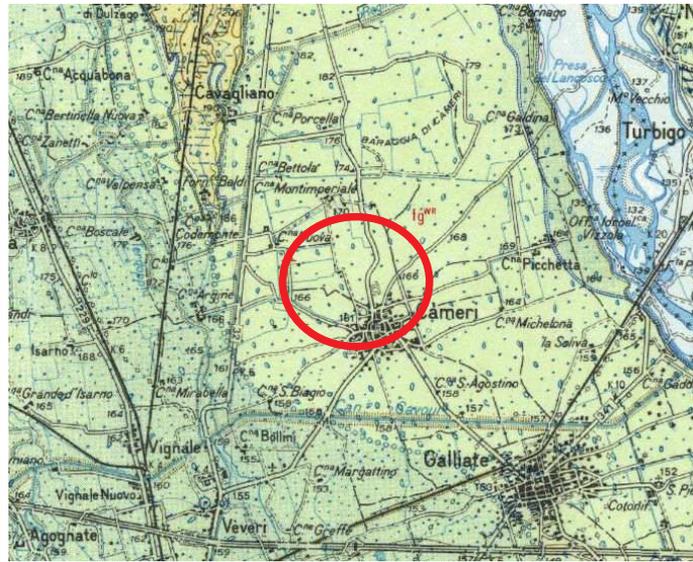


COMUNE DI CAMERI PROVINCIA DI NOVARA

PROPOSTA DI AMBITO STRADA INGROVA

COMMITTENTE: **Ruspa M.G. - Gennaro P.**

ELABORATO: **Relazione idrologica**



DATA: **Novembre 2021**
AGG.:

Antonello RIVOLTA
GEOLOGO
Via S. Giovanni 27, 28047 Oleggio (NO)
antonello.rivolta@geologi piemonte.it
PEC: antonello.rivolta@epap.sicurezza postale.it
339-7783543

PREMESSA

La presente relazione viene redatta allo scopo di provvedere al dimensionamento preliminare del sistema disperdente delle acque meteoriche, raccolte dalle superfici impermeabili del nuovo complesso residenziale, nei primi strati del sottosuolo.

Il sito si colloca presso Strada Ingrova in Comune di Cameri.

Per l'analisi dei deflussi provenienti dalle reti di collettamento delle acque meteoriche raccolte da piazzali, strade, parcheggi e tetti dei nuovi fabbricati si è fatto riferimento alla tav. 12 *Opere di urbanizzazione: rete fognatura acque bianche e nere*, redatta dallo **Studio Associato b3** nell'agosto 2021.

I riferimenti normativi per il progetto in parola sono i seguenti:

- Decreto Legislativo n° 152/06 "NORME IN MATERIA AMBIENTALE"; **Art. 103 Scarichi sul suolo**
- Deliberazione del 04.02.1977 del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento: "CRITERI, METODOLOGIE E NORME TECNICHE GENERALI DI CUI ALL'ART. 2, LETTERE B), D), E) DELLA LEGGE 10 MAGGIO 1976, N° 319 RECANTE NORME PER LA TUTELA DELLE ACQUE DALL'INQUINAMENTO";
- Regolamento regionale 20 febbraio 2006, n. 1/R. "REGOLAMENTO REGIONALE RECANTE: DISCIPLINA DELLE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO E DELLE ACQUE DI LAVAGGIO DI AREE ESTERNE (LEGGE REGIONALE 29 DICEMBRE 2000, N. 61)".
- Precisazioni in merito al Regolamento regionale 20 febbraio 2006, n. 1/R recante la disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di lavaggio di aree esterne, come modificato dal regolamento regionale 2 agosto 2006, n. 7/R.

ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica è stata effettuata al fine di valutare la portata totale delle acque meteoriche raccolte nell'area dalle superfici impermeabili e definire le modalità di dispersione nei primi strati del sottosuolo.

Non sono state prese in considerazione nei calcoli le aree verdi ed i parcheggi con pavimentazione drenante, in quanto si presume lo smaltimento diretto nel sottosuolo delle acque di precipitazione.

Superfici impermeabili

Strada ambito nord	
Area tot m ²	697
Area strada m ²	464.5
Area marciapiedi m ²	232.5
Strada ambito sud	
Area tot m ²	821
Area strada m ²	538.5
Area marciapiedi m ²	282.5
Strada Ingrova lato ovest	
Area tot m ²	430
Area strada m ²	303
Area marciapiedi m ²	127
Strada Ingrova lato est	
Area tot m ²	618
Area strada m ²	429
Area marciapiedi m ²	189

PARAMETRI IDROLOGICI

La stima quantitativa delle portate massime addotte è stata effettuata mediante la determinazione della curva di possibilità climatica, ovvero della relazione che correla l'altezza di precipitazione (h) alla sua durata (t), per un assegnato tempo di ritorno.

