

Studio di Geologia
Dott. CARLO LURATI
Solbiate con Cagno (Co)
Via C. Battisti, 70
Tel. 031 / 800037 – 348 / 7260209
e-mail: info@studiolurati.com

GUFFANTI S.p.A.

Via Bancora e Rimoldi, 37
GUANZATE (CO)

PIANO ATTUATIVO “VENETO A” – OPERE DI URBANIZZAZIONE
COMUNE DI ROVELLO PORRO (CO) – VIA VITTORIO VENETO

Raccolta e smaltimento acque meteoriche ai sensi del R.R. 23 novembre 2017 – nr.7
modificato con R.R. 19 aprile 2019 – nr.8

RELAZIONE IDRAULICA ED IDROLOGICA

Solbiate con Cagno (CO), febbraio 2026
31/26/INV – Rif. 03/26

DOTT. GEOL. CARLO LURATI
Via Cesare Battisti, 70 - 22043 SOLBIATE CON CAGNO (CO)
Telefono 348 7260209 · e-mail: info@studiolurati.com

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione tecnica, parte integrante del progetto di invarianza idraulica ed idrologica, relativo la rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, provenienti dalle opere di urbanizzazione, previste nel Piano Attuativo denominato “Veneto A”, ubicato sui terreni ubicati in fregio a via Vittorio Veneto, in comune di Rovello Porro (Co), nel settore evidenziato nelle seguenti figure 1 e 2.

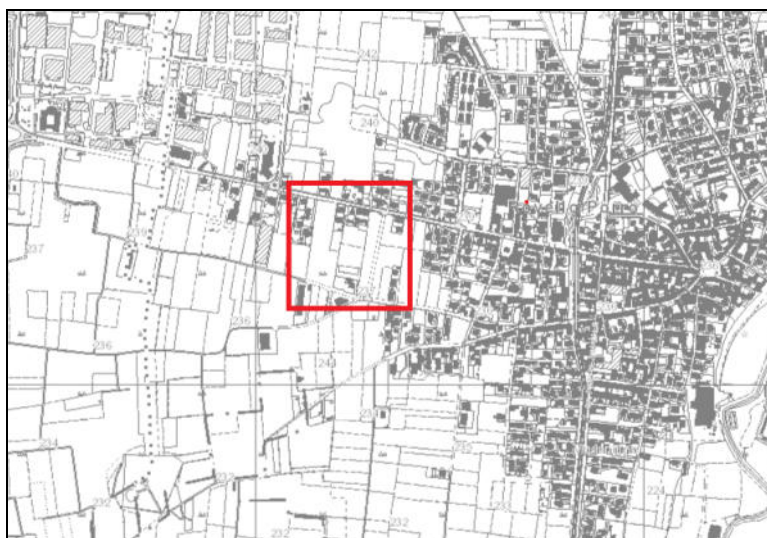


Figura 1 – Ubicazione P.A. su DBT Regione Lombardia



Figura 2 – Ubicazione P.A. su Ortofoto

La relazione contiene la descrizione delle soluzioni progettuali da adottare per lo smaltimento delle acque meteoriche, nel rispetto dei principi dell'invarianza e le valutazioni e verifiche tecniche, di supporto alle scelte di progetto.

Gli estremi normativi di riferimento per le valutazioni in oggetto sono

- Regolamento Regionale 23 novembre 2017, nr. 7
"Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, nr. 12 (Legge per il governo del territorio)"
- Regolamento Regionale 19 aprile 2019, nr.8
"Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrogeologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n.7 (regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, nr. 12-Legge per il governo del territorio)."
- Testo Coordinato del regolamento regionale 23 novembre 2017, nr.7
Pubblicato su BURL 21 dicembre 2019
- Regolamento Regionale 28 marzo 2025, nr.3
"Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrogeologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n.7 (regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, nr. 12-Legge per il governo del territorio)."

La presente relazione è parte integrante della documentazione del progetto d'invarianza, i cui contenuti, nella loro completezza, sono specificati Art.10 del Regolamento ("Contenuti del progetto di invarianza idraulica e idrologica").

2. CARATTERISTICHE GENERALI DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO E DELLE SUPERFICI CHE INTERVENGONO NELL'INVARIANZA

La seguente figura 3 riporta la planimetria generale del P.A.

Il P.A. occupa un vasto areale di territorio e risulta articolato in 13 lotti in cui è prevista la realizzazione di più edifici residenziali (un edificio per ogni lotto).

Oltre agli edifici residenziali è prevista la realizzazione della rete viaria ed infrastrutturale interna al piano; quest'ultima sarà articolata in strade asfaltate ed in aree a parcheggio con pavimentazione drenante.

E' infine prevista la realizzazione di aree a verde, sia all'interno dei singoli lotti, in forma di giardini; sia in corrispondenza delle aree a parcheggio e delle infrastrutture in genere, in forma di aiuole di varie dimensioni.



Figura 3 - Planimetria generale P.A.

La presente relazione è riferita all'invarianza delle opere di urbanizzazione previste nel P.A.

La seguente figura 4 evidenzia la posizione delle opere di urbanizzazione nel P.A.



Figura 4 – Posizione opere di urbanizzazione nel PA

Nella figura soprastante si osserva che le opere di urbanizzazione vengono suddivise in tre segmenti distinti, indicati come lotto 1, 2 e 3.

Le acque meteoriche provenienti dai tre segmenti (lotti) vengono recapitate in tre reti separate, una per ogni lotto.

Indipendentemente dalla suddivisione di cui sopra le opere di urbanizzazione consistono: nella viabilità interna al P.A. (carrabile e pedonale); in aree a parcheggio ed in aree a verde in forma di aiuole.

Alle condizioni attuali la superficie topografica, sull'area d'intervento, è a fondo naturale (prati e campi coltivati), quindi completamente drenante.

L'intervento in progetto comporta una trasformazione delle superfici.

Nelle verifiche relative l'invarianza le superfici impermeabili di nuova formazione corrispondono alla viabilità interna ed ai cordoli; le superfici permeabili di nuova formazione corrispondono con le aree a parcheggio, essendo pavimentate in Drenix (100% impermeabile); le aiuole a verde, non comportando una trasformazione rispetto l'esistente e non essendo afferenti al sistema di raccolta, non vengono computate nel calcolo della superficie scolante.

Le seguenti tabelle riassumono le caratteristiche delle superfici, distinte nei tre lotti; l'estensione è approssimata al metro quadro; questa approssimazione non condiziona gli esiti dei calcoli.

LOTTO 1

CARATTERISTICHE SUPERFICIE	ESTENSIONE	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO
Totale superficie interessata dall'intervento	3667 mq = 0.3667 ha	---
Totale superfici impermeabili	2081 mq	1
Totale superfici permeabili	693 mq	---
Totale superficie scolante	2774 mq	
Superficie a verde (non scolante)	893 mq	
<u>Coefficiente deflusso medio ponderale: $\phi = 0.825$</u>		
<u>Superficie scolante impermeabile: $S = 2289 = 0.2289 \text{ ha}$</u>		

LOTTO 2

CARATTERISTICHE SUPERFICIE	ESTENSIONE	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO
Totale superficie interessata dall'intervento	948 mq = 0.0948 ha	---
Totale superfici impermeabili	817 mq	1
Totale superfici permeabili	69 mq	---
Totale superficie scolante	886 mq	
Superficie a verde (non scolante)	62 mq	
<u>Coefficiente deflusso medio ponderale: $\phi = 0.945$</u>		
<u>Superficie scolante impermeabile: $S = 838 = 0.0838 \text{ ha}$</u>		

LOTTO 3

CARATTERISTICHE SUPERFICIE	ESTENSIONE	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO
Totale superficie interessata dall'intervento	1118 mq = 0.1118 ha	---
Totale superfici impermeabili	911 mq	1
Totale superfici permeabili	106 mq	---
Totale superficie scolante	1017 mq	
Superficie a verde (non scolante)	101 mq	
<u>Coefficiente deflusso medio ponderale: $\varphi = 0.927$</u>		
<u>Superficie scolante impermeabile: $S = 943 = 0.0943$ ha</u>		

3. DESCRIZIONE SINTETICA DELLA RETE DI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE E DELLE OPERE DI INVARIANZA

Le acque raccolte dai tombini e caditoie confluiranno in un collettore principale costituito da una tubazione interrata in pvc con recapito finale in pozzi perdenti, che potranno essere variamente collegati in serie, in accordo con la scelta di progetto e con gli esiti delle verifiche sull'invarianza.

I pozzi perdenti ed il relativo setto drenante a contorno, oltre che a fungere da strutture preposte allo smaltimento delle acque, costituiscono anche l'invaso di laminazione il cui volume deve rispettare i principi dell'invarianza idraulica; pertanto, numero e profondità dei pozzi perdenti, oltre che dall'entità degli afflussi, da smaltire e dalle capacità drenanti del terreno; deve essere calcolato al fine di ottenere il valore del volume d'invaso previsto dall'invarianza.

Con riferimento ai pozzi perdenti del tipo ordinario costituiti da anelli sovrapposti e con al contorno il setto in dreno (bocciamme o ghiaione), il volume d'invaso corrisponde con il volume utile invasato negli anelli, più il volume dei vuoti del dreno a contorno pozzi, che viene computato pari al 40% del volume totale del dreno.

Al fine di fornire soluzioni alternative si considerano le seguenti tipologie di pozzo perdente:

TIPOLOGIA	OPZ 1	OPZ 2	OPZ 3
Ø ANELLI	2.0 m	2.0 m	2.0 m
ALTEZZA UTILE	3.0 m	3.5 m	4.0 m
SPESSORE SETTO DRENANTE	1.0 m	1.0 m	1.0 m
VOLUME INVASATO	20.72 mc	24.18 mc	27.63 mc

4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE AREA INTERVENTO - CAPACITA' INFILTRAZIONE SUOLO

4.1. Inquadramento geologico e composizione del terreno

La sottostante figura 5, in estratto dalla cartografia di ordine geologico del PGT, riporta l'inquadramento geologico generale in un intorno significativo dell'area d'intervento.

