto per la costruzione di trincee per lo stoccaggio degli alimenti insilati e di un'area coperta in variante al PAT, nel Comune di Sandrigo.

E' stato redatto uno studio idraulico, come previsto dalle Del. G.R. n. 3637 del 13.12.2002 e Del. G.R. n.1322 del 10.05.2006, che attesti per le nuove previsioni urbanistiche le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali e le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo possono venire a determinare.

Il presente studio idraulico si pone l'obiettivo di:

- Verificare la compatibilità dello smaltimento delle acque meteoriche, con le caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche locali.
- Individuare gli interventi di mitigazione idraulica al fine di rendere compatibile l'intervento in progetto.
- Eseguire il dimensionamento dei manufatti atti alla laminazione delle acque meteoriche.

Le indagini svolte hanno riguardato in particolare l'analisi dell'assetto morfologico, geologico e idrogeologico dell'area in oggetto.

La ricostruzione della serie stratigrafica dei terreni affioranti nell'area in esame è stata effettuata sulla base dei dati della bibliografia specifica e dal rilevamento geologico di campagna. E' stata condotta un'indagine geognostica in sito, consistente nell'esecuzione di alcune prove penetrometriche, spinte fino ad sufficiente profondità.

Sulla base dei dati ottenuti dalle suddette ricerche si sono potuti ricostruire la successione stratigrafica terreni attraversati.

Tali ricerche, inoltre, hanno consentito di stimare il coefficiente di deflusso, e quindi la capacità di invaso, in base alle caratteristiche di permeabilità delle diverse superfici presenti.

## 2 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito investigato si colloca a sud-ovest del capoluogo comunale, ed è delimitato a nord da Via Alcide De Gasperi, mentre a sud dal rio Dindarello

## 3 – ASSETTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

L'area è ubicata in corrispondenza della media pianura vicentina, vasta zona in cui (*Carta delle unità geomorfologiche* della Regione Veneto) predominano i "depositi fluvio-glaciali e alluvionali antichi e recenti" della fascia dei conoidi pedemontane (Astico e Brenta; Pleistocene e Olocene) e che fanno da transizione, verso sud, ai "depositi fluviali della pianura alluvionale recente (Bacchiglione, Brenta).

La morfologia è pianeggiante, con quota media del piano di 53 m slm.

Il rilevamento di superficie **non** ha evidenziato zone di instabilità geomorfologica, legate a rischio di: frane attuali o potenziali, erosione accelerata o concentrata attuale o potenziale. Allo stato attuale pertanto non vi sono processi morfogenici o dissesti in atto o potenziali.

Tale situazione risulta confermata dall'analisi dello stralcio dell'elaborato "*Carta della pericolosità idraulica – Tavola 25*" allegata al PAI del Comune di Sandrigo (2012): l'area in oggetto infatti non è interessata da alcun elemento di fragilità.

Per quanto riguarda l'idrografia superficiale, l'elemento di maggior rilievo è rappresentato da una roggia di risorgiva (roggia Dindarello), che scorre a margine della proprietà, in direzione sud-est; mentre elementi minori dell'idrografia secondaria sono rappresentati per lo più da canali e fossi per scopi irrigui.

Dal punto di vista geologico i terreni sono costituiti da materiali detritici continentali di deposito fluvioglaciale/alluvionale, molto variabili dal punto di vista granulometrico e tessiturale, geneticamente legati alla sovrapposizione ed interdigitazione delle conoidi subalpine dei principali corsi d'acqua, soprattutto del torrente Astico.

In particolare nell'area in esame, collocata all'interno della fascia delle risorgive, il sottosuolo è costituito da un materasso alluvionale prevalentemente ghiaioso e ghiaioso al cui interno sono presenti lenti e livelli di terreni più fini da sabbioso-limosi a limoso-argillosi che spostandosi in senso meridiano da nord a sud assumono sempre più consistenza e continuità spaziale.

Con riferimento alle prove svolte all'interno dell'area, il sottosuolo è formato almeno nei primi 2 m dal piano campagna da terreni limoso-argillosi, sostituiti in profondità da terreni prevalentemente ghiaioso e ghiaioso-sabbiosi.

Dal punto di vista idrogeologico, mentre nell'alta pianura il sottosuolo uniformemente ghiaioso consente l'esistenza di un'unica potente falda acquifera, di tipo freatico, nella media e bassa pianura a causa della progressiva differenziazione stratigrafica del sottosuolo si passa da un sistema monofalda ad un sistema multifalde formato da una falda freatica e da più falde in pressione, separate tra loro. I due sistemi sono strettamente collegati tra loro e la fascia delle ghiaie dell'alta pianura rappresenta l'area di ricarica dell'intero sistema idrogeologico.

La differenziazione del materasso alluvionale ha originato un "complesso idrogeologico multistrato e multifalda", formato da una falda freatica (che viene a giorno in corrispondenza della "fascia delle risorgive") e da più falde acquifere in pressione, separate tra loro. Gli acquiferi, contenuti entro gli orizzonti sabbiosi, sono generalmente in pressione visto che le aree di ricarica dell'alta pianura sono ad una quota assoluta più alta rispetto a quella degli acquiferi considerati. Tale

differenziazione inizia già qualche chilometro a monte della fascia delle risorgive per la presenza di un livello argilloso posto a circa 35 m di profondità, che dà origine ad una fascia di transizione tra i due sistemi acquiferi.

Dall'esame della cartografia esistente e dai dati disponibili emerge che gran parte del territorio in esame la soggiacenza della falda risulta inferiore a 2 m. Al momento dell'esecuzione delle prove è stata rilevata presenza di acqua di falda ad una profondità compresa tra -1.50 m e -2.0 m dal piano campagna attuale. Tale differenza di quota è imputabile al dislivello presente tra i p.c. dei punti di prova.

## 4 – ANALISI IDROLOGICA

### 4.1 Introduzione

Per lo smaltimento delle acque meteoriche (acque bianche) sono da prevedersi degli interventi di mitigazione idraulica finalizzati a non modificare il grado di permeabilità del suolo e le modalità di risposta del territorio agli eventi meteorici brevi e intensi (scrosci). In particolare, in relazione alle caratteristiche della rete idraulica naturale o artificiale che deve accogliere le acque derivanti dagli afflussi meteorici, dovranno essere stimate le portate massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di eventi estremi.

Dal punto di vista idraulico il comparto in oggetto interesserà una superficie complessiva di 1967 mq, interamente interessati da trincee per lo stoccaggio di alimenti insilati.