La curva di possibilità climatica viene definita dall'espressione:

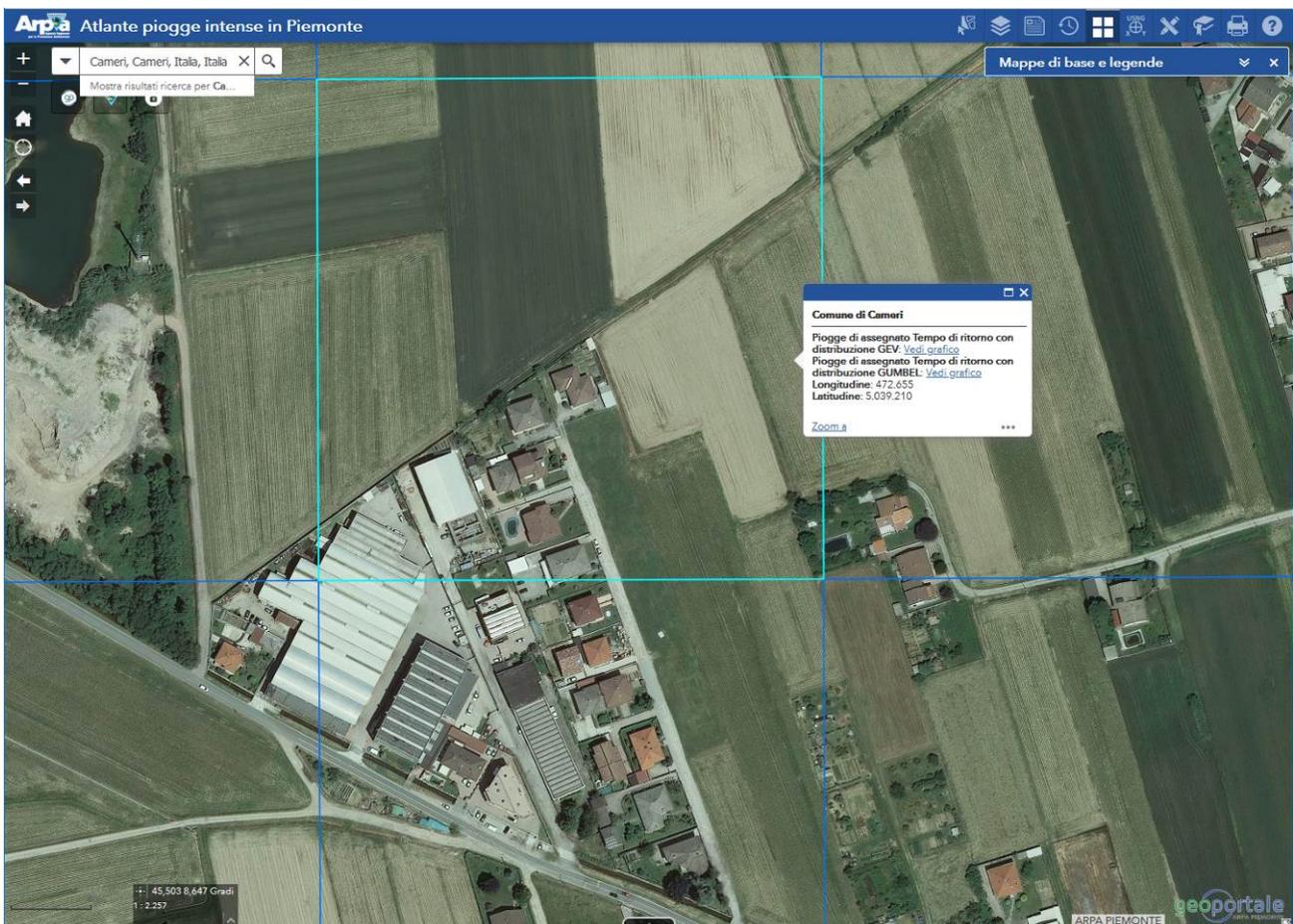
$$P(d) = ad^n$$

a = altezza media in mm di pioggia critica della durata di 1 ora;
 n = valore costante caratteristico della stazione o del bacino in esame
 d = durata della pioggia in ore.