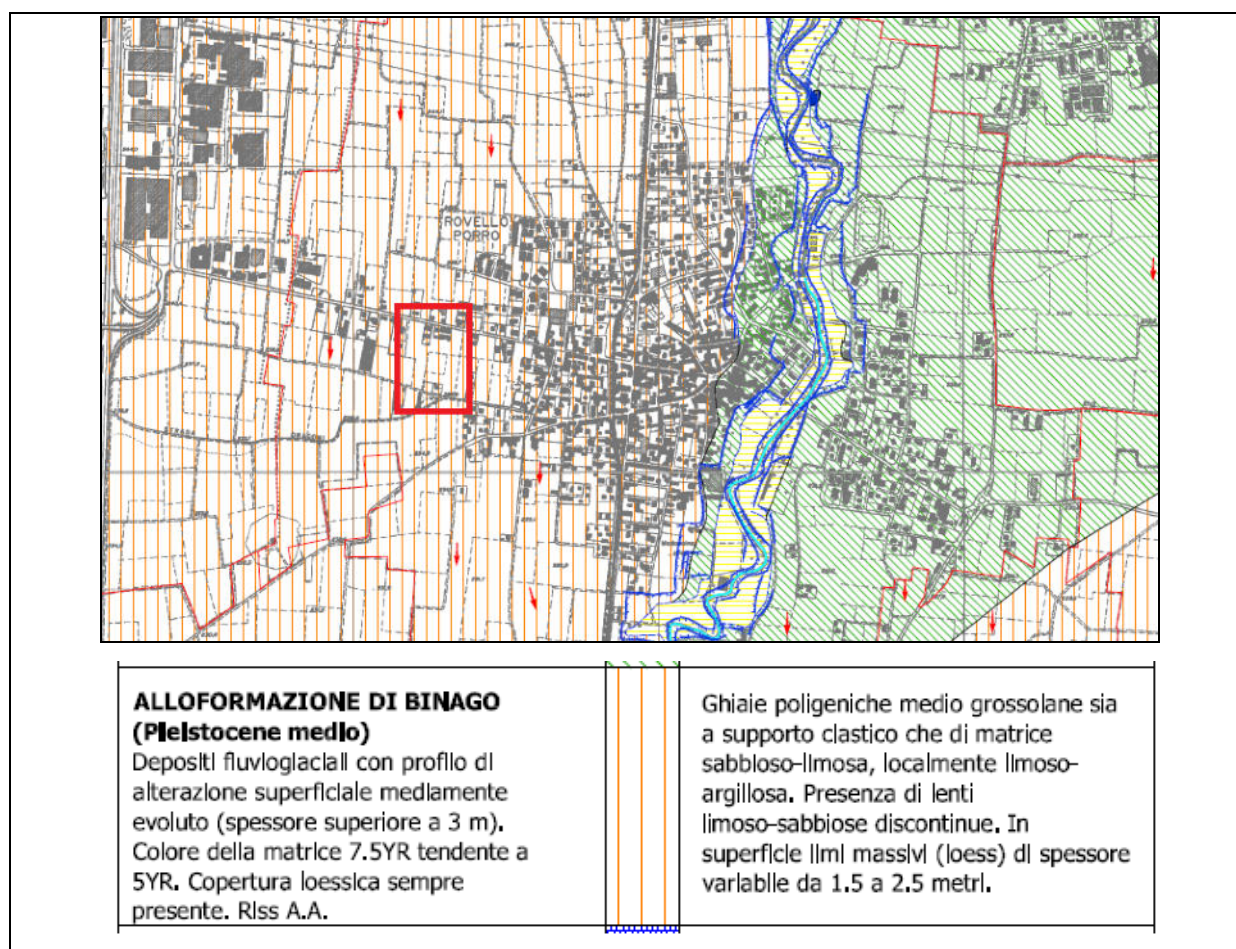


Figura 5 - Inquadramento geologico

Con riferimento all'estratto cartografico di fig. 4 si osserva che l'area d'intervento ricade nell'ambito dei depositi di origine fluvio-glaciale classificati, nella nomenclatura classica, nel "Fluvio-glaciale Riss" e nella nuova nomenclatura geologica nell'"Alloformazione di Binago"

I depositi in oggetto sono costituiti da ghiaie variamente alterate in matrice sabbioso limosa; le sabbie rappresentano generalmente la frazione granulometrica dominante,

cui seguono le ghiaie ed i limi; solo in condizioni locali le frazioni più fini (limo) divengono predominanti.

La composizione sopra descritta è presente nel sottosuolo dopo il livello superficiale (primi 1 ÷ 2 m) costituito da terreno vegetale (primi 0,5m) seguito da depositi fini limoso argillosi, a costituire l'ordinaria copertura pedogenetica (suolo).

4.2. Caratteristiche idrogeologiche

Il sottosuolo è sede di falda libera con livello statico posizionato ad una profondità dell'ordine di circa 46m dal p.c., quindi in posizione di non interferenza con i sistemi di smaltimento acque meteoriche (vedi figura 6).

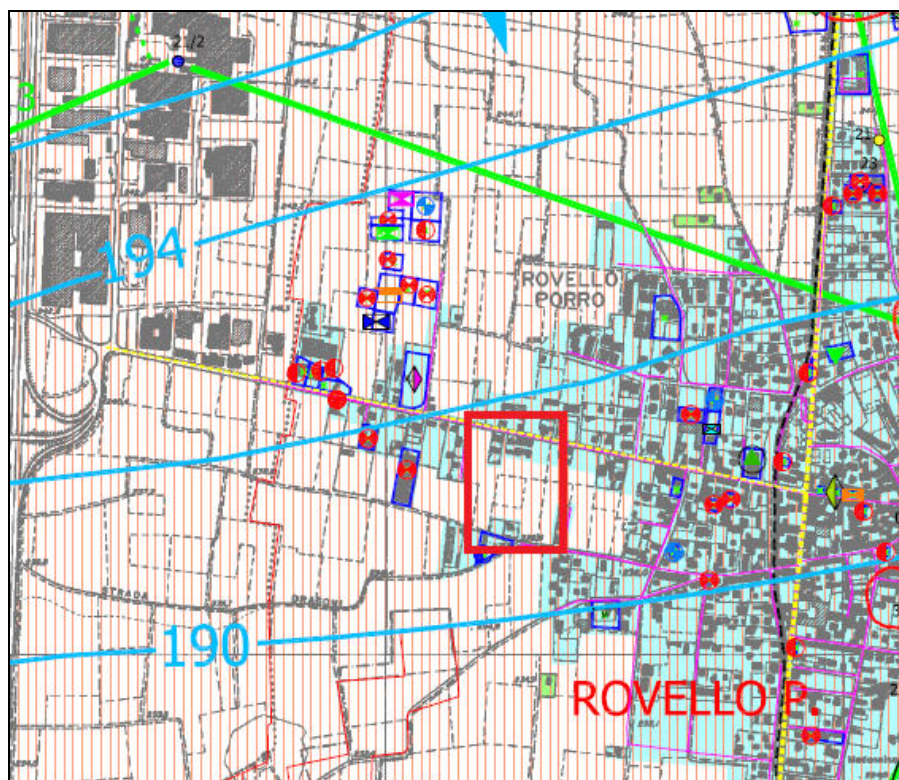


Figura 6 - Estratto carta idrogeologica PGT

L'area del P.A. ricade inoltre in un ambito territoriale nel quale non è nota la presenza di "falde sospese" a costituire locali accumuli idrici superficiali diversi dalla falda principale.

I pozzi pubblici più prossimi all'area d'intervento e che attingono dalla falda principale si trovano in posizione idrogeologica di monte, rispetto l'area del P.A. e ad una notevole distanza dalla stessa, con contestuale notevole distanza dalle relative fasce

di rispetto.

Lo smaltimento delle acque meteoriche nel sottosuolo è pertanto consentito dalle condizioni idrogeologiche locali.

4.3. Capacità di infiltrazione del suolo

La possibilità di smaltire le acque meteoriche, esclusivamente mediante infiltrazione nel sottosuolo, dipende dalle caratteristiche di permeabilità dei terreni; in quanto il valore della permeabilità del terreno, a contorno pozzi, interviene nei calcoli.

Per accertare le caratteristiche di permeabilità del terreno è stata eseguita sull'area una prova di permeabilità.

La prova è stata eseguita in uno scavo avente dimensioni al fondo di 1.0 m x 2.0 m ed altezza 2.7 m (vedi figura 7).



Figura 7 – Prova di permeabilità eseguita sull'area

La prova rientra nella tipologia delle prove di permeabilità a carico variabile (Leugeon); lo scavo è stato inizialmente riempito con circa 1 mc d'acqua;

successivamente sono stati misurati gli abbassamenti del livello idrico nello scavo per la durata di 30 minuti (in appendice viene riportato il report di calcolo).

La seguente figura 8 riporta lo schema della prova e la formula di calcolo della permeabilità K.

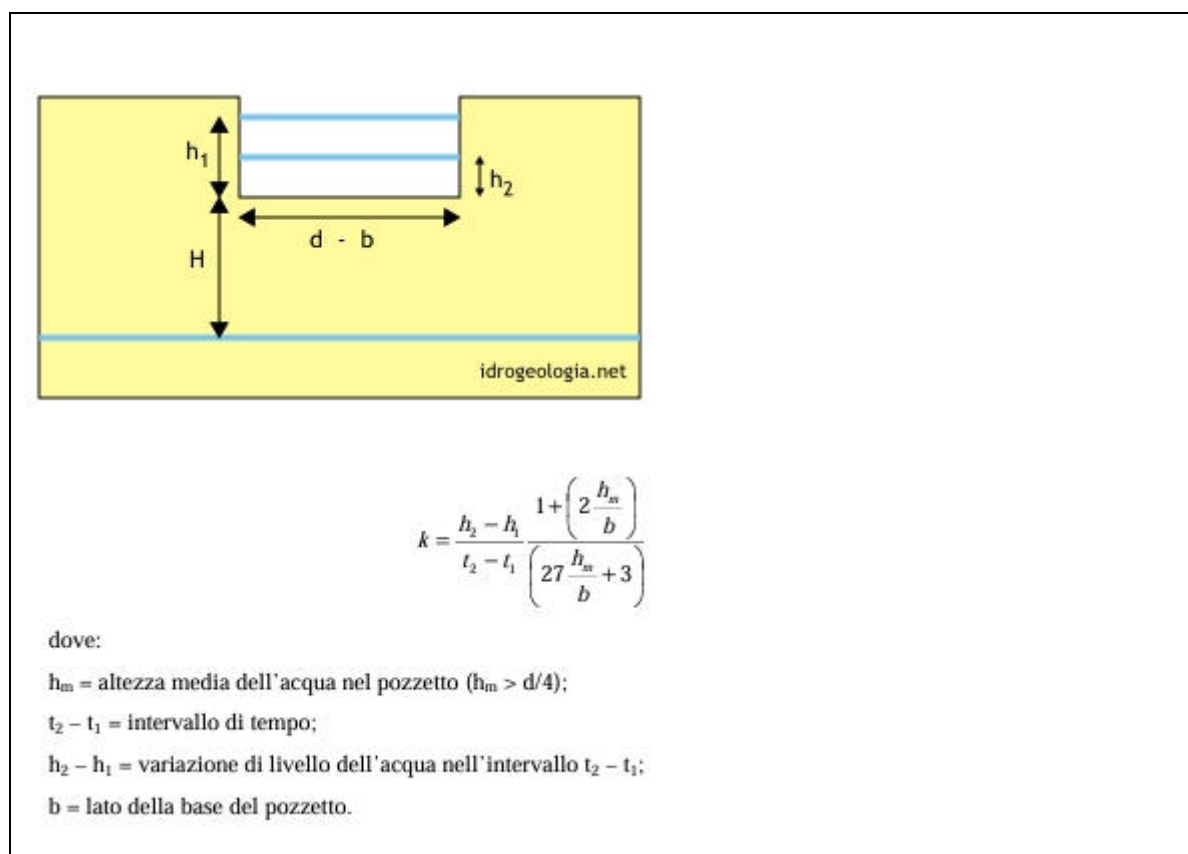


Figura 8 – Schema prova permeabilità

A seguito dell'elaborazione dei dati, la prova ha fornito il seguente valore del coefficiente K.

$$K = 1.77 \times 10^{-5} \text{ m/sec}$$

Il valore misurato è inferiore rispetto al dato medio caratteristico del sottosuolo di Rovello Porro, probabilmente a seguito della presenza di un eccesso nelle % delle frazioni limose.

Come evidenziato nella tabella di figura 9 alla pagina seguente il valore misurato è ubicato nel campo inferiore dei terreni con buone capacità drenanti.

Coefficiente di permeabilità k per vari terreni												
k (m/s)	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
Drenaggio	buono					povero				praticamente impermeabile		
	ghiaia pulita	sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita				sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati				terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici		
						terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo						

Figura 9 - Coefficiente di permeabilità nei vari terreni

5. PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA CRITERI E METODI APPLICATI NELLE VERIFICHE

5.1. Individuazione dell'ambito territoriale di appartenenza

Il Comune di Rovello Porro ricade in ambito territoriale "A" ad alta criticità idraulica (vedi seguente immagine – fig.10, in estratto dall'allegato B del regolamento sull'invarianza).