Nella seguente tabella è evidenziata la natura della superficie scolante derivante dal nuovo intervento:

Natura delle superfici	Superfici (mq)	(%)
<b>Superficie territoriale P.d.L.</b>	1967	100
Superficie coperta da superfici impermeabili (trincee impermeabili)	1967	100

Si tenga presente che in base alla normativa regionale (D.G.R. n.2948/2009) il presente intervento di mitigazione idraulica ricade nella classe di “modesta impermeabilizzazione potenziale”, cioè “intervento su superfici di estensione comprese fra 0.1 e 1 ha”. Nel caso di modesta impermeabilizzazione potenziale, è opportuno, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene, che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell’invaso non eccedano il metro.

### 4.2 Analisi ed elaborazione delle precipitazioni

La metodologia di studio seguita ha previsto:

- l’analisi dei dati pluviometrici relativi alla stazione di Vicenza per le piogge brevi e intense (scrosci) cioè quelle con durata da pochi minuti fino ad un’ora e per le precipitazioni di più ore consecutive;
- la determinazione del coefficiente di deflusso e del tempo di corrivazione;
- la determinazione delle portate massime meteoriche con il metodo cinematico.

Uno strumento fondamentale nell’analisi delle precipitazioni è rappresentato dalle relazioni interconnesse tra le altezze di pioggia massime annuali e la durata degli eventi che sono indicate come curve di possibilità pluviometriche. Tali curve si costruiscono individuando, anno per anno, l’altezza massima di precipitazione corrispondente ad una durata specifica. La formula analitica più comunemente usata è:

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

L’altezza (h) di pioggia è espressa in mm mentre la durata dell’evento (t) in ore. I valori “a” e “n” sono definiti parametri di taratura dipendenti dal Tempo di Ritorno.

Il Tempo di Ritorno rappresenta il numero di osservazioni che mediamente è necessario effettuare per poter osservare un secondo superamento di un fissato evento dopo averne osservato un primo. Il valore di TDR è regolato dalla DGR 1481/2007 in relazione alla tipologia e al luogo di intervento.

La distribuzione utilizzata per l'interpretazione dei valori massimi di un campione, come precipitazioni intense di assegnata durata, è la distribuzione di Gumbel.

### Elaborazione dei dati secondo la distribuzione di Gumbel

Per la stima della portata meteorica massima si è fatto riferimento alle precipitazioni di massima intensità registrate nella stazione pluviometrica di Vicenza. L'elaborazione si svolge direttamente sui valori osservati per le piogge brevi e intense (scrosci) cioè quelle con durata inferiori alle 24 ore, e con un tempo di ritorno  $Tr$  che va da 2 a 200 anni. A sua volta poi, nell'ambito delle 24 ore, bisogna distinguere tra intensità delle precipitazioni della prima ora ed intensità delle stesse nelle ore successive.

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

$$X(Tr) = \bar{X} + F S_X$$

In cui:  $X(Tr)$  il valore caratterizzato da un periodo di ritorno  $Tr$ , ossia l'evento che viene eguagliato o superato;  $\bar{X}$  il valore medio degli eventi considerati;  $F$  fattore di frequenza;  $S_X$  scarto quadratico medio.

Per il caso in esame si è utilizzata la distribuzione doppio-esponenziale di Gumbel.

Al fattore  $F$  si assegna l'espressione:

$$F = \frac{Y(Tr) - \bar{Y}_N}{S_N}$$

essendo la grandezza  $Y(Tr)$ , funzione del Tempo di Ritorno, la cosiddetta variabile ridotta, e  $\bar{Y}_N$  e  $S_N$  rappresentano la media e lo scarto quadratico medio della variabile ridotta: esse sono funzioni del numero  $N$  di osservazioni. I valori di questi parametri sono facilmente calcolabili utilizzando le seguenti formule:

$$\begin{aligned} - \bar{Y}_N &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i \\ - S_N &= \left[ \frac{1}{N-1} \sum (Y_i - \bar{Y}_N)^2 \right]^{1/2} \end{aligned}$$

I valori di questi parametri sono riportati nella tabella allegata.

La funzione  $Y(Tr)$  è legata al Tempo di Ritorno  $Tr$  dalla relazione:

$$Y(Tr) = -\ln \left( -\ln \frac{(Tr - 1)}{Tr} \right)$$

Con le idonee sostituzioni si ricava l'espressione:

$$X(Tr) = \bar{X} - \frac{S_X}{S_N} \bar{Y}_N + \frac{S_X}{S_N} Y(Tr)$$

ove  $\bar{X} - \frac{S_X}{S_N} \bar{Y}_N$  è chiamata moda e rappresenta il valore con massima frequenza probabile; il fattore  $\frac{S_X}{S_N}$  con il termine alpha.

In allegato sono dettagliatamente riportati i risultati dell'elaborazione eseguita.

Per ciascun tempo di ritorno sono riportati i parametri “a” e “n” dell'equazione di possibilità pluviometrica  $h = a \cdot t^n$ , con “h” pari alle altezze di precipitazioni in mm. Assegnato Tr si possono quindi ricavare per ogni durata di pioggia “t” i valori di h corrispondenti, cioè le altezze di precipitazione che ricorrono mediamente ogni Tr anni.

Coefficienti dell'equazione pluviometrica per eventi di durata < 1ora – Stazione di Vicenza

Tr (anni)	a	n
10	50.19	0.439
20	57.96	0.445
50	68.02	0.451

Coefficienti dell'equazione pluviometrica per eventi di durata > 1ora – Stazione di Vicenza

Tr (anni)	a	n
10	49.20	0.217
20	57.58	0.205
50	68.46	0.193

Per il dimensionamento delle opere di compensazione, a favore del principio di **invarianza idraulica**, il valore del tempo di ritorno è stato assunto pari a **50 anni**. Tale ipotesi è prescritta dalle “Modalità operative e indicazioni tecniche” concernenti la “Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici” (DGR. n.1322/2006).

Per piogge con t < 1 ora, si ottiene un'equazione di possibilità pluviometrica pari ha:

$$h = 68.02 \cdot t^{0.451} \quad (h \text{ in mm e } t \text{ in ore})$$

$$\text{con } a = 68.02 \text{ mm ora}^{-n} \text{ e } n = 0.451$$

Per piogge con t > 1 ora, si ottiene:

$$h = 68.46 \cdot t^{0.193} \quad (h \text{ in mm e } t \text{ in ore})$$

$$\text{con } a = 68.46 \text{ mm ora}^{-n} \text{ e } n = 0.193$$

#### 4.3 Stima delle portate meteoriche

Il calcolo della portata, conseguente alla 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 e generalmente viene applicato a bacini scolanti di relativamente limitata estensione.