La dipendenza delle precipitazioni dal tempo di ritorno è stata ricostruita moltiplicando la relazione sopra

indicata per il fattore di crescita K_T . $P(d,T) = ad^n K_T$

Al fine di usufruire di una discretizzazione oggettivamente riconosciuta dei dati di precipitazione, sono stati utilizzati i dati relativi ai parametri di precipitazione contenuti in Arpa Piemonte "Atlante piogge intense in Piemonte".



Utilizzando i dati ricavati dal Webgis di Arpa Piemonte, per la località di interesse si ricavano i seguenti dati, con tempo di ritorno di riferimento $T_r = 50$ anni e distribuzione GUMBEL (media tra le due celle nelle quali ricade l'intervento in oggetto):

$$a = 32.865 \text{ mm} - n = 0,29 - K_{T50} = 2.0$$

Atlante piogge intense in Piemonte (GUM)

Comune di Cameri (lat: 5039209.95493 , lon: 472655.454713)

Parametri della curva di probabilità pluviometrica. a: 32.87 n: 0.29



CSV Excel

Fattore di crescita KT

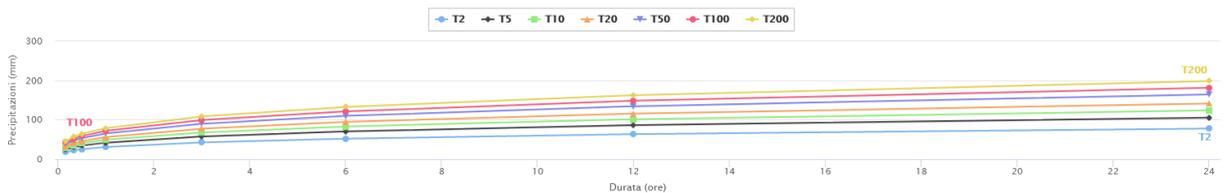
K2	K5	K10	K20	K50	K100	K200
0	1.3	1.5	1.7	2	2.2	2.4

Piogge di assegnato tempo di ritorno per durate da 10 minuti a 24 ore (mm)

CSV Excel

Durata	Tempo di ritorno in anni						
	2	5	10	20	50	100	200
10 minuti	18	24.5	28.7	32.8	38.2	42.1	46.1
20 minuti	22.3	30.3	35.6	40.6	47.2	52.1	57
30 minuti	25.2	34.2	40.1	45.9	53.3	58.8	64.3
1 ora	30.8	41.9	49.2	56.2	65.2	72	78.8
3 ore	42.4	57.6	67.6	77.3	89.8	99.1	108.4
6 ore	51.9	70.4	82.7	94.5	109.8	121.2	132.6
12 ore	63.4	86.1	101.2	115.6	134.3	148.3	162.2
24 ore	77.6	105.4	123.8	141.4	164.2	181.3	198.4

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica



Atlante piogge intense in Piemonte (GUM)

Comune di Cameri (lat: 5039209.95493 , lon: 472905.454713)

Parametri della curva di probabilità pluviometrica. a: 32.86 n: 0.29



CSV Excel

Fattore di crescita KT

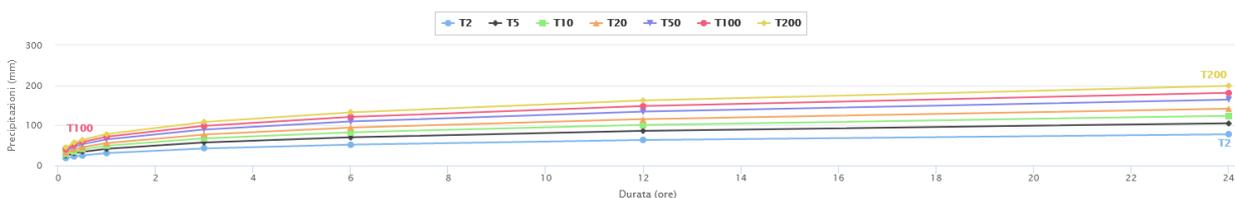
K2	K5	K10	K20	K50	K100	K200
0	1.3	1.5	1.7	2	2.2	2.4

Piogge di assegnato tempo di ritorno per durate da 10 minuti a 24 ore (mm)