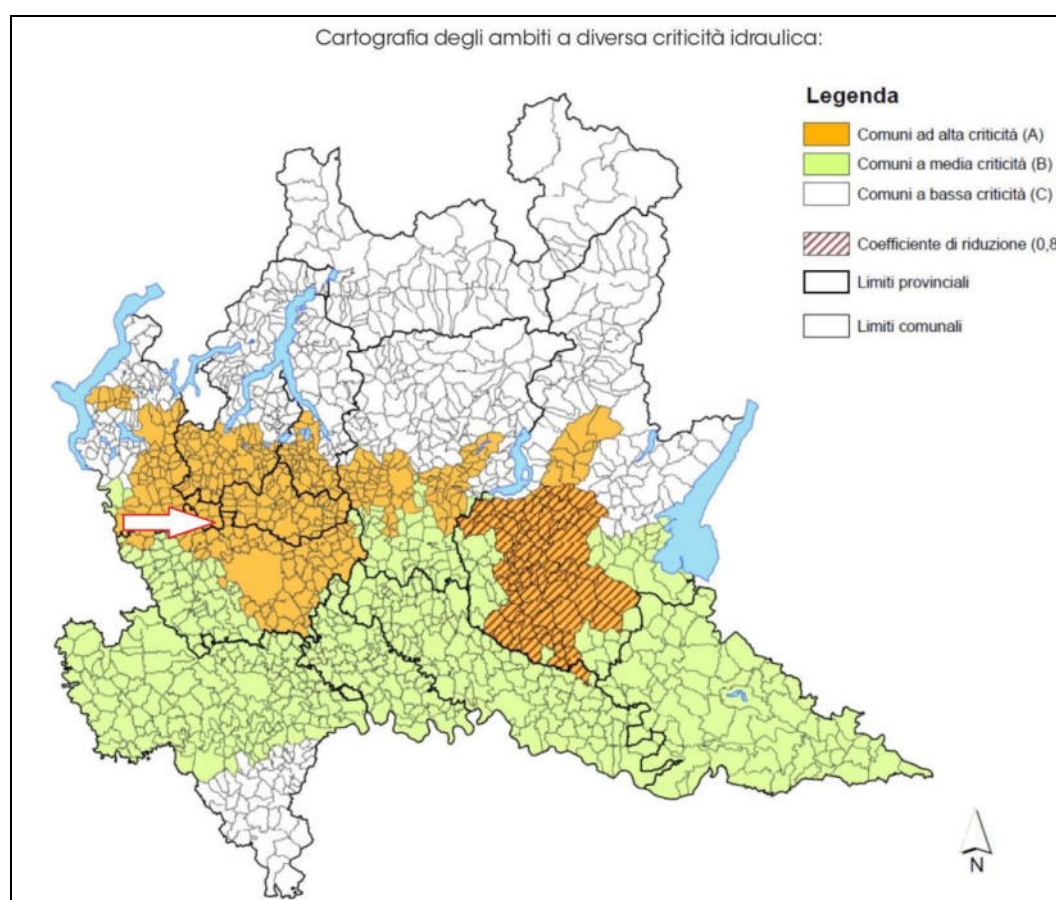


Figura 10 - Ambiti a diversa criticità idraulica in Regione Lombardia

5.2. Valore massimo ammissibile della portata meteorica scaricabile nel ricettore naturale (sottosuolo)

Nel caso di scelta progettuale con pozzo perdente, il valore di portata scaricabile nel sottosuolo dipende dalle caratteristiche di permeabilità del terreno; pertanto, il regolamento non pone un limite predefinito, salvo il rispetto delle condizioni geologiche locali (capacità drenante del terreno e stabilità dei luoghi).

5.3. Classificazione dell'intervento richiedente misure di invarianza e modalità di calcolo

Di seguito (fig.11) si riporta la tabella 1 dell'Art.9 del Regolamento; dalla quale si ricava la classe di intervento e le modalità di calcolo.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUS- SO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\leq 0,03$ ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	$> 0,4$	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da $> 0,1$ a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	$\leq 0,4$		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	$> 0,4$	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Figura 11 - Tabella 1 – Art.9 R.R.

Le superfici complessive dei singoli lotti rientrano nei campi: da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ ha o da $> 0,1$ a ≤ 1 ha). Il coefficiente di deflusso medio ponderale è $> 0,4$ o qualsiasi. Con riferimento alla tabella di cui sopra l'intervento in progetto ricade in "classe d'intervento nr. 2 – impermeabilizzazione potenziale media"; per la quale è richiesto il metodo di calcolo delle sole piogge.

5.4. Valore del tempo di ritorno di riferimento da adottare per il calcolo delle altezze di pioggia

Per il calcolo delle altezze di pioggia viene adottato un tempo di ritorno $T = 50$ anni.

5.5. Valore del tempo di svuotamento massimo dei volumi invasati nella struttura di laminazione

Ai sensi dell'Art.11, comma 2, lettera F del Regolamento, il tempo di svuotamento delle strutture preposte alla laminazione non deve superare le 48 ore.

Qualora dopo le 48 ore dovesse essere ancora presente, nella struttura di laminazione, un certo quantitativo d'acqua, il sistema dovrà disporre di volumi liberi aggiuntivi con il fine di compensare la giacenza residua.

6. ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI - CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Per quantificare gli afflussi meteorici in rete è necessario eseguire l'analisi delle precipitazioni locali.

La curva di possibilità pluviometrica è genericamente espressa nella forma:

$$h = a_1 \times w_T \times D^n$$

Dove:

h = altezza pioggia;

a_1 , w_T , n = coefficienti numerici in funzione del tempo di ritorno, della durata e del regime pluviometrico del territorio cui appartiene l'area in esame

D = durata delle piogge.

A partire dalla formula sopra esposta sono stati utilizzati i fogli e gli schemi di calcolo contenuti nel Portale Idrogeologico Geografico di ARPA Lombardia, con riferimento al Comune di Rovello Porro.

I valori di riferimento per le precipitazioni, con un tempo di ritorno di 100 anni, sono riportati in allegato.

7. CALCOLO DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE

Il volume che il sistema deve invasare (W_0), è dato dalla seguente relazione:

$$W_0 = W_e - W_u$$

Dove:

W_0 = Volume da invasare o laminare

W_e = Volume in entrata.

W_u = Volume in uscita, o volume assorbito dal terreno

$$W_e = (h \times S) / 1000$$

Dove:

W_e = volume in entrata (mc)

h = altezza di pioggia (litri/mq)

S = superficie scolante impermeabile (mq)

Il volume in uscita (W_u) viene calcolato con la seguente relazione (Sieker, 1984) che deriva dall'equazione di Darcy.

$$W_u = K \times [(L + h_w)/(L + h_w/2)] \times A_F$$

Dove:

W_u = volume in uscita (mc)

K = permeabilità terreno (m/sec)

L = dislivello tra fondo pozzo e livello dell'acqua di falda (m)

h_w = altezza utile del pozzo (m)

A_F = area drenante = area di base del pozzo + superficie corona circolare di larghezza $h_w/2$ attorno alla base del pozzo (mq)

L'immagine in pagina seguente (Fig. 12) illustra il significato dei parametri in formula. Il computo delle aree drenanti, nella rigida applicazione del metodo di Sieker, non considera l'area di base del pozzo, ma solo quella della corona circolare; in quanto contempla la possibilità che il fondo del pozzo possa perdere nel tempo la capacità drenante, a seguito dell'occlusione del fondo stesso; tuttavia poiché il regolamento dell'invarianza impone un piano di manutenzione (vedi § 11) finalizzato a mantenere l'efficienza nel tempo della rete di smaltimento acque meteoriche (pozzi perdenti compresi) si ritiene ragionevole considerare come area drenante anche il fondo del pozzo.

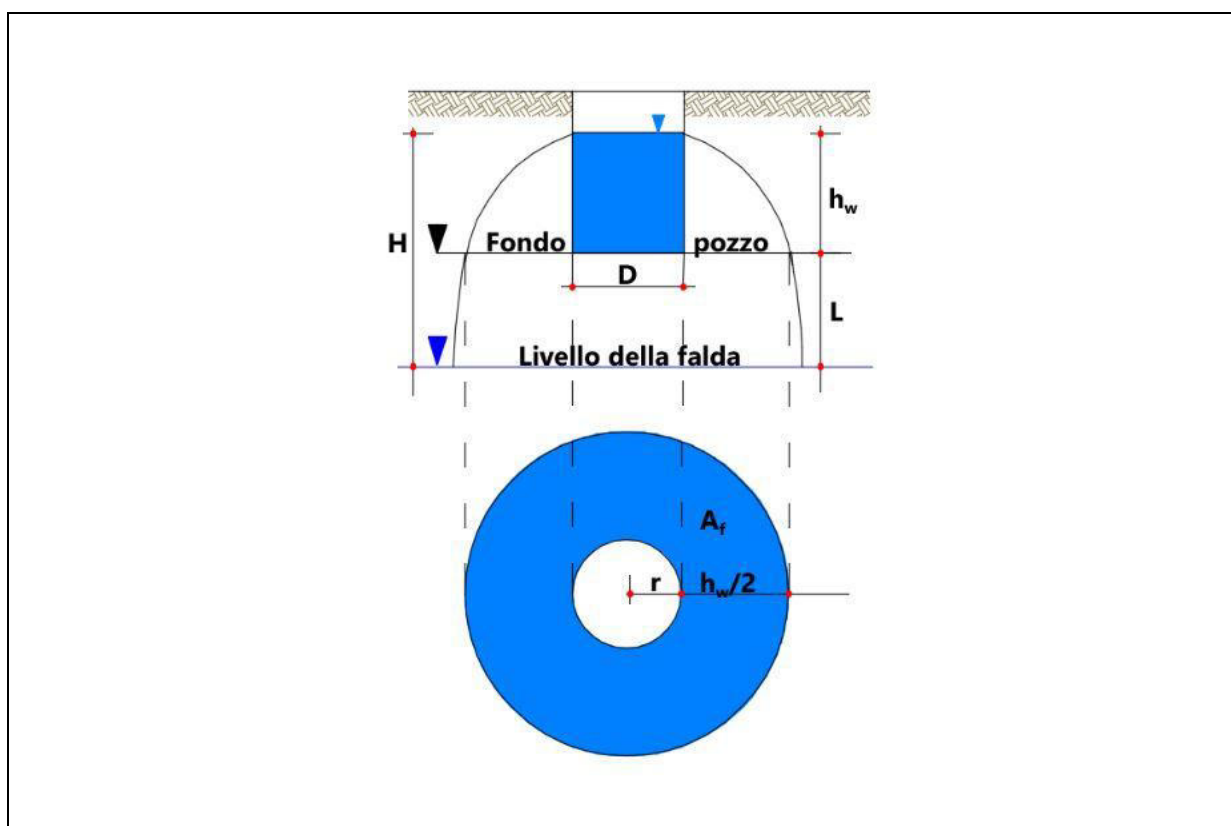


Figura 12 - Schema di Sieker

W_0 ; W_e e W_u variano al variare della durata dell'evento; a partire dall'istante t_0 (inizio dell'evento), W_0 aumenta in accordo con l'incremento della durata dell'evento; fino ad un valore di picco (corrispondente alla durata critica); successivamente, al perdurare dell'evento pluviometrico, W_0 decresce.

Il valore di riferimento per le verifiche è il valore di picco di W_0 .

Il calcolo deve necessariamente procedere per iterazioni successive variando numero e dimensioni dei pozzi perdenti fino a soddisfare: sia l'equazione $W_0 = W_e - W_u$ sia il calcolo del tempo di svuotamento della giacenza residua che deve essere conforme alle 48 ore.

A seguito dei calcoli eseguiti, introducendo le tipologie di pozzo perseguibili, si è accertato che l'equazione $W_0 = W_e - W_u$ è soddisfatta con il numero di pozzi riassunto nella tabella in pagina successiva (in allegato si riportano gli schemi di calcolo).

LOTTO1

TIPOLOGIA	OPZ 1	OPZ 2	OPZ 3
W_e (mc)	205.86	205.86	226.04
W_u (mc)	60.84	61.41	80.24
W₀ (mc)	145.02	144.45	145.80
Nr. pozzi necessari per smaltire gli afflussi	8	7	6
Durata critica (ore)	3	3	3

LOTTO2

TIPOLOGIA	OPZ 1	OPZ 2	OPZ 3
W_e (mc)	75.34	75.34	66.04
W_u (mc)	55.81	26.32	20.06
W₀ (mc)	52.53	49.02	45.98
Nr. pozzi necessari per smaltire gli afflussi	3	3	3
Durata critica (ore)	3	3	2

LOTTO3

TIPOLOGIA	OPZ 1	OPZ 2	OPZ 3
W_e (mc)	84.79	84.79	84.79
W_u (mc)	30.42	26.32	30.09
W₀ (mc)	54.37	58.47	54.70
Nr. pozzi necessari per smaltire gli afflussi	4	3	3
Durata critica (ore)	3	3	3

Per i dettagli di calcolo si rimanda al report di calcolo in allegato.

8. CALCOLO DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO

Il tempo di svuotamento è dato dalla seguente relazione:

$$t_{\text{svuot}} = W_0 / W_{u(1\text{ORA})}$$

Dove

W_0 = volume invasato

$W_{u(1\text{ORA})}$ = deflusso orario uscente dal pozzo

La seguente tabella riassume i valori del tempo di svuotamento.