Per il calcolo della portata è necessario calcolare prima il coefficiente di deflusso medio da assegnare al bacino scolante totale e poi il tempo di corrivazione; infatti assumendo un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione tutto il bacino contribuisce alla formazione della portata massima.

#### 4.3.1 Calcolo del coefficiente di deflusso

I coefficienti di deflusso futuri  $\phi$  sono stati assunti come da indicazione della Del. G.R. n.1322 del 10.05.2006.

Valori del coefficiente di deflusso relativi a piogge brevi e intense (scrosci)	
Tipi di superficie	$\phi$
Aree agricole	0.10
Superfici permeabili (aree verdi)	0.20
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ecc)	0.60
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali e marciapiedi, ecc)	0.90

Nella situazione in oggetto il coefficiente di deflusso medio  $\phi_{\text{medio}}$  corrisponde al coefficiente di deflusso relativo a superfici impermeabili, in quanto l'intera area verrà resa impermeabile e non sono previste altri tipi di superfici. Il  $\phi_{\text{medio}}$  per l'area d'intervento è pari a 0,9; tale valore verrà preso a riferimento per la determinazione della portata massima prevedibile futura.

#### 4.3.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione  $t_c$  in un bacino urbano dotato di una rete di fognatura può essere stimato come la somma del tempo di scorrimento sul bacino prima del raggiungimento della rete di drenaggio (tempo di ingresso in rete) e del tempo di propagazione all'interno di quest'ultima (tempo di rete).

Per la stima del tempo di corrivazione  $t_c$  si fa riferimento alla seguente espressione:

$$t_c = t_a + t_r$$

ove  $t_a$  esprime il tempo di accesso alla rete e  $t_r$  il tempo di rete.

Il tempo di accesso alla rete  $t_a$ , sempre di incerta determinazione, è stato stimato applicando il metodo del *condotto equivalente*, sviluppato partendo dalla considerazione che il deflusso è la realtà un deflusso in una rete di piccole canalizzazioni incognite (canalette, cunette, grondaie, ecc.) che raccolgono le acque scolanti lungo le singole falde dei tetti e delle strade.

Per sottobacini sino a 10 ettari il primo termine  $t_a$  è dato dalla equazione:

$$t_{ai} = ((3600^{(n-1)/4} \cdot 0.5 \cdot l_i) / (s_i^{0.375} (a \phi_i S_i)^{0.25}))^{4/(n+3)}$$

ove

$t_{ai}$  = 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:

$$l_i = 19.1 (100 S_i)^{0.548}$$

nella quale Si è i ettari e la lunghezza li in metri.

Nel caso in esame il sottobacino considerato per la determinazione del tempo di accesso alla rete è il sottobacino posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo.

Stima del tempo di accesso ta:

Sottobacino considerato	Si (ha)	li (m)	$\phi_i$	si	a	n	tai (s)
Intera area scolante	0.1967	97.7	0.9	<b>0.005</b>	68.02	0.45	<b>120</b>

Il tempo di rete tr è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria. Si ricava dal rapporto tra la lunghezza della rete e la velocità della corrente:

$$tr = Li / Vi$$

Nel caso in esame, considerando un unico collettore principale, di lunghezza Li = 118 m e Vi = 0.8 m/s, si ottiene un tempo di rete pari a 147 secondi.

Determinato ta e tr si ricava un valore del tempo di corrivazione tc di circa 4.5 minuti pari a 0.075 ore.

#### 4.3.3 Calcolo della portata massima di scolo

Come già detto in precedenza la portata massima nella sezione terminale si ottiene assumendo un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione. In tali condizioni tutto il bacino scolante considerato contribuisce alla formazione della portata massima.

Con tale ipotesi e dalla relazione proposta dal metodo cinematico si ricava il valore della portata meteorica massima relativa al bacino scolante considerato:

$$Q_{max} = 2.78 \cdot S \cdot \phi \cdot h/t = 2.78 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot tc^{n-1}$$

in cui:

Qmax = portata massima (l/s)

S = superficie scolante totale (ha);

$\phi$  = coefficiente di afflusso medio

h = altezza di pioggia valutata con l'equazione di possibilità climatica;

a, n = parametri della curva di possibilità climatica relativi ad una durata t e Tr

t = tempo di pioggia assunto pari al tempo di corrivazione tc.

La portata massima futura è stimata, per un tempo di corrivazione di 4.5 min (0.075 ore) e per un tempo di ritorno di 50 anni, pari a **Qmax = 138 l/s = 497 mc/ora.**

Tale portata, corrispondente al surplus d'acqua meteorica, dovrà essere smaltito attraverso idonei interventi di mitigazione idraulica.

## 5 - INTERVENTI DI MITIGAZIONE IDRAULICA

### 5.1. Il modello di calcolo

Dall'analisi idraulica è emersa la necessità di realizzare un sistema in grado di invasare temporaneamente le maggiori quantità di acqua derivanti dall'intervento in oggetto e scaricarle in un lungo periodo nel fosso Dindarello, che scorre lungo il confine sud dell'area in oggetto.

Si prevede di ricorrere ad una vasca di laminazione, di forma grossomodo rettangolare, posto al limite meridionale dell'area, come da planimetria allegata.

Si assume un valore di portata scaricata nel fosso di 2 l/s.

Calcolando per il tempo di precipitazione, il valore del volume defluito alla sezione di chiusura (pozzetto tarato prima del fosso), il volume scaricato nella rete di scolo ricettrice e, per differenza tra i due, il volume che è necessario invasare, è possibile determinare il valore necessario alla laminazione (accumulo) 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 (modello delle "sole piogge") che simula il comportamento dello smaltimento, in appoggio ad un invaso temporaneo, al variare del tempo di pioggia, nell'ipotesi di una sezione d'uscita costituita dallo scarico tarato nei punti descritti. Il modello determina, in funzione di una serie di eventi critici considerati e della portata di deflusso (limitata al valore costante di 2 l/s):

- l'altezza di pioggia;
- la portata di pioggia alla sezione di chiusura valutata con l'espressione del metodo cinematico;
- la portata da invasare a monte della sezione di chiusura, data dalla differenza tra la portata di pioggia e la portata defluita;
- il volume di pioggia defluito nella rete idrografica ( $Q_{\text{defluito}} \times \text{tempo di pioggia}$ );
- il volume di pioggia da invasare ( $V_{\text{invaso}} = V_{\text{pioggia}} - V_{\text{defluito}}$ ).