CSV Excel

Durata	Tempo di ritorno in anni						
	2	5	10	20	50	100	200
10 minuti	18	24.4	28.7	32.8	38.1	42	46
20 minuti	22.3	30.2	35.5	40.6	47.1	52	56.9
30 minuti	25.1	34.1	40.1	45.8	53.2	58.7	64.2
1 ora	30.8	41.8	49.1	56.1	65.2	72	78.7
3 ore	42.4	57.6	67.6	77.3	89.8	99.1	108.4
6 ore	51.9	70.5	82.8	94.6	109.8	121.3	132.7
12 ore	63.5	86.2	101.3	115.7	134.4	148.4	162.3
24 ore	77.7	105.5	123.9	141.6	164.4	181.6	198.6

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica



CALCOLO DELLE PORTATE - METODO DELLA CORRIVAZIONE

Con il metodo cinematico lineare (corrivazione), la portata massima al colmo si ottiene normalmente per piogge di durata pari al tempo di concentrazione (tempo necessario affinché una goccia caduta nel punto più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura).

La portata al colmo si ottiene con la seguente relazione:

$$Q_m = \frac{\phi i S}{360}$$

Q_m = portata al colmo di piena in m^3/s ;

ϕ = valore del coefficiente d'afflusso medio del bacino;

i = intensità media della pioggia di durata pari al tempo di concentrazione in mm/h ;

S = superficie del bacino in ha .

Per il calcolo del coefficiente di afflusso è stata utilizzata la relazione proposta dal Centro Studi Deflussi Urbani del Politecnico di Milano, che lega il valore del coefficiente di afflusso all'aliquota I_m di aree impermeabili del bacino effettivamente connesse alla rete di drenaggio: $\phi = \phi_{perm}(1 - I_m) + \phi_{imp}I_m$

I valori dei contributi delle aree permeabili ed impermeabili, variabili in relazione al tempo di ritorno T di progetto, si possono ricavare dalla seguente tabella:

T (anni)	ϕ_{perm}	ϕ_{imp}
< 2	0.00 ÷ 0.15	0.60 ÷ 0.75
2 ÷ 10	0.10 ÷ 0.25	0.65 ÷ 0.80
> 10	0.15 ÷ 0.30	0.70 ÷ 0.90

I valori assunti per l'applicazione della suddetta relazione sono stati i seguenti, per $T = 50$ anni:

$$\phi_{perm} = -; \quad \phi_{imp} = 0.8; \quad I_m = 0.9.$$

Per determinare il tempo di concentrazione si fa riferimento al percorso idraulico più lungo della rete fino alla sezione di chiusura, secondo la seguente relazione:

$$t_c = t_a + t_r$$

dove t_a è il tempo di accesso alla rete, relativo al sottobacino drenato dal condotto fognario posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo, e t_r è il tempo di rete.

Il tempo di accesso alla rete è di incerta determinazione, in quanto varia con la pendenza e la natura dell'area, il livello di realizzazione dei drenaggi minori e l'altezza di pioggia precedente l'evento critico. Per piccoli bacini si fa riferimento ad un tempo di 5 minuti.

Per la valutazione del tempo di rete si fa riferimento alla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo diviso per la velocità di percorrenza. Risultati validi si ottengono facendo riferimento ad una velocità pari a $1.5 \cdot V_u$, dove V_u è la velocità di moto uniforme.

La massima lunghezza della rete è stata valutata sulla base delle planimetrie fornite dai tecnici progettisti.

La velocità di percorrenza è stata valutata tramite processo iterativo, verificando la portata e la relativa velocità della canalizzazione necessaria a smaltire la portata calcolata in prima approssimazione, imponendo una velocità iniziale di 1 m/s. La pendenza dei tratti di calcolo è assunta pari a **0.5%**.

I risultati dei calcoli sono basati sulle assunzioni citate nel capitolo precedente

sottobacino	area reale		lunghezza rete	velocità	T rete	T acc. Rete	T corrivazione	a	n	Intensità pioggia	φ tubazioni
	A	A									
	mq	ha	m	m/s	s	s	s			mm/h	mm
strada ambito nord	697	0.070	75	1.19	42	300	342	65.73	0.5	213.3	250
strada ambito sud	821	0.082	67	1.25	36	300	336	65.73	0.5	215.2	250
Ingrova ovest	430	0.043	48	1.07	30	300	330	65.73	0.5	217.1	200
Ingrova est	618	0.062	64	1.16	37	300	337	65.73	0.5	214.9	250
	2566										