LOTTO 1

TIPOLOGIA	W_0 (mc)	$W_{u(1\text{ORA})}$ (mc/ora)	TEMPO DI SVUOTAMENTO (ore)
OPZ 1	145.02	20.28	7.2
OPZ 2	144.45	24.18	7.1
OPZ 3	145.80	27.63	7.3

LOTTO 2

TIPOLOGIA	W_0 (mc)	$W_{u(1\text{ORA})}$ (mc/ora)	TEMPO DI SVUOTAMENTO (ore)
OPZ 1	52.53	7.60	6.9
OPZ 2	49.02	8.77	5.6
OPZ 3	45.98	10.03	4.6

LOTTO 3

TIPOLOGIA	W_0 (mc)	$W_{u(1\text{ORA})}$ (mc/ora)	TEMPO DI SVUOTAMENTO (ore)
OPZ 1	54.37	10.14	5.4
OPZ 2	58.47	8.77	6.7
OPZ 3	54.70	10.03	5.5

Si osserva che il tempo di svuotamento è conforme alle 48 ore.

9. RIEPILOGO SOLUZIONE PROGETTUALE

In base alle verifiche eseguite per smaltire, in conformità con il regolamento sull'invarianza idraulica, è necessaria la realizzazione di un sistema di smaltimento acque meteoriche a scelta tra le opzioni riassunte nella tabella seguente:

LOTTO 1

TIPO	Ø anelli	Altezza utile	Spessore setto drenante	Nr. Pozzi necessari
OPZ1	2 m	3.0 m	1 m	8
OPZ2	2 m	3.5 m	1 m	7
OPZ3	2 m	4.0 m	1 m	6

LOTTO 2

TIPO	Ø anelli	Altezza utile	Spessore setto drenante	Nr. Pozzi necessari
OPZ1	2 m	3.0 m	1 m	3
OPZ2	2 m	3.5 m	1 m	3
OPZ3	2 m	4.0 m	1 m	3

LOTTO 3

TIPO	Ø anelli	Altezza utile	Spessore setto drenante	Nr. Pozzi necessari
OPZ1	2 m	3.0 m	1 m	3
OPZ2	2 m	3.5 m	1 m	3
OPZ3	2 m	4.0 m	1 m	2

10. VERIFICHE DI SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE DELLA RETE

10.1. Verifiche di supporto al dimensionamento tubazioni – capacità smaltimento rete

Di seguito si riassumono le verifiche finalizzate a fornire le prime indicazioni generali di supporto al dimensionamento esecutivo della rete.

Il calcolo della capacità di smaltimento della rete prevede 3 passaggi di calcolo.

1. Calcolo degli afflussi di picco (Q_e)

$$Q_e = (h \times S \times \varphi / 360) \times 1000$$

h = altezza di pioggia calcolata, con riferimento al dato ARPA relativo a Beregazzo con Figliaro; per un periodo di ritorno di 50 anni e per una durata dell'evento di 15 minuti.

S = superficie scolante

φ = coefficiente deflusso medio ponderale

2. Calcolo velocità del flusso idrico nella tubazione in PVC (V)

$$V = k \times R^{2/3} \times i^{1/2} \text{ (Chezy)}$$

k = coefficiente di scabrezza di Gauckler – Strickler (valore proprio di tubi PE, PVC, ecc.)

R = raggio idraulico = A/C (valore relativo a ciascun segmento di tubazione)

A = sezione condotta (valore relativo a ciascun segmento di tubazione)

C = perimetro bagnato (valore relativo a ciascun segmento di tubazione)

i = gradiente idraulico (valore relativo a ciascun segmento di tubazione)

3. Calcolo portata smaltita dalla tubazione (Q_u)

$$Q_u = V \times A \times 1000$$

Q_u = capacità di smaltimento del collettore

V = velocità dell'acqua in transito

A = sezione del collettore

Nelle tabelle in allegato vengono specificati i calcoli.

Le portate più elevate si riscontrano nel tratto finale delle tubazione in ingresso al sistema dispersione; in base ai calcoli di cui al precedente punto 1 le portate di progetto (portata di picco) sono pari a 80 l/sec., nel lotto 1; 29.3 l/sec, nel lotto 2 e 33 l/sec, nel lotto3.

Dagli esiti delle verifiche (vedi tabelle) si osserva che le portate di picco con riferimento all'area in progetto possono essere smaltite con l'impiego delle seguenti tubazioni.

LOTTO 1

$\varnothing$ (mm)	Pendenza	Q_u (l/sec)	V (m/sec)
200	$\geq 5.0\%$	101.4	3.58
250	$\geq 1.0\%$	82.22	1.86
300	$\geq 0.4\%$	84.56	1.33

LOTTO 2

$\varnothing$ (mm)	Pendenza	Q_u (l/sec)	V (m/sec)
	$\geq 2.0\%$	29.78	1.87
	$\geq 0.6\%$	35.13	1.24
	$\geq 0.2\%$	36.77	0.83

LOTTO 3

$\varnothing$ (mm)	Pendenza	Q_u (l/sec)	V (m/sec)
	$\geq 2.5\%$	33.29	2.59
	$\geq 0.6\%$	35.13	1.24
	$\geq 0.2\%$	36.72	0.83

10.2. Verifica statica tubazione in PVC

Complessivamente lo sviluppo della rete è molto semplice, per lunghezza e tipologia di componenti.

Lo scopo della verifica statica è verificare che la tubazione nel sottosuolo, prima dell'ingresso nel sistema di pozzi perdenti, sia in grado di resistere, con un adeguato margine di sicurezza, ai carichi agenti su di essa rispettando le condizioni necessarie per il normale esercizio ed assicurandone la conservazione e la funzionalità nel tempo.

La tubazione è soggetta a carichi esterni, dovuti in prevalenza al peso del materiale di ricoprimento ed al transito degli automezzi che transitano sulle strade o che accedono ai parcheggi, ma solo nel caso che i pozzi perdenti vengano realizzati in prossimità degli accessi ai parcheggi.

Le tubazioni non saranno pertanto interessate da sollecitazioni rilevanti.

L'impiego delle normali tubazioni in PVC con classi di resistenza SN4-SN8 è in grado di soddisfare ampiamente i requisiti di sicurezza richiesti; anche senza il supporto di verifiche specifiche.

11. PIANO DI MANUTENZIONE

Strutture soggette a manutenzione

Devono essere sottoposti a manutenzione le seguenti strutture componenti la rete:

1. Tubazioni.
3. Tombini e caditoie
3. Strutture preposte allo smaltimento nel sottosuolo (pozzi perdenti).

Operazioni di manutenzione

Tubazioni

Lavaggio con acqua in pressione di tutte le tubazioni.

Tombini e caditoie

Lavaggio ed aspirazione di eventuali depositi di fondo.

Strutture preposte allo smaltimento

Aspirazione eventuali depositi di fondo e successivo lavaggio con aspirazione.

Cadenza interventi di manutenzione

Si dispone una cadenza minima semestrale degli interventi di cui sopra.

In concomitanza di eventi meteorici eccezionali valutare, a seguito di esame visivo delle varie componenti, la necessità di interventi supplementari di manutenzione.

Interventi di manutenzione supplementare, rispetto la cadenza semestrale, dovranno essere attuati in presenza di evidenze di carenza nel funzionamento di qualche componente (esempio classico l'intasamento per cause esterne accidentali).

Dott. Geol. Carlo Lurati



ANALISI PRECIPITAZIONI

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: ROVELLO PORRO - Via Vittorio Veneto

Committente: GUFFANTI SPA

Linea segnatrice

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

Tempo di ritorno (anni) 50

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 31,86

N - Coefficiente di scala 0,3251

GEV - parametro alpha 0,2887

GEV - parametro kappa -0,008

GEV - parametro epsilon 0,8308

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:

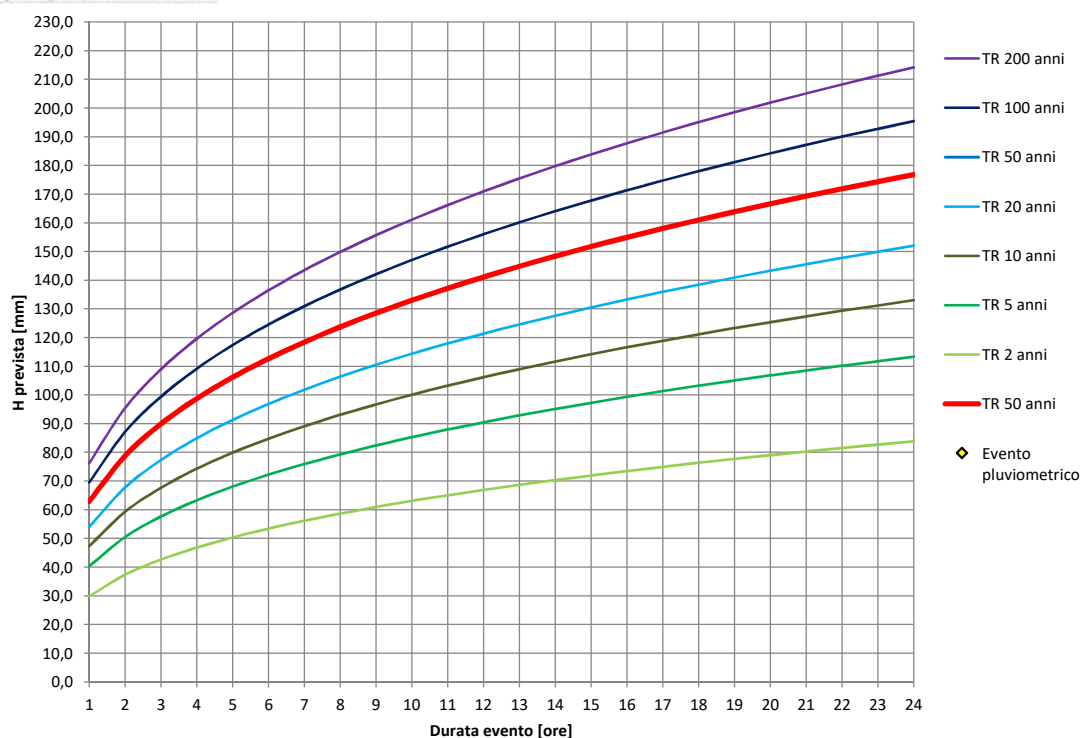
<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>

http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,93677	1,26644	1,48636	1,69856	1,97506	2,18360	2,39255	1,97505605
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	29,8	40,3	47,4	54,1	62,9	69,6	76,2	62,9252856
2	37,4	50,5	59,3	67,8	78,8	87,2	95,5	78,8297314
3	42,7	57,7	67,7	77,3	89,9	99,4	108,9	89,936776
4	46,8	63,3	74,3	84,9	98,8	109,2	119,6	98,7540461
5	50,4	68,1	79,9	91,3	106,2	117,4	128,6	106,184309
6	53,4	72,2	84,8	96,9	112,7	124,6	136,5	112,66841
7	56,2	76,0	89,1	101,9	118,5	131,0	143,5	118,458593
8	58,7	79,3	93,1	106,4	123,7	136,8	149,9	123,714257
9	61,0	82,4	96,7	110,5	128,5	142,1	155,7	128,543297
10	63,1	85,3	100,1	114,4	133,0	147,1	161,1	133,022527
11	65,1	88,0	103,3	118,0	137,2	151,7	166,2	137,208797
12	66,9	90,5	106,2	121,4	141,1	156,0	171,0	141,145494
13	68,7	92,9	109,0	124,6	144,9	160,2	175,5	144,866571
14	70,4	95,2	111,7	127,6	148,4	164,1	179,8	148,399152
15	72,0	97,3	114,2	130,5	151,8	167,8	183,8	151,765293
16	73,5	99,4	116,6	133,3	155,0	171,3	187,7	154,983192
17	75,0	101,4	119,0	135,9	158,1	174,8	191,5	158,068066
18	76,4	103,3	121,2	138,5	161,0	178,0	195,1	161,032779
19	77,7	105,1	123,3	140,9	163,9	181,2	198,5	163,888315
20	79,0	106,9	125,4	143,3	166,6	184,2	201,9	166,64414
21	80,3	108,6	127,4	145,6	169,3	187,2	205,1	169,308471
22	81,5	110,2	129,4	147,8	171,9	190,0	208,2	171,888495
23	82,7	111,8	131,2	150,0	174,4	192,8	211,3	174,390537
24	83,9	113,4	133,1	152,1	176,8	195,5	214,2	176,820197