### 5.2. Risultati delle elaborazioni

Le elaborazioni esposte in allegato evidenziano la capacità di invaso del sistema, con un tempo di ritorno di 50 anni.

Si riportano nella tabella seguente i risultati emersi dal calcolo idraulico.

CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI DI INVASO – TR = 50 ANNI					
Durata precipitazione (ore)	Portata pioggia (l/s)	Portata defluita (l/s)	Volume pioggia (mc)	Volume defluito (mc)	<b>Volume invaso (mc)</b>
4 (critica)	11	2	158	29	<b>129</b>

Pertanto, considerando un tempo di ritorno di 50 anni si determina dal calcolo idraulico un volume minimo di laminazione di 130 mc.

### 5.3. Interventi di mitigazione idraulica

Dall'analisi idraulica è emersa la necessità di realizzare interventi di mitigazione che prevedano di invasare temporaneamente un volume di acqua non inferiore a 130 mc.

L'intervento proposto prevede di realizzare una vasca di invaso, parzialmente interrata, nell'area agricola al limite meridionale del comparto in oggetto (vedi planimetria allegata)

La vasca in terra battuta impermeabilizzata con idonea guaina, di forma quadrilatera, ha dimensioni di 130 mq, altezza 1,5 m dal fondo. La vasca avrà un'altezza utile interna (tirante) di 1 m, quindi un volume utile (interno) di 130 mc.

Si dovrà prevedere a valle della vasca di apposito pozzetto d'ispezione.

Per garantire la portata di scarico il più possibile costante, tarata al valore di circa 2 l/s, si dovrà installare in uscita dalla vasca di raccolta, posizionata in prossimità del fondo, una tubazione di controllo del flusso con scarico nel canale; la tubazione di taratura, in PVC, avrà diametro pari a 3 cm. E' opportuno precisare che si dovrà avere cura di installare un tubo avente dimensioni quanto più prossime a tale valore: uno di sezione maggiore, infatti, vanificherebbe la funzione di volano idraulico della vasca di laminazione. Si precisa infine che non sono ammessi scarico di "troppo pieno" per la vasca così dimensionata.

Data: 15 Luglio 2013

Geol. FRANCO MONTICELLO

Ing. LINDA STEFANI

## ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI

<i>Valori dei parametri YN e Sn secondo Gumbel</i>										
MEDIA RIDOTTA YN										
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5154	0.5177	0.5198	0.5217
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5282	0.5296	0.5309	0.5321	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5403	0.5411	0.5417	0.5424	0.5430
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5472	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5532	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5571	0.5573	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5584
90	0.5586	0.5588	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600	0.5602	0.5603	0.5604	0.5605	0.5606	0.5608	0.5609	0.5610	0.5611
DEVIAZIONE STANDARD RIDOTTA SN										
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	1.0010	1.0148	1.0270	1.0378	1.0476	1.0564	1.0644	1.0717	1.0785	1.0847
20	1.0904	1.0958	1.1008	1.1055	1.1098	1.1140	1.1178	1.2115	1.1250	1.1283
30	1.1314	1.1344	1.1372	1.1399	1.1425	1.1449	1.1473	1.1496	1.1518	1.1538
40	1.1559	1.1578	1.1597	1.1614	1.1632	1.1649	1.1665	1.1680	1.1696	1.1710
50	1.1724	1.1738	1.1752	1.1765	1.1777	1.1789	1.1801	1.1813	1.1824	1.1835
60	1.1846	1.1856	1.1866	1.1876	1.1886	1.1895	1.1904	1.1913	1.1922	1.1931
70	1.1939	1.1947	1.1955	1.1963	1.1971	1.1978	1.1986	1.1993	1.2000	1.2007
80	1.2014	1.2020	1.2027	1.2033	1.2039	1.2045	1.2052	1.2057	1.2063	1.2069
90	1.2075	1.2080	1.2086	1.2091	1.2096	1.2101	1.2106	1.2111	1.2116	1.2121
100	1.2126	1.2130	1.2135	1.2139	1.2144	1.2148	1.2153	1.2157	1.2161	1.2165

**TABELLA 1 - REGISTRAZIONI PIOGGE BREVI ED INTENSE (SCROSCI)**

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI:	<b>VICENZA</b>
BACINO:	<b>Uff. Idr. Mag. Acque VENEZIA</b>
QUOTA: FONTE DEI DATI:	<b>Serie storica 1938-1972 e 1973-1990</b>
DATI DISPONIBILI:	