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica



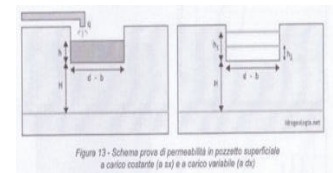
RISULTATI PROVE DI PERMEABILITA'

[illegible]

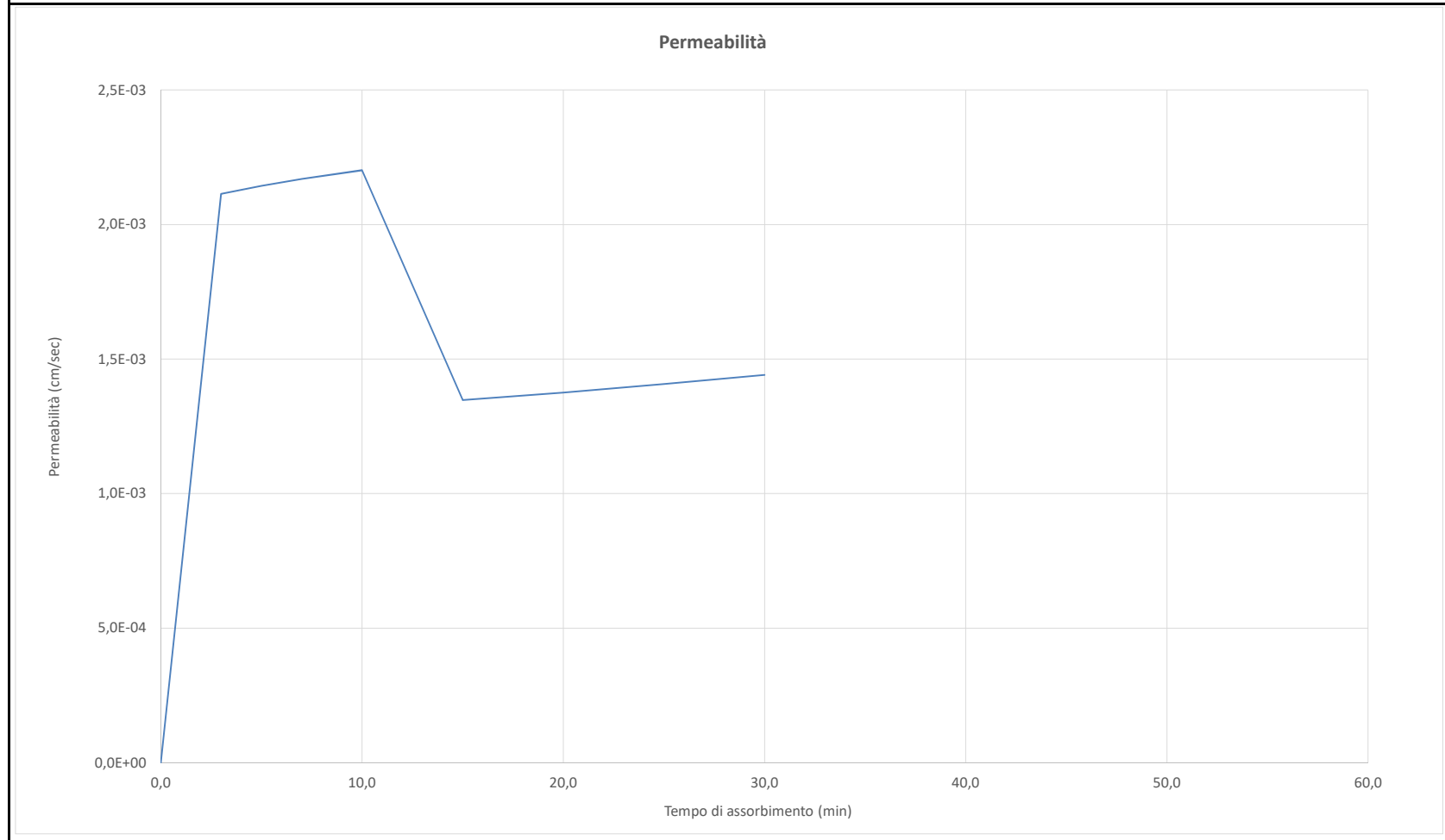
220
157
200
100
20000
141

$$k = \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1} \frac{1 + \left(2 \frac{h_m}{b}\right)}{\left(27 \frac{h_m}{b} + 3\right)}$$

Alta: $k > E-03$
Media: $E-03 < k < E-05$
Bassa: $E-05 < k < E-07$
Molto bassa: $E-07 < k < E-09$
Impermeabile: $k > E-09$

**Ubicazione indagine:** Rovello Porro - Via Vittorio Veneto

PROVA A CARICO VARIABILE IN POZZETTO



GEOCIPO srl

Via G. Battisti 70, 22043 Solbiate con Cagno (CO)

Committente: GUFFANTI SPA - GUANZATE

Ubicazione indagine: Rovello Porro - Via Vittorio Veneto

VERIFICHE INVARIANZA

DATI GENERALI AREA INTERVENTO

Committente: GUFFANTI SPA - GUANZATE

Località: Rovello Porro - Via Vittorio Veneto LOTTO

Quota in m s.l.m.: 237

Isopiezometrica: 191

Superficie fondiaria (Ha) **3667** **0,3667**

	<u>estensione</u> <u>(mq)</u>	<u>estensione</u> <u>(Ha)</u>	<u>coefficienti di</u> <u>deflusso</u>
<u>Superfici Impermeabili</u>	2081	0,21	1
<u>Superfici Semi Permeabili</u>	0	0,00	0,7
<u>Superfici Permeabili</u>	693	0,07	0,3
<u>Aree a verde</u>	893	0,09	non intervengono
Superficie scolante totale (S)	2774	0,2774	

Calcolo del coefficiente di afflusso medio ponderale

$$\phi = (non\ permeabili \times 1 + semi\ permeabile \times 0,7 + permeabili \times 0,3) / S$$

$$\phi = 0,825$$

Calcolo della superficie scolante impermeabile

$$s = S \times \phi$$

$$s = 2289 \quad mq = 0,23 \quad ha$$

CALCOLO POZZI

DATI	TIPOLOGIA			PZ1	PZ2	PZ3
Tempo di ritorno	DIAMETRO (m)			2,00	2,00	2,00
50,00 anni	SPESSORE DRENO A CONTORNO POZZO (m)			1,00	1,00	1,00
Profondità falda $\mathcal{L}$	DIAMETRO CON DRENO (m)			4,00	4,00	4,00
46 m	PROFONDITA' UTILE POZZO $\mathcal{Z}$ (m)			3,00	3,50	4,00
Permeabilità ξ	Volume d'invaso del singolo pozzo (m^3)			20,72	24,18	27,63
1,77E-05 m/sec	Afflusso orario (m^3)	144,03				
	Smaltimento orario (m^3)			20,28	20,47	20,06
Coefficiente di afflusso medio ponderale φ	Durata critica Dw (ore)			3,00	3,00	4,00
0,83	Volume entrante in Dw (m^3)			205,86	205,86	226,04
	Volume uscente in Dw (m^3)			60,84	61,41	80,24
Superficie scolante $\mathcal{S}$						
2774,00 mq						
0,277 ha						
Superficie scolante impermeabile s						
2288,90 mq						
0,229 ha						
	VOLUME SPECIFICO D'INVASO W_0 (m^3)			145,02	144,45	145,80
	N° POZZI MINIMO NECESSARIO PER W_0			8	7	6
	Capacità d'invaso con n° di pozzi W_0 (m^3)			165,79	169,25	165,79
	La capacità d'invaso relativa al numero di pozzi indicato è in grado di smaltire W_0 ?			SI	SI	SI
	VOLUME DI INVASO DI PROGETTO W_{LAM} (m^3)			145,02	144,45	145,80
	N° POZZI DA PROGETTARE			8	7	6
	CAPACITÀ D'INVASO (m^3)			165,79	169,25	165,79
	TEMPO DI SVUOTAMENTO MASSIMO (ore)			7,2	7,1	7,3

CALCOLO POZZI

Time (ore)	Rain (mm)	Afflusso (mc)					OPZIONE 1		OPZIONE 2		OPZIONE 3	
			deflusso	W ₀	deflusso	W ₀	deflusso	W ₀	deflusso	W ₀	deflusso	W ₀
0,08	18,16	41,58	0,00	41,58	0,00	41,58	1,69	39,89	1,71	39,87	1,67	39,91
0,17	25,69	58,80	0,00	58,80	0,00	58,80	3,38	55,42	3,41	55,39	3,34	55,46
0,25	31,46	72,01	0,00	72,01	0,00	72,01	5,07	66,95	5,12	66,90	5,01	67,00
0,50	44,49	101,84	0,00	101,84	0,00	101,84	10,14	91,71	10,23	91,61	10,03	91,81
0,75	54,49	124,73	0,00	124,73	0,00	124,73	15,21	109,52	15,35	109,38	15,04	109,69
1,00	62,93	144,03	0,00	144,03	0,00	144,03	20,28	123,75	20,47	123,56	20,06	123,97
2,00	78,83	180,43	0,00	180,43	0,00	180,43	40,56	139,88	40,94	139,49	40,12	140,32
3,00	89,94	205,86	0,00	205,86	0,00	205,86	60,84	145,02	61,41	144,45	60,18	145,68
4,00	98,75	226,04	0,00	226,04	0,00	226,04	81,11	144,92	81,88	144,16	80,24	145,80
5,00	106,18	243,05	0,00	243,05	0,00	243,05	101,39	141,65	102,35	140,70	100,29	142,75
6,00	112,67	257,89	0,00	257,89	0,00	257,89	121,67	136,22	122,82	135,07	120,35	137,53
7,00	118,46	271,14	0,00	271,14	0,00	271,14	141,95	129,19	143,28	127,86	140,41	130,73
8,00	123,71	283,17	0,00	283,17	0,00	283,17	162,23	120,94	163,75	119,42	160,47	122,70
9,00	128,54	294,22	0,00	294,22	0,00	294,22	182,51	111,72	184,22	110,00	180,53	113,69
10,00	133,02	304,48	0,00	304,48	0,00	304,48	202,79	101,69	204,69	99,78	200,59	103,89
11,00	137,21	314,06	0,00	314,06	0,00	314,06	223,06	90,99	225,16	88,90	220,65	93,41
12,00	141,15	323,07	0,00	323,07	0,00	323,07	243,34	79,73	245,63	77,44	240,71	82,36
13,00	144,87	331,59	0,00	331,59	0,00	331,59	263,62	67,96	266,10	65,49	260,77	70,82
14,00	148,40	339,67	0,00	339,67	0,00	339,67	283,90	55,77	286,57	53,10	280,83	58,85
15,00	151,77	347,38	0,00	347,38	0,00	347,38	304,18	43,20	307,04	40,34	300,88	46,49
16,00	154,98	354,74	0,00	354,74	0,00	354,74	324,46	30,28	327,51	27,23	320,94	33,80
17,00	158,07	361,80	0,00	361,80	0,00	361,80	344,74	17,07	347,98	13,83	341,00	20,80
18,00	161,03	368,59	0,00	368,59	0,00	368,59	365,01	3,57	368,45	0,14	361,06	7,53
19,00	163,89	375,12	0,00	375,12	0,00	375,12	385,29	-10,17	388,92	-13,79	381,12	-6,00
20,00	166,64	381,43	0,00	381,43	0,00	381,43	405,57	-24,14	409,38	-27,95	401,18	-19,75
21,00	169,31	387,53	0,00	387,53	0,00	387,53	425,85	-38,32	429,85	-42,32	421,24	-33,71
22,00	171,89	393,44	0,00	393,44	0,00	393,44	446,13	-52,69	450,32	-56,89	441,30	-47,86
23,00	174,39	399,16	0,00	399,16	0,00	399,16	466,41	-67,24	470,79	-71,63	461,36	-62,19
24,00	176,82	404,72	0,00	404,72	0,00	404,72	486,69	-81,96	491,26	-86,54	481,42	-76,69