N.	INTERVALLO IN MINUTI			INTERVALLO IN MINUTI			INTERVALLO IN MINUTI		
	15			30			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
1				15,3	78,45	1938	21,0	112,27	1938
2				15,0	83,65	1939	16,0	243,22	1939
3				23,0	1,34	1940	29,0	6,74	1940
4				29,1	24,43	1941	59,0	751,00	1941
5				30,0	34,14	1942	43,6	144,10	1942
6				23,4	0,57	1943	39,8	67,31	1943
7				45,0	434,42	1946	24,4	51,78	1946
8				27,0	8,08	1947	63,6	1024,28	1947
9				25,0	0,71	1948	30,8	0,63	1948
10				12,0	147,80	1949	33,0	1,97	1949
11				18,2	35,49	1950	16,6	224,87	1950
12				20,2	15,66	1951	21,0	112,27	1951
13				17,6	43,00	1952	27,4	17,60	1952
14	15,8	3,96	1953	22,8	1,84	1953	29,6	3,98	1953
15	20,0	4,88	1954	29,0	23,45	1954	27,8	14,41	1954
16	15,0	7,79	1955	25,0	0,71	1955	58,0	697,19	1955
17	12,0	33,53	1956	20,0	17,28	1956	29,8	3,22	1956
18	15,0	7,79	1957	19,0	26,60	1957	31,6	0,00	1957
19	11,5	39,58	1958	15,4	76,89	1958	23,0	73,89	1958
20	26,0	67,39	1959				22,0	92,08	1959
21	36,0	331,57	1960	36,0	140,25	1960	31,6	0,00	1960
22	18,0	0,04	1961				36,0	19,40	1961
23	10,0	60,70	1962				25,6	35,95	1962
24	17,8	0,00	1963				17,0	213,03	1963
25	16,2	0,17	1964	28,8	21,56	1964	31,0	0,35	1964
26	10,6	51,71	1965	11,8	152,70	1965	34,2	6,78	1965
27	14,4	11,50	1966	17,2	48,40	1966	20,4	125,34	1966
28	30,0	149,06	1967	50,0	667,85	1967	23,0	73,89	1967
29	25,4	57,90	1968	37,0	164,94	1968	80,0	2342,98	1968
30	11,2	43,44	1969	20,0	17,28	1969	51,0	376,53	1969
31	14,0	14,37	1970	20,8	11,27	1970	30,0	2,55	1970
32	21,6	14,51	1971	21,6	6,54	1971	22,2	88,28	1971
33	19,0	1,46	1972	29,2	25,43	1972	21,6	99,91	1972
34	17,6	0,04	1975	22,0	4,65	1975	30,6	0,99	1975
35	27,6	96,22	1976	35,6	130,94	1976	32,6	1,01	1976
36	14,6	10,18	1977	14,8	91,34	1977	37,2	31,41	1977
37	13,0	22,95	1978	22,0	4,65	1978	14,6	288,85	1978
38	16,6	1,42	1981	19,6	20,77	1981	29,0	6,74	1981
39	24,0	38,55	1982	31,4	52,46	1982	22,6	80,92	1982
40	15,6	3,96	1983	30,0	34,14	1983	32,0	0,16	1983
41	16,8	0,98	1984	24,2	0,00	1984	36,2	21,20	1984
42	27,0	84,81	1986	28,0	14,77	1986	29,4	4,82	1986
43	14,4	11,50	1987	19,2	24,57	1987	28,0	12,93	1987
44	14,0	14,37	1988	26,0	3,40	1988	26,0	31,31	1988
45	16,0	0,04	1989	28,6	19,74	1989	32,6	1,45	1989
46	6,2	134,35	1990	9,0	229,74	1990	31,8	0,04	1990
Anni	33			42			46		

**TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE (METODO DI GUMBEL) PER PIOGGE BREVI ED INTENSE (SCROSCI)**

ORA	0,25	0,50	1,00
N	33	42	46
X M=MEDIA	17,79	24,16	31,6
SOMMA X <sup>2</sup>	1320,7	2941,9	7509,6
SSQM	6,42	8,47	12,92
Inserire da tabella S <sub>n</sub>	1,1399	1,1597	1,1665
Inserire da tabella Y <sub>n</sub>	0,538	0,5448	0,5468
alfa	0,1774	0,1369	0,0903
moda	14,76	20,18	25,54

**TABELLA 3 - ELABORAZIONI STATISTICHE (METODO DI GUMBEL) PER PIOGGE BREVI ED INTENSE (SCROSCI)**

TEMPI DI RITORNO		ORE		
(anni)		0,25	0,50	1,00
10	h <sub>max</sub> (mm) =	27,31	37,02	50,19
20	h <sub>max</sub> (mm) =	31,28	42,58	57,96
50	h <sub>max</sub> (mm) =	36,40	49,76	68,02

**TABELLA 4 - VALORI DI a E n AL VARIARE DI TR PER PIOGGE BREVI E INTENSE (SCROSCI)**

TEMPI DI RITORNO	a (mm ore-n)	n
10 anni	50,19	0,439
20 anni	57,96	0,445
50 anni	68,02	0,451

TABELLA 5 - REGISTRAZIONI PIOGGE DI DURATA ORARIA

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI: VICENZA	
BACINO: Uff. Idr. Mag. Acque VENEZIA	
QUOTA: FONTE DEI DATI: Serie storica 1938-1972 e 1973-1990	
DATI DISPONIBILI:	

N.	INTERVALLO IN ORE 1		INTERVALLO IN ORE 3		INTERVALLO IN ORE 6		INTERVALLO IN ORE 12		INTERVALLO IN ORE 24	
	h(mm)	$\chi^2=(hI-M)^2$	h(mm)	$\chi^2=(hI-M)^2$	h(mm)	$\chi^2=(hI-M)^2$	h(mm)	$\chi^2=(hI-M)^2$	h(mm)	$\chi^2=(hI-M)^2$
1	22,2	41,93	38,4	0,05	40,8	35,95	59,0	5,62	95,0	752,26
2	22,0	44,56	37,0	1,40	42,0	23,00	53,0	13,17	74,0	41,31
3	32,0	11,05	49,4	125,85	37,2	92,07	65,2	73,45	68,4	0,68
4	42,8	199,50	29,0	84,31	65,2	338,72	52,2	19,62	63,8	14,23
5	13,0	245,72	59,6	458,74	41,0	33,59	59,8	10,05	59,8	60,42
6	50,4	471,95	32,2	35,78	59,8	169,12	47,2	88,92	62,4	26,76
7	30,8	4,51	59,4	450,21	32,2	213,03	98,2	1728,10	98,6	962,69
8	33,4	22,32	37,0	1,40	90,8	1936,39	70,3	188,23	83,4	250,87
9	30,8	4,51	47,2	81,33	58,8	144,11	65,4	76,92	74,2	43,92
10	47,2	343,16	48,0	96,40	47,2	0,16	59,0	5,62	59,0	73,49
11	31,6	8,55	47,0	77,76	55,0	67,31	59,3	7,13	78,4	117,23
12	23,2	29,98	40,6	5,85	58,0	125,54	41,0	244,28	56,4	124,83
13	38,0	86,95	21,2	288,38	41,0	33,59	37,0	385,32	45,6	482,80
14	19,0	93,62	42,0	14,50	22,0	614,82	68,6	143,29	68,6	1,06
15	20,0	75,27	41,2	9,11	59,0	148,95	48,4	67,73	70,6	9,16
16	38,6	98,49	28,8	88,02	48,4	2,57	39,2	303,79	44,6	527,75
17	23,8	23,77	42,0	14,58	34,8	143,89	73,0	267,99	88,0	417,27
18	28,0	0,46	15,6	509,94	48,0	1,45	41,6	225,89	49,8	315,87
19	14,8	192,53	43,0	23,21	25,0	475,05	62,6	35,65	81,8	202,42
20	32,0	11,05	20,2	323,35	43,2	12,93	45,0	135,25	44,6	527,75
21	18,6	101,52	59,6	458,74	24,8	483,80	74,4	315,79	53,8	189,69
22	30,0	1,75	20,0	330,58	64,6	317,00	32,0	606,61	43,6	574,69
23	18,6	101,52	24,8	179,07	25,6	449,25	44,8	139,94	74,6	49,38
24	24,8	15,02	42,6	19,52	31,4	237,02	51,4	27,35	77,2	92,68
25	31,2	6,37	56,6	339,23	45,2	2,56	72,4	248,71	75,0	55,16
26	49,4	429,50	27,4	115,25	58,2	130,06	41,8	219,92	49,6	323,02
27	15,2	181,59	40,6	5,85	30,6	262,30	49,8	46,64	53,8	189,69
28	33,6	24,25	20,6	309,12	42,0	23,00	45,0	135,25	68,0	0,18
29	15,2	181,59	42,0	14,50	32,0	218,91	65,6	80,47	82,6	225,82
30	27,0	2,81	27,2	120,60	42,0	23,00	48,0	74,47	48,0	383,09
31	21,6	50,06	52,8	213,69	31,4	237,02	60,0	11,36	74,6	49,38
32	25,2	12,08	27,2	120,60	60,0	174,36	63,6	48,59	65,0	6,62
33	16,2	155,64	31,4	45,99	45,6	1,43	78,8	491,53	78,8	126,05
34	25,6	9,46	65,4	740,83	61,0	201,77	77,2	423,14	77,2	92,68
35	46,0	300,14	38,2	0,00	76,8	900,27	44,4	149,56	66,0	2,47
36	38,2	90,72	29,8	70,25	44,4	5,74	49,4	52,27	60,0	57,35
37	23,6	25,75	51,4	174,72	48,6	3,26	55,6	1,06	59,0	73,49
38	46,0	300,14	32,0	38,21	53,2	41,02	61,4	22,76	64,8	7,69
39	25,2	12,08	23,6	212,63	61,0	201,77	64,2	57,31	65,8	3,14
40	15,4	176,24	46,8	74,27	43,8	8,97	46,8	96,62	46,8	431,51
41	46,6	321,29	36,6	2,50	46,8	0,00	58,0	1,88	76,2	74,43
42	22,0	44,50	42,6	19,52	56,6	96,13	58,6	3,88	83,8	263,32
43	29,4	0,52	32,0	38,21	45,0	3,22	65,2	73,45	69,8	4,96
44	22,2	41,93	30,0	66,94	55,8	81,08	39,0	310,80	61,0	43,20
45	30,0	1,75			30,0	282,09				
Anni			45	44	45	44	44	44	44	44