DATI PROGETTO TUBAZIONI

Riempimento =	0,8	80,00% =h/D=φ	Durata t corrivazione =	15 min	T di ritorno=	50
Scabrezza k _s =	100	m ^{1/3} *s ⁻¹	Portata di progetto Q _e =	80,0 l/sec	=	0,080 mc/sec
φ	1,0	è un parametro di forma = 1 per sezioni circolari; = 0,9 per sezioni semicircolari				

TABELLA RIASSUNTIVA VERIFICA ALLE TUBAZIONI

Q _e	Ø	Q _r	V	i
80,0	100	non verificato		
	125	non verificato		
	150	non verificato		
	200	101,40	3,58	5,00%
	250	82,22	1,86	1,00%
	300	84,56	1,33	0,40%
	350	90,19	1,04	0,20%
	400	91,06	0,80	0,10%
	500	>> Q _e		0,10%
	600	>> Q _e		0,10%
	700	>> Q _e		0,10%
	800	>> Q _e		0,10%
	900	>> Q _e		0,10%
	1000	>> Q _e		0,10%

TABELLE DI CALCOLO VERIFICA ALLE TUBAZIONI

Diametro <i>mm</i>	Diametro <i>m</i>	α <i>rad</i>	Raggio idraulico (R) <i>m</i>	Perimetro bagnato (P) <i>m</i>	Area bagnata (A) <i>mq</i>	χ	Altezza del pelo libero (h) <i>m</i>				
100	0,100	4,4286	0,0320	0,2214	0,0071	56,3454	0,3006	Qr = non verificato			
i	0,050	0,030	0,025	0,020	0,015	0,010	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001
	5,00%	3,00%	2,50%	2,00%	1,50%	1,00%	0,80%	0,60%	0,40%	0,20%	0,10%
Q (l/sec)	15,970	12,370	11,292	10,100	8,747	7,142	6,388	5,532	4,517	3,194	2,258
V (m/s)	2,254	1,746	1,594	1,425	1,234	1,008	0,902	0,781	0,637	0,451	0,319
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
125	0,125	4,4286	0,0400	0,2768	0,0111	58,4804	0,2819	Qr = non verificato			
i	0,050	0,030	0,025	0,020	0,015	0,010	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001
	5,00%	3,00%	2,50%	2,00%	1,50%	1,00%	0,80%	0,60%	0,40%	0,20%	0,10%
Q (l/sec)	28,955	22,429	20,475	18,313	15,860	12,949	11,582	10,030	8,190	5,791	4,095
V (m/s)	2,615	2,026	1,849	1,654	1,432	1,170	1,046	0,906	0,740	0,523	0,370
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
150	0,150	4,4286	0,0480	0,3321	0,0159	60,2847	0,2675	Qr = non verificato			
i	0,050	0,030	0,025	0,020	0,015	0,010	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001
	5,00%	3,00%	2,50%	2,00%	1,50%	1,00%	0,80%	0,60%	0,40%	0,20%	0,10%
Q (l/sec)	47,085	36,472	33,294	29,779	25,789	21,057	18,834	16,311	13,318	9,417	6,659
V (m/s)	2,953	2,288	2,088	1,868	1,618	1,321	1,181	1,023	0,835	0,591	0,418
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
200	0,200	4,4286	0,0640	0,4429	0,0283	63,2456	0,2463	Qr = 101,4030252			
i	0,050	0,030	0,025	0,020	0,015	0,010	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001
	5,00%	3,00%	2,50%	2,00%	1,50%	1,00%	0,80%	0,60%	0,40%	0,20%	0,10%
Q (l/sec)	101,403	78,546	71,703	64,133	55,541	45,349	40,561	35,127	28,681	20,281	14,341
V (m/s)	3,578	2,771	2,530	2,263	1,960	1,600	1,431	1,239	1,012	0,716	0,506
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
250	0,250	4,4286	0,0800	0,5536	0,0443	65,6420	0,2310	Qr = 82,22286601			
i	0,050	0,030	0,025	0,020	0,015	0,010	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001
	5,00%	3,00%	2,50%	2,00%	1,50%	1,00%	0,80%	0,60%	0,40%	0,20%	0,10%
Q (l/sec)	183,856	142,414	130,006	116,281	100,702	82,223	73,542	63,690	52,002	36,771	26,001
V (m/s)	4,152	3,216	2,936	2,626	2,274	1,857	1,661	1,438	1,174	0,830	0,587
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
300	0,300	4,4286	0,0960	0,6643	0,0638	67,6673	0,2192	Qr = 84,56148398			
i	0,050	0,030	0,025	0,020	0,015	0,010	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001
	5,00%	3,00%	2,50%	2,00%	1,50%	1,00%	0,80%	0,60%	0,40%	0,20%	0,10%
Q (l/sec)	298,970	231,581	211,404	189,085	163,753	133,703	119,588	103,566	84,561	59,794	42,281
V (m/s)	4,688	3,631	3,315	2,965	2,568	2,097	1,875	1,624	1,326	0,938	0,663
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
350	0,350	4,4286	0,1120	0,7750	0,0868	69,4283	0,2097	Qr = 90,195			
i	0,050	0,030	0,025	0,020	0,015	0,010	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001
	5,00%	3,00%	2,50%	2,00%	1,50%	1,00%	0,80%	0,60%	0,40%	0,20%	0,10%
Q (l/sec)	450,975	349,324	318,887	285,222	247,009	201,682	180,390	156,222	127,555	90,195	63,777
V (m/s)	5,196	4,024	3,674	3,286	2,846	2,324	2,078	1,800	1,470	1,039	0,735

TABELLE DI CALCOLO VERIFICA ALLE TUBAZIONI

Diametro <i>mm</i>	Diametro <i>m</i>	α <i>rad</i>	Raggio idraulico (R) <i>m</i>	Perimetro bagnato (P) <i>m</i>	Area bagnata (A) <i>mq</i>	χ	Altezza del pelo libero (h) <i>m</i>				
400	0,400	4,4286	0,1280	0,8857	0,1134	70,9907	0,2018	Qr = 91,057			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	643,869	498,739	455,284	407,219	352,662	287,947	257,548	223,043	182,114	128,774	91,057
V (m/s)	5,679	4,399	4,016	3,592	3,111	2,540	2,272	1,967	1,606	1,136	0,803
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
500	0,500	4,4286	0,1600	1,1071	0,1771	73,6806	0,1893	Qr = 165,097			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	1167,412	904,274	825,485	738,336	639,418	522,083	466,965	404,403	330,194	233,482	165,097
V (m/s)	6,590	5,105	4,660	4,168	3,610	2,947	2,636	2,283	1,864	1,318	0,932
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
600	0,600	4,4286	0,1920	1,3286	0,2551	75,9539	0,1796	Qr = 268,466			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	1898,341	1470,449	1342,330	1200,616	1039,764	848,964	759,336	657,605	536,932	379,668	268,466
V (m/s)	7,442	5,764	5,262	4,707	4,076	3,328	2,977	2,578	2,105	1,488	1,052
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
700	0,700	4,4286	0,2240	1,5500	0,3472	77,9306	0,1718	Qr = 404,962			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	2863,512	2218,067	2024,809	1811,044	1568,410	1280,602	1145,405	991,950	809,924	572,702	404,962
V (m/s)	8,247	6,388	5,832	5,216	4,517	3,688	3,299	2,857	2,333	1,649	1,166
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
800	0,800	4,4286	0,2560	1,7714	0,4535	79,6844	0,1653	Qr = 578,175			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	4088,314	3166,794	2890,874	2585,677	2239,262	1828,350	1635,326	1416,233	1156,350	817,663	578,175
V (m/s)	9,015	6,983	6,375	5,702	4,938	4,032	3,606	3,123	2,550	1,803	1,275
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
900	0,900	4,4286	0,2880	1,9929	0,5739	81,2641	0,1598	Qr = 791,527			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	5596,944	4335,374	3957,637	3539,818	3065,572	2503,029	2238,778	1938,838	1583,055	1119,389	791,527
V (m/s)	9,752	7,554	6,895	6,168	5,341	4,361	3,901	3,378	2,758	1,950	1,379
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
1000	1,000	4,4286	0,3200	2,2143	0,7086	82,7037	0,1551	Qr = 1048,301			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	7412,606	5741,780	5241,504	4688,144	4060,052	3315,018	2965,042	2567,802	2096,602	1482,521	1048,301
V (m/s)	10,461	8,103	7,397	6,616	5,730	4,678	4,185	3,624	2,959	2,092	1,479

DATI GENERALI AREA INTERVENTO

Committente: GUFFANTI SPA - GUANZATE

Località: Rovello Porro - Via Vittorio Veneto LOTTO

Quota in m s.l.m.: 237

Isopiezometrica: 191

Superficie fondiaria (Ha) **948** **0,0948**

	<u>estensione</u> <u>(mq)</u>	<u>estensione</u> <u>(Ha)</u>	<u>coefficienti di</u> <u>deflusso</u>
<u>Superfici Impermeabili</u>	817	0,08	1
<u>Superfici Semi Permeabili</u>	0	0,00	0,7
<u>Superfici Permeabili</u>	69	0,01	0,3
<u>Aree a verde</u>	62	0,01	non intervengono

Superficie scolante totale (S) **886** **0,0886**

Calcolo del coefficiente di afflusso medio ponderale

$$\phi = (non\ permeabili \times 1 + semi\ permeabile \times 0,7 + permeabili \times 0,3) / S$$

$$\phi = 0,945$$

Calcolo della superficie scolante impermeabile

$$s = S \times \phi$$

$$s = 838 \quad mq = 0,08 \quad ha$$

CALCOLO POZZI

DATI	TIPOLOGIA			PZ1	PZ2	PZ3
Tempo di ritorno	DIAMETRO (m)			2,00	2,00	2,00
50,00 anni	SPESSORE DRENO A CONTORNO POZZO (m)			1,00	1,00	1,00
Profondità falda $\mathcal{L}$	DIAMETRO CON DRENO (m)			4,00	4,00	4,00
46 m	PROFONDITA' UTILE POZZO $\mathcal{Z}$ (m)			3,00	3,50	4,00
Permeabilità ξ	Volume d'invaso del singolo pozzo (m^3)			20,72	24,18	27,63
1,77E-05 m/sec	Afflusso orario (m^3)	52,71				
Coefficiente di afflusso medio ponderale φ	Smaltimento orario (m^3)			7,60	8,77	10,03
0,95	Durata critica D_w (ore)			3,00	3,00	2,00
Superficie scolante $\mathcal{S}$	Volume entrante in D_w (m^3)			75,34	75,34	66,04
886,00 mq	Volume uscente in D_w (m^3)			22,81	26,32	20,06
0,089 ha						
Superficie scolante impermeabile $\mathcal{s}$						
837,70 mq	VOLUME SPECIFICO D'INVASO W_0 (m^3)			52,53	49,02	45,98
0,084 ha	N° POZZI MINIMO NECESSARIO PER W_0			3	3	3
	Capacità d'invaso con n° di pozzi W_0 (m^3)			62,17	72,53	82,90
	La capacità d'invaso relativa al numero di pozzi indicato è in grado di smaltire W_0 ?			SI	SI	SI
	VOLUME DI INVASO DI PROGETTO W_{LAM} (m^3)			52,53	49,02	45,98
	N° POZZI DA PROGETTARE			3	3	3
	CAPACITÀ D'INVASO (m^3)			62,17	72,53	82,90
	TEMPO DI SVUOTAMENTO MASSIMO (ore)			6,9	5,6	4,6

CALCOLO POZZI

DATI	TIPOLOGIA			PZ1	PZ2	PZ3
Tempo di ritorno	DIAMETRO (m)			2,00	2,00	2,00
50,00 anni	SPESSORE DRENO A CONTORNO POZZO (m)			1,00	1,00	1,00
Profondità falda $\mathcal{L}$	DIAMETRO CON DRENO (m)			4,00	4,00	4,00
46 m	PROFONDITA' UTILE POZZO $\mathcal{Z}$ (m)			3,00	3,50	4,00
Permeabilità ξ	Volume d'invaso del singolo pozzo (m^3)			20,72	24,18	27,63
1,77E-05 m/sec	Afflusso orario (m^3)	52,71				
Coefficiente di afflusso medio ponderale φ	Smaltimento orario (m^3)			7,60	8,77	10,03
0,95	Durata critica D_w (ore)			3,00	3,00	2,00
Superficie scolante $\mathcal{S}$	Volume entrante in D_w (m^3)			75,34	75,34	66,04
886,00 mq	Volume uscente in D_w (m^3)			22,81	26,32	20,06
0,089 ha						
Superficie scolante impermeabile $\mathcal{s}$						
837,70 mq	VOLUME SPECIFICO D'INVASO W_0 (m^3)			52,53	49,02	45,98
0,084 ha	N° POZZI MINIMO NECESSARIO PER W_0			3	3	3
	Capacità d'invaso con n° di pozzi W_0 (m^3)			62,17	72,53	82,90
	La capacità d'invaso relativa al numero di pozzi indicato è in grado di smaltire W_0 ?			SI	SI	SI
	VOLUME DI INVASO DI PROGETTO W_{LAM} (m^3)			52,53	49,02	45,98
	N° POZZI DA PROGETTARE			3	3	3
	CAPACITÀ D'INVASO (m^3)			62,17	72,53	82,90
	TEMPO DI SVUOTAMENTO MASSIMO (ore)			6,9	5,6	4,6

DATI PROGETTO TUBAZIONI

Riempimento =	0,8	80,00% =h/D=φ	Durata t corrivazione =	15 min	T di ritorno=	50
Scabrezza k _s =	100	m ^{1/3} *s ⁻¹	Portata di progetto Q _e =	29,3 l/sec	=	0,029 mc/sec
φ	1,0	è un parametro di forma = 1 per sezioni circolari; = 0,9 per sezioni semicircolari				

TABELLA RIASSUNTIVA VERIFICA ALLE TUBAZIONI

Q _e	Ø	Q _r	V	i
29,3	100	non verificato		
	125	non verificato		
	150	29,78	1,87	2,00%
	200	35,13	1,24	0,60%
	250	36,77	0,83	0,20%
	300	42,28	0,66	0,10%
	350	>> Q _e		0,10%
	400	>> Q _e		0,10%
	500	>> Q _e		0,10%
	600	>> Q _e		0,10%
	700	>> Q _e		0,10%
	800	>> Q _e		0,10%
	900	>> Q _e		0,10%
	1000	>> Q _e		0,10%

TABELLE DI CALCOLO VERIFICA ALLE TUBAZIONI

Diametro <i>mm</i>	Diametro <i>m</i>	α <i>rad</i>	Raggio idraulico (R) <i>m</i>	Perimetro bagnato (P) <i>m</i>	Area bagnata (A) <i>mq</i>	χ	Altezza del pelo libero (h) <i>m</i>				
100	0,100	4,4286	0,0320	0,2214	0,0071	56,3454	0,1791	Qr = non verificato			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	15,970	12,370	11,292	10,100	8,747	7,142	6,388	5,532	4,517	3,194	2,258
V (m/s)	2,254	1,746	1,594	1,425	1,234	1,008	0,902	0,781	0,637	0,451	0,319
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
125	0,125	4,4286	0,0400	0,2768	0,0111	58,4804	0,1680	Qr = non verificato			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	28,955	22,429	20,475	18,313	15,860	12,949	11,582	10,030	8,190	5,791	4,095
V (m/s)	2,615	2,026	1,849	1,654	1,432	1,170	1,046	0,906	0,740	0,523	0,370
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
150	0,150	4,4286	0,0480	0,3321	0,0159	60,2847	0,1594	Qr = 29,77905713			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	47,085	36,472	33,294	29,779	25,789	21,057	18,834	16,311	13,318	9,417	6,659
V (m/s)	2,953	2,288	2,088	1,868	1,618	1,321	1,181	1,023	0,835	0,591	0,418
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
200	0,200	4,4286	0,0640	0,4429	0,0283	63,2456	0,1468	Qr = 35,12703833			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	101,403	78,546	71,703	64,133	55,541	45,349	40,561	35,127	28,681	20,281	14,341
V (m/s)	3,578	2,771	2,530	2,263	1,960	1,600	1,431	1,239	1,012	0,716	0,506
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
250	0,250	4,4286	0,0800	0,5536	0,0443	65,6420	0,1377	Qr = 36,77118354			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	183,856	142,414	130,006	116,281	100,702	82,223	73,542	63,690	52,002	36,771	26,001
V (m/s)	4,152	3,216	2,936	2,626	2,274	1,857	1,661	1,438	1,174	0,830	0,587
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
300	0,300	4,4286	0,0960	0,6643	0,0638	67,6673	0,1306	Qr = 42,28074199			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	298,970	231,581	211,404	189,085	163,753	133,703	119,588	103,566	84,561	59,794	42,281
V (m/s)	4,688	3,631	3,315	2,965	2,568	2,097	1,875	1,624	1,326	0,938	0,663
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
350	0,350	4,4286	0,1120	0,7750	0,0868	69,4283	0,1250	Qr = 63,777			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	450,975	349,324	318,887	285,222	247,009	201,682	180,390	156,222	127,555	90,195	63,777
V (m/s)	5,196	4,024	3,674	3,286	2,846	2,324	2,078	1,800	1,470	1,039	0,735

TABELLE DI CALCOLO VERIFICA ALLE TUBAZIONI

Diametro <i>mm</i>	Diametro <i>m</i>	α <i>rad</i>	Raggio idraulico (R) <i>m</i>	Perimetro bagnato (P) <i>m</i>	Area bagnata (A) <i>mq</i>	χ	Altezza del pelo libero (h) <i>m</i>				
400	0,400	4,4286	0,1280	0,8857	0,1134	70,9907	0,1203	Qr = 91,057			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	643,869	498,739	455,284	407,219	352,662	287,947	257,548	223,043	182,114	128,774	91,057
V (m/s)	5,679	4,399	4,016	3,592	3,111	2,540	2,272	1,967	1,606	1,136	0,803
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
500	0,500	4,4286	0,1600	1,1071	0,1771	73,6806	0,1128	Qr = 165,097			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	1167,412	904,274	825,485	738,336	639,418	522,083	466,965	404,403	330,194	233,482	165,097
V (m/s)	6,590	5,105	4,660	4,168	3,610	2,947	2,636	2,283	1,864	1,318	0,932
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
600	0,600	4,4286	0,1920	1,3286	0,2551	75,9539	0,1070	Qr = 268,466			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	1898,341	1470,449	1342,330	1200,616	1039,764	848,964	759,336	657,605	536,932	379,668	268,466
V (m/s)	7,442	5,764	5,262	4,707	4,076	3,328	2,977	2,578	2,105	1,488	1,052
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
700	0,700	4,4286	0,2240	1,5500	0,3472	77,9306	0,1024	Qr = 404,962			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	2863,512	2218,067	2024,809	1811,044	1568,410	1280,602	1145,405	991,950	809,924	572,702	404,962
V (m/s)	8,247	6,388	5,832	5,216	4,517	3,688	3,299	2,857	2,333	1,649	1,166
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
800	0,800	4,4286	0,2560	1,7714	0,4535	79,6844	0,0985	Qr = 578,175			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	4088,314	3166,794	2890,874	2585,677	2239,262	1828,350	1635,326	1416,233	1156,350	817,663	578,175
V (m/s)	9,015	6,983	6,375	5,702	4,938	4,032	3,606	3,123	2,550	1,803	1,275
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
900	0,900	4,4286	0,2880	1,9929	0,5739	81,2641	0,0952	Qr = 791,527			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	5596,944	4335,374	3957,637	3539,818	3065,572	2503,029	2238,778	1938,838	1583,055	1119,389	791,527
V (m/s)	9,752	7,554	6,895	6,168	5,341	4,361	3,901	3,378	2,758	1,950	1,379
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
1000	1,000	4,4286	0,3200	2,2143	0,7086	82,7037	0,0924	Qr = 1048,301			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	7412,606	5741,780	5241,504	4688,144	4060,052	3315,018	2965,042	2567,802	2096,602	1482,521	1048,301
V (m/s)	10,461	8,103	7,397	6,616	5,730	4,678	4,185	3,624	2,959	2,092	1,479

DATI GENERALI AREA INTERVENTO

Committente: GUFFANTI SPA - GUANZATE

Località: Rovello Porro - Via Vittorio Veneto LOTTO 3

Quota in m s.l.m.: 237

Isopiezometrica: 191

Superficie fondiaria (Ha) **1118** **0,1118**

	<u>estensione</u> <u>(mq)</u>	<u>estensione</u> <u>(Ha)</u>	<u>coefficienti di</u> <u>deflusso</u>
<u>Superfici Impermeabili</u>	911	0,09	1
<u>Superfici Semi Permeabili</u>	0	0,00	0,7
<u>Superfici Permeabili</u>	106	0,01	0,3
<u>Aree a verde</u>	101	0,01	non intervengono
Superficie scolante totale (S)	1017	0,1017	

Calcolo del coefficiente di afflusso medio ponderale

$$\phi = (non\ permeabili \times 1 + semi\ permeabile \times 0,7 + permeabili \times 0,3) / S$$

$$\phi = 0,927$$

Calcolo della superficie scolante impermeabile

$$s = S \times \phi$$

$$s = 943 \quad mq = 0,09 \quad ha$$

CALCOLO POZZI

DATI	TIPOLOGIA			PZ1	PZ2	PZ3
Tempo di ritorno	DIAMETRO (m)			2,00	2,00	2,00
50,00 anni	SPESSORE DRENO A CONTORNO POZZO (m)			1,00	1,00	1,00
Profondità falda $\mathcal{L}$	DIAMETRO CON DRENO (m)			4,00	4,00	4,00
46 m	PROFONDITA' UTILE POZZO $\mathcal{Z}$ (m)			3,00	3,50	4,00
Permeabilità ξ	Volume d'invaso del singolo pozzo (m^3)			20,72	24,18	27,63
1,77E-05 m/sec	Afflusso orario (m^3)	59,33				
Coefficiente di afflusso medio ponderale φ	Smaltimento orario (m^3)			10,14	8,77	10,03
0,93	Durata critica D_w (ore)			3,00	3,00	3,00
Superficie scolante $\mathcal{S}$	Volume entrante in D_w (m^3)			84,79	84,79	84,79
1017,00 mq	Volume uscente in D_w (m^3)			30,42	26,32	30,09
0,102 ha						
Superficie scolante impermeabile $\mathcal{s}$						
942,80 mq	VOLUME SPECIFICO D'INVASO W_0 (m^3)			54,37	58,47	54,70
0,094 ha	N° POZZI MINIMO NECESSARIO PER W_0			4	3	3
	Capacità d'invaso con n° di pozzi W_0 (m^3)			82,90	72,53	82,90
	La capacità d'invaso relativa al numero di pozzi indicato è in grado di smaltire W_0 ?			SI	SI	SI
	VOLUME DI INVASO DI PROGETTO W_{LAM} (m^3)			54,37	58,47	54,70
	N° POZZI DA PROGETTARE			4	3	3
	CAPACITÀ D'INVASO (m^3)			82,90	72,53	82,90
	TEMPO DI SVUOTAMENTO MASSIMO (ore)			5,4	6,7	5,5