**TABELLA 6 - ELABORAZIONI STATISTICHE (METODO DI GUMBEL) PER PIOGGE DI DURATA ORARIA**

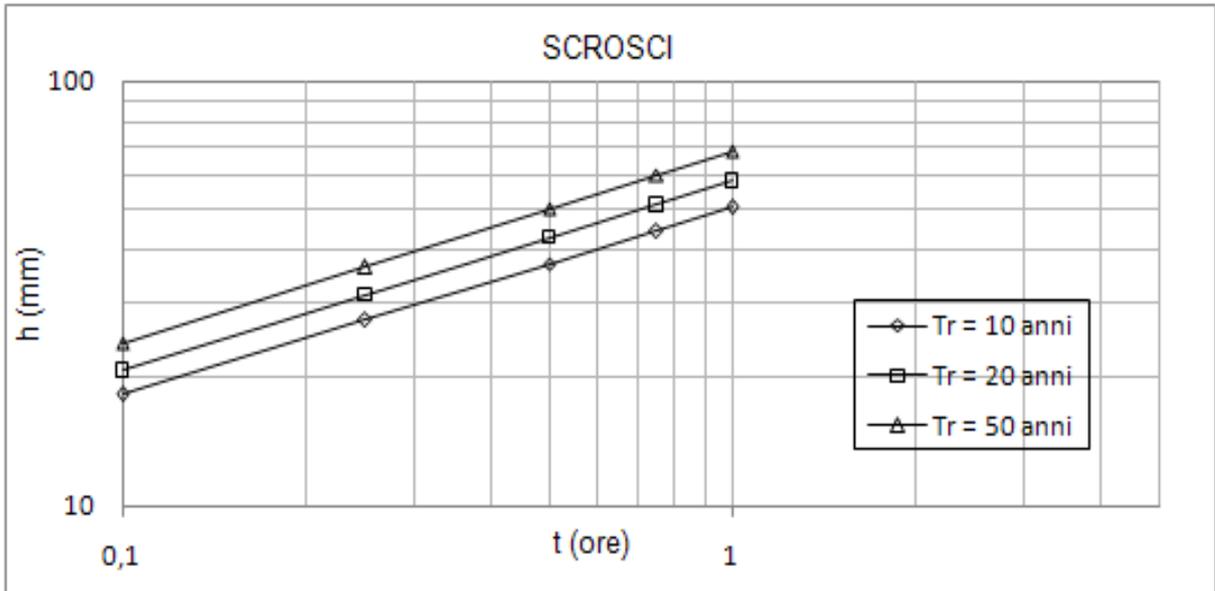
ORA	1	3	6	12	24
N	45	44	45	44	44
XM = MEDIA	28,68	38,18	46,8	56,63	67,57
SOMMA X <sup>2</sup>	4598,2	6402,1	8997,2	7645,4	7815,2
SSQM	10,22	12,2	14,3	13,33	13,48
Inserire da tabella Sn	1,1649	1,1632	1,1649	1,1632	1,1632
Inserire da tabella Yn	0,5463	0,5458	0,5463	0,5458	0,5458
alfa	0,114	0,0953	0,0815	0,0872	0,0863
moda	23,88	32,46	40,09	50,37	61,25