CALCOLO POZZI

Time (ore)	Rain (mm)	Afflusso (mc)					OPZIONE 1		OPZIONE 2		OPZIONE 3	
			deflusso	W ₀	deflusso	W ₀	deflusso	W ₀	deflusso	W ₀	deflusso	W ₀
0,08	18,16	17,13	0,00	17,13	0,00	17,13	0,84	16,28	0,73	16,39	0,84	16,29
0,17	25,69	24,22	0,00	24,22	0,00	24,22	1,69	22,53	1,46	22,76	1,67	22,55
0,25	31,46	29,66	0,00	29,66	0,00	29,66	2,53	27,13	2,19	27,47	2,51	27,16
0,50	44,49	41,95	0,00	41,95	0,00	41,95	5,07	36,88	4,39	37,56	5,01	36,94
0,75	54,49	51,38	0,00	51,38	0,00	51,38	7,60	43,77	6,58	44,80	7,52	43,86
1,00	62,93	59,33	0,00	59,33	0,00	59,33	10,14	49,19	8,77	50,55	10,03	49,30
2,00	78,83	74,32	0,00	74,32	0,00	74,32	20,28	54,04	17,55	56,78	20,06	54,26
3,00	89,94	84,79	0,00	84,79	0,00	84,79	30,42	54,37	26,32	58,47	30,09	54,70
4,00	98,75	93,11	0,00	93,11	0,00	93,11	40,56	52,55	35,09	58,02	40,12	52,99
5,00	106,18	100,11	0,00	100,11	0,00	100,11	50,70	49,41	43,86	56,25	50,15	49,96
6,00	112,67	106,22	0,00	106,22	0,00	106,22	60,84	45,39	52,64	53,59	60,18	46,05
7,00	118,46	111,68	0,00	111,68	0,00	111,68	70,97	40,71	61,41	50,28	70,21	41,48
8,00	123,71	116,64	0,00	116,64	0,00	116,64	81,11	35,52	70,18	46,46	80,24	36,40
9,00	128,54	121,19	0,00	121,19	0,00	121,19	91,25	29,94	78,95	42,24	90,27	30,93
10,00	133,02	125,41	0,00	125,41	0,00	125,41	101,39	24,02	87,73	37,69	100,29	25,12
11,00	137,21	129,36	0,00	129,36	0,00	129,36	111,53	17,83	96,50	32,86	110,32	19,04
12,00	141,15	133,07	0,00	133,07	0,00	133,07	121,67	11,40	105,27	27,80	120,35	12,72
13,00	144,87	136,58	0,00	136,58	0,00	136,58	131,81	4,77	114,04	22,54	130,38	6,20
14,00	148,40	139,91	0,00	139,91	0,00	139,91	141,95	-2,04	122,82	17,10	140,41	-0,50
15,00	151,77	143,08	0,00	143,08	0,00	143,08	152,09	-9,00	131,59	11,50	150,44	-7,36
16,00	154,98	146,12	0,00	146,12	0,00	146,12	162,23	-16,11	140,36	5,76	160,47	-14,35
17,00	158,07	149,03	0,00	149,03	0,00	149,03	172,37	-23,34	149,13	-0,11	170,50	-21,47
18,00	161,03	151,82	0,00	151,82	0,00	151,82	182,51	-30,69	157,91	-6,08	180,53	-28,71
19,00	163,89	154,51	0,00	154,51	0,00	154,51	192,65	-38,13	166,68	-12,16	190,56	-36,05
20,00	166,64	157,11	0,00	157,11	0,00	157,11	202,79	-45,67	175,45	-18,34	200,59	-43,48
21,00	169,31	159,62	0,00	159,62	0,00	159,62	212,92	-53,30	184,22	-24,60	210,62	-51,00
22,00	171,89	162,06	0,00	162,06	0,00	162,06	223,06	-61,01	193,00	-30,94	220,65	-58,59
23,00	174,39	164,42	0,00	164,42	0,00	164,42	233,20	-68,79	201,77	-37,35	230,68	-66,26
24,00	176,82	166,71	0,00	166,71	0,00	166,71	243,34	-76,64	210,54	-43,83	240,71	-74,00

DATI PROGETTO TUBAZIONI

Riempimento =	0,8	80,00% =h/D=φ	Durata t corrivazione =	15 min	T di ritorno=	50
Scabrezza k _s =	100	m ^{1/3} *s ⁻¹	Portata di progetto Q _e =	33,0 l/sec	=	0,033 mc/sec
φ	1,0	è un parametro di forma = 1 per sezioni circolari; = 0,9 per sezioni semicircolari				

TABELLA RIASSUNTIVA VERIFICA ALLE TUBAZIONI

Q _e	Ø	Q _r	V	i
33,0	100	non verificato		
	125	non verificato		
	150	33,29	2,09	2,50%
	200	35,13	1,24	0,60%
	250	36,77	0,83	0,20%
	300	42,28	0,66	0,10%
	350	>> Q _e		0,10%
	400	>> Q _e		0,10%
	500	>> Q _e		0,10%
	600	>> Q _e		0,10%
	700	>> Q _e		0,10%
	800	>> Q _e		0,10%
	900	>> Q _e		0,10%
	1000	>> Q _e		0,10%

TABELLE DI CALCOLO VERIFICA ALLE TUBAZIONI

Diametro <i>mm</i>	Diametro <i>m</i>	α <i>rad</i>	Raggio idraulico (R) <i>m</i>	Perimetro bagnato (P) <i>m</i>	Area bagnata (A) <i>mq</i>	χ	Altezza del pelo libero (h) <i>m</i>				
100	0,100	4,4286	0,0320	0,2214	0,0071	56,3454	0,1904	Qr = non verificato			
i	0,050	0,030	0,025	0,020	0,015	0,010	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001
	5,00%	3,00%	2,50%	2,00%	1,50%	1,00%	0,80%	0,60%	0,40%	0,20%	0,10%
Q (l/sec)	15,970	12,370	11,292	10,100	8,747	7,142	6,388	5,532	4,517	3,194	2,258
V (m/s)	2,254	1,746	1,594	1,425	1,234	1,008	0,902	0,781	0,637	0,451	0,319
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
125	0,125	4,4286	0,0400	0,2768	0,0111	58,4804	0,1786	Qr = non verificato			
i	0,050	0,030	0,025	0,020	0,015	0,010	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001
	5,00%	3,00%	2,50%	2,00%	1,50%	1,00%	0,80%	0,60%	0,40%	0,20%	0,10%
Q (l/sec)	28,955	22,429	20,475	18,313	15,860	12,949	11,582	10,030	8,190	5,791	4,095
V (m/s)	2,615	2,026	1,849	1,654	1,432	1,170	1,046	0,906	0,740	0,523	0,370
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
150	0,150	4,4286	0,0480	0,3321	0,0159	60,2847	0,1694	Qr = 33,29399802			
i	0,050	0,030	0,025	0,020	0,015	0,010	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001
	5,00%	3,00%	2,50%	2,00%	1,50%	1,00%	0,80%	0,60%	0,40%	0,20%	0,10%
Q (l/sec)	47,085	36,472	33,294	29,779	25,789	21,057	18,834	16,311	13,318	9,417	6,659
V (m/s)	2,953	2,288	2,088	1,868	1,618	1,321	1,181	1,023	0,835	0,591	0,418
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
200	0,200	4,4286	0,0640	0,4429	0,0283	63,2456	0,1560	Qr = 35,12703833			
i	0,050	0,030	0,025	0,020	0,015	0,010	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001
	5,00%	3,00%	2,50%	2,00%	1,50%	1,00%	0,80%	0,60%	0,40%	0,20%	0,10%
Q (l/sec)	101,403	78,546	71,703	64,133	55,541	45,349	40,561	35,127	28,681	20,281	14,341
V (m/s)	3,578	2,771	2,530	2,263	1,960	1,600	1,431	1,239	1,012	0,716	0,506
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
250	0,250	4,4286	0,0800	0,5536	0,0443	65,6420	0,1463	Qr = 36,77118354			
i	0,050	0,030	0,025	0,020	0,015	0,010	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001
	5,00%	3,00%	2,50%	2,00%	1,50%	1,00%	0,80%	0,60%	0,40%	0,20%	0,10%
Q (l/sec)	183,856	142,414	130,006	116,281	100,702	82,223	73,542	63,690	52,002	36,771	26,001
V (m/s)	4,152	3,216	2,936	2,626	2,274	1,857	1,661	1,438	1,174	0,830	0,587
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
300	0,300	4,4286	0,0960	0,6643	0,0638	67,6673	0,1388	Qr = 42,28074199			
i	0,050	0,030	0,025	0,020	0,015	0,010	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001
	5,00%	3,00%	2,50%	2,00%	1,50%	1,00%	0,80%	0,60%	0,40%	0,20%	0,10%
Q (l/sec)	298,970	231,581	211,404	189,085	163,753	133,703	119,588	103,566	84,561	59,794	42,281
V (m/s)	4,688	3,631	3,315	2,965	2,568	2,097	1,875	1,624	1,326	0,938	0,663
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
350	0,350	4,4286	0,1120	0,7750	0,0868	69,4283	0,1328	Qr = 63,777			
i	0,050	0,030	0,025	0,020	0,015	0,010	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001
	5,00%	3,00%	2,50%	2,00%	1,50%	1,00%	0,80%	0,60%	0,40%	0,20%	0,10%
Q (l/sec)	450,975	349,324	318,887	285,222	247,009	201,682	180,390	156,222	127,555	90,195	63,777
V (m/s)	5,196	4,024	3,674	3,286	2,846	2,324	2,078	1,800	1,470	1,039	0,735

TABELLE DI CALCOLO VERIFICA ALLE TUBAZIONI

Diametro <i>mm</i>	Diametro <i>m</i>	α <i>rad</i>	Raggio idraulico (R) <i>m</i>	Perimetro bagnato (P) <i>m</i>	Area bagnata (A) <i>mq</i>	χ	Altezza del pelo libero (h) <i>m</i>				
400	0,400	4,4286	0,1280	0,8857	0,1134	70,9907	0,1278	Qr = 91,057			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	643,869	498,739	455,284	407,219	352,662	287,947	257,548	223,043	182,114	128,774	91,057
V (m/s)	5,679	4,399	4,016	3,592	3,111	2,540	2,272	1,967	1,606	1,136	0,803
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
500	0,500	4,4286	0,1600	1,1071	0,1771	73,6806	0,1199	Qr = 165,097			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	1167,412	904,274	825,485	738,336	639,418	522,083	466,965	404,403	330,194	233,482	165,097
V (m/s)	6,590	5,105	4,660	4,168	3,610	2,947	2,636	2,283	1,864	1,318	0,932
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
600	0,600	4,4286	0,1920	1,3286	0,2551	75,9539	0,1137	Qr = 268,466			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	1898,341	1470,449	1342,330	1200,616	1039,764	848,964	759,336	657,605	536,932	379,668	268,466
V (m/s)	7,442	5,764	5,262	4,707	4,076	3,328	2,977	2,578	2,105	1,488	1,052
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
700	0,700	4,4286	0,2240	1,5500	0,3472	77,9306	0,1088	Qr = 404,962			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	2863,512	2218,067	2024,809	1811,044	1568,410	1280,602	1145,405	991,950	809,924	572,702	404,962
V (m/s)	8,247	6,388	5,832	5,216	4,517	3,688	3,299	2,857	2,333	1,649	1,166
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
800	0,800	4,4286	0,2560	1,7714	0,4535	79,6844	0,1047	Qr = 578,175			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	4088,314	3166,794	2890,874	2585,677	2239,262	1828,350	1635,326	1416,233	1156,350	817,663	578,175
V (m/s)	9,015	6,983	6,375	5,702	4,938	4,032	3,606	3,123	2,550	1,803	1,275
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
900	0,900	4,4286	0,2880	1,9929	0,5739	81,2641	0,1012	Qr = 791,527			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	5596,944	4335,374	3957,637	3539,818	3065,572	2503,029	2238,778	1938,838	1583,055	1119,389	791,527
V (m/s)	9,752	7,554	6,895	6,168	5,341	4,361	3,901	3,378	2,758	1,950	1,379
$\varnothing$ <i>mm</i>	$\varnothing$ <i>m</i>	α <i>rad</i>	R <i>m</i>	P <i>m</i>	A <i>mq</i>	χ	h <i>m</i>				
1000	1,000	4,4286	0,3200	2,2143	0,7086	82,7037	0,0982	Qr = 1048,301			
i	0,050 5,00%	0,030 3,00%	0,025 2,50%	0,020 2,00%	0,015 1,50%	0,010 1,00%	0,008 0,80%	0,006 0,60%	0,004 0,40%	0,002 0,20%	0,001 0,10%
Q (l/sec)	7412,606	5741,780	5241,504	4688,144	4060,052	3315,018	2965,042	2567,802	2096,602	1482,521	1048,301
V (m/s)	10,461	8,103	7,397	6,616	5,730	4,678	4,185	3,624	2,959	2,092	1,479