**TABELLA 7 - ELABORAZIONI STATISTICHE (METODO DI GUMBEL) PER PIOGGE DI DURATA ORARIA**

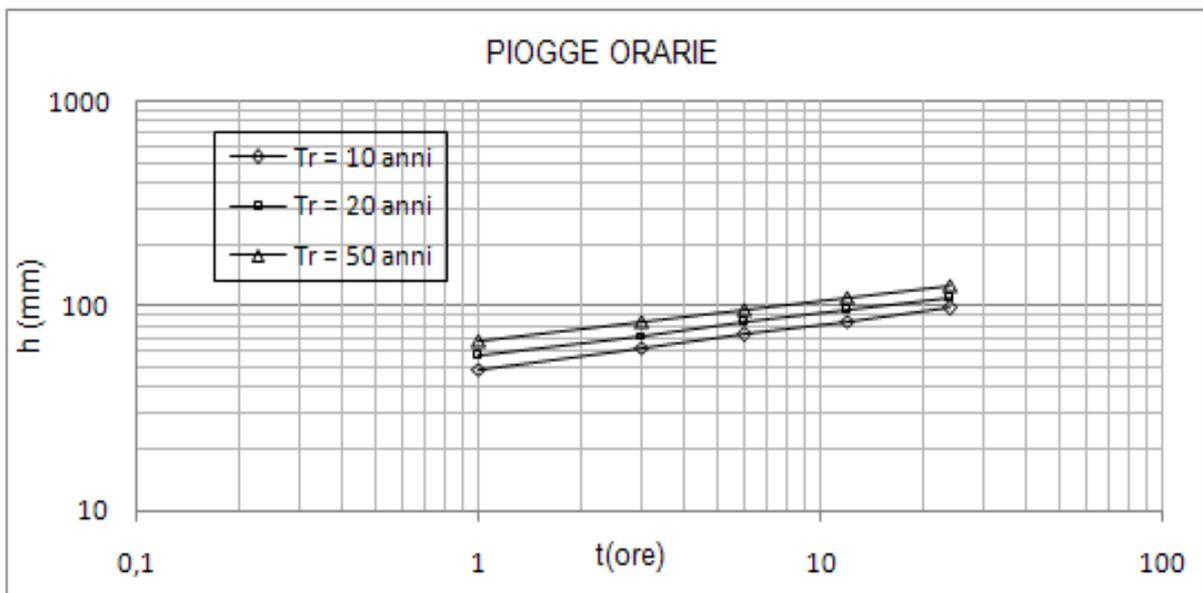
TEMPI DI RITORNO		ORE				
(anni)		1	3	6	12	24
10	hmax (mm) =	49,20	62,45	72,58	84,36	98,06
20	hmax (mm) =	57,58	72,12	83,14	95,83	110,46
50	hmax (mm) =	68,46	84,63	96,74	110,59	126,42

**TABELLA 8 - VALORI DI a E n AL VARIARE DI TR PER PIOGGE DI DURATA ORARIA**

TEMPI DI RITORNO	a (mm ore-n)	n
10 anni	49,20	0,217
20 anni	57,58	0,205
50 anni	68,46	0,193



**EQUAZIONI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA PER PIOGGE BREVI E INTENSE (SCROSCI)**



**EQUAZIONI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA PER PIOGGE ORARIE**

**CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO**

Natura delle superfici	Si (mq)	$\phi_i$	Si $\times$ $\phi_i$
<b>Superficie territoriale</b>			
Superficie impermeabili	1967	0,90	1770
Totali	1967	0,90	1770
<b>Valore assunto per il coefficiente di deflusso</b>		<b>0,9</b>	

**STIMA DELLA PORTATA METEORICA MASSIMA E MEDIA  
NELLA PRIMA ORA CON IL METODO CINEMATICO****DATI DI PROGETTO - RISULTATI**

Coeff. Deflusso $\phi = 0.90$ $T < 1$ ora										
PORTATA MASSIMA: Tempo di pioggia = tempo di corrivazione										
Tr (anni)	$\phi$	a	n	t (min)	T (ore)	h (mm)	J (mm/ora)	S (mq)	Q (l/s)	Q (mc/ora)
50	0.90	68.02	0.45	4.5	0.075	21	282	1967	138	497

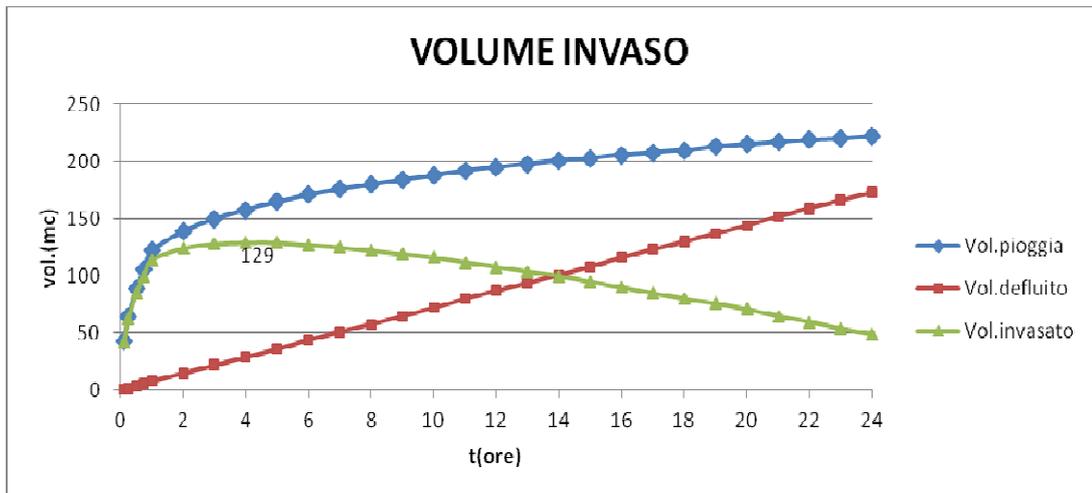
Coeff. Deflusso $\phi = 0.54$ $T = 1$ ora										
PORTATA ORARIA NELLA PRIMA ORA: Tempo di pioggia = 60 min.										
Tr (anni)	$\phi$	a	n	t (min)	T (ore)	h (mm)	J (mm/ora)	S (mq)	Q (l/s)	Q (mc/ora)
50	0.9	68.5	0.19	60	1.00	68.5	68.5	1967	34	122

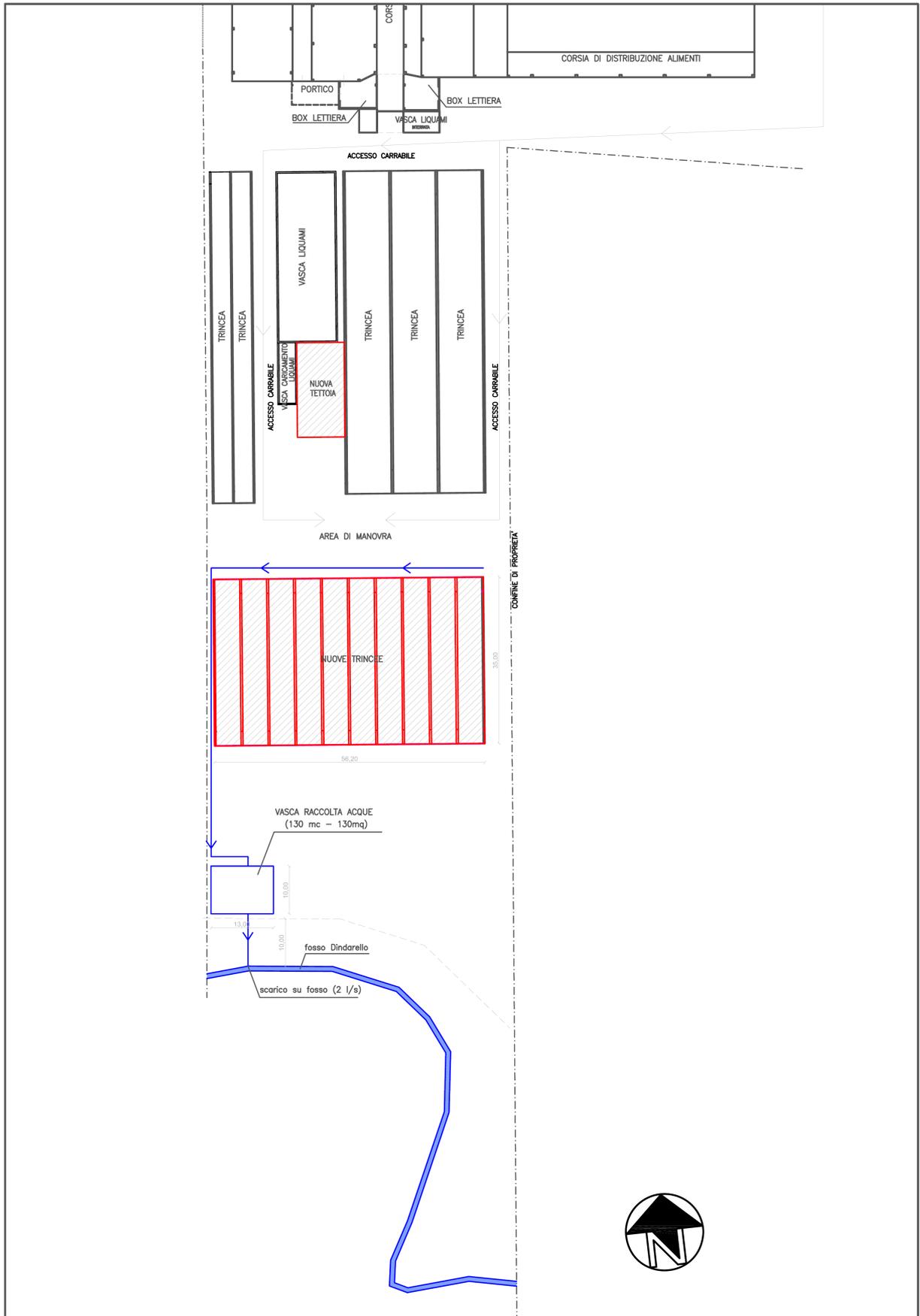
CALCOLO DEL VOLUME DA  
INVASARE

Parametri della curva di possibilità pluviometrica

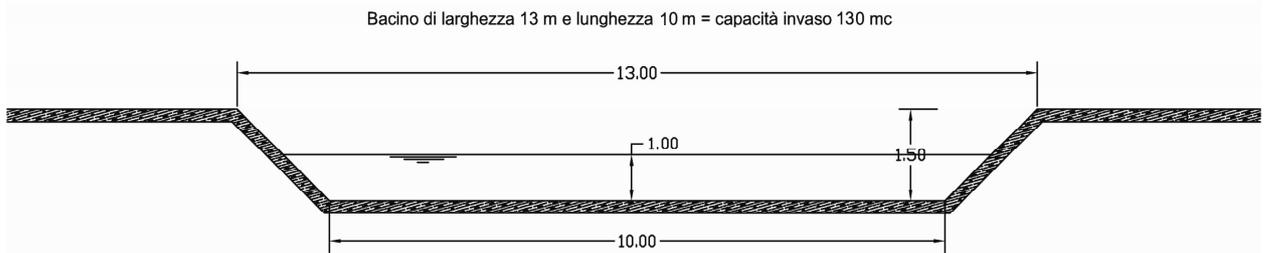
Tr (anni)		50		t<1h		t>1h	
a		68.02	68.46				
n		0.45	0.19				
tempo (ore)	h (mm)	j (mm/h)	Q pioggia (l/s)	Q defluita (l/s)	V pioggia (mc)	V defluito (mc)	V invasato (mc)
	21						
0.1	24.13	241.34	119	2	43	1	42
0.25	36.45	145.80	72	2	65	2	63
0.5	49.79	99.59	50	2	89	4	85
0.75	59.76	79.68	40	2	106	6	100
1	68.46	68.46	34	2	122	8	114
2	78.10	39.05	20	2	139	15	124
3	84.35	28.12	14	2	150	22	128
4	89.09	22.27	11	2	158	29	129
5	92.95	18.59	10	2	165	36	129
6	96.22	16.04	8	2	171	44	127
7	99.08	14.15	7	2	176	51	125
8	101.63	12.70	7	2	180	58	122
9	103.93	11.55	6	2	184	65	119
10	106.03	10.60	6	2	188	72	116
11	107.97	9.82	5	2	192	80	112
12	109.77	9.15	5	2	195	87	108
13	111.45	8.57	5	2	198	94	104
14	113.03	8.07	4	2	201	101	100
15	114.52	7.63	4	2	203	108	95
16	115.94	7.25	4	2	206	116	90
17	117.28	6.90	4	2	208	123	85
18	118.56	6.59	4	2	210	130	80
19	119.78	6.30	4	2	213	137	76
20	120.96	6.05	3	2	215	144	71
21	122.08	5.81	3	2	217	152	65
22	123.17	5.60	3	2	219	159	60
23	124.21	5.40	3	2	220	166	54
24	125.22	5.22	3	2	222	173	49

## VOLUMI DA INVASARE AL VARIARE DEL TEMPO DI PIOGGIA





PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDICATIVA VASCA DI INVASO

**BACINO DI INVASO TEMPORANEO ACQUE METEORICHE****SCHEMA TIPO VASCA DI INVASO**