sottobacino	area totale		cx def imp	area permeabile		cx def perm	Area totale impermeabile		Fr imp	Fr perm	Cx deflusso
	Aimp	A		Ap	Ap		Atot	Atot			
	mq	ha		mq	ha		mq	ha			
strada ambito nord	697	0.0697	0.8	0	0	502	0.050	0.9	0	0	0.72
strada ambito sud	821	0.0821	0.8	0	0	591	0.059	0.9	0	0	0.72
Ingrova ovest	430	0.043	0.8	0	0	310	0.031	0.9	0	0	0.72
Ingrova est	618	0.0618	0.8	0	0	445	0.044	0.9	0	0	0.72
	2566										

sottobacino	area reale tot		cx deflusso	Intensità pioggia	Q	Q
	A	A				
	mq	ha		mm/h	mc/s	l/s
strada ambito nord	697	0.07	0.72	213.3	0.030	29.7
strada ambito sud	821	0.08	0.72	215.2	0.035	35.3
Ingrova ovest	430	0.04	0.72	217.1	0.019	18.7
Ingrova est	618	0.06	0.72	214.9	0.027	26.6
Totale	2566	0.26			0.110	110

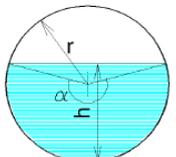
**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE**

Descrizione = strada ambito N
Punto di sezione=

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

d	⇒ 0.25	DIAMETRO [m]
r	⇒ 0.125	[m]
h	⇒ 0.125	[m]
p	⇒ 1%	Pendenza
m	⇒ 0.12	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Angolo al centro	α	⇒ 180.0 [°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi \left(\frac{\alpha}{360^\circ} r\right)$	⇒ 0.393 [m]
Area di deflusso	$A = 1/2 r^2 \left(\frac{\pi \alpha}{180^\circ} - \sin \alpha\right)$	⇒ 0.0245 [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒ 0.063 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0.125 m

FORMULE (moto uniforme)

Portata $Q = AV$ dove A = Area di deflusso
V = Velocità di deflusso

Velocità di deflusso $V = c \sqrt{Ri p}$ dove c = coefficiente di attrito
Ri = raggio idraulico
p = pendenza

Coefficiente di attrito $c = \frac{100 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$ dove m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

C	⇒ 67.57
V	⇒ 1.19 [m/sec]
Q	⇒ 0.029 [m³/sec]

Software Freeware distribuito da geologi.it

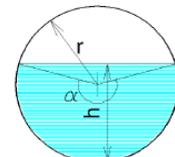
**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE**

Descrizione = strada ambito S
Punto di sezione=

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

d	⇒ 0.25	DIAMETRO [m]
r	⇒ 0.125	[m]
h	⇒ 0.14	[m]
p	⇒ 1%	Pendenza
m	⇒ 0.12	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Angolo al centro	α	⇒ 193.8 [°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi \left(\frac{\alpha}{360^\circ} r\right)$	⇒ 0.423 [m]
Area di deflusso	$A = 1/2 r^2 \left(\frac{\pi \alpha}{180^\circ} - \sin \alpha\right)$	⇒ 0.0283 [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒ 0.067 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0.14 m

FORMULE (moto uniforme)

Portata $Q = AV$ dove A = Area di deflusso
V = Velocità di deflusso

Velocità di deflusso $V = c \sqrt{Ri p}$ dove c = coefficiente di attrito
Ri = raggio idraulico
p = pendenza

Coefficiente di attrito $c = \frac{100 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$ dove m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

C	⇒ 68.31
V	⇒ 1.25 [m/sec]
Q	⇒ 0.035 [m³/sec]

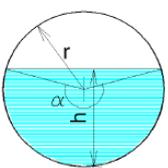
Software Freeware distribuito da geologi.it

**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE**

Descrizione = *Ingrova ovest*
Punto di sezione=

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)	
d ⇒ 0.20	DIAMETRO [m]
r ⇒ 0.1	[m]
h ⇒ 0.11	[m]
p ⇒ 1%	Pendenza
m ⇒ 0.12	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI	
Angolo al centro α	⇒ 191.5 [°]
Contorno bagnato $P_b = 2\pi \left(\frac{\alpha}{360^\circ} r\right)$	⇒ 0.334 [m]
Area di deflusso $A = 1/2 r^2 \left(\frac{\pi\alpha}{180^\circ} - \text{sen } \alpha\right)$	⇒ 0.0177 [m ²]
Raggio idraulico $R_v = \frac{A}{P_b}$	⇒ 0.053 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0.11 m

FORMULE (moto uniforme)	
Portata $Q = AV$	dove A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso $V = c\sqrt{R_v p}$	dove c = coefficiente di attrito R _v = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito $c = \frac{100\sqrt{R_v}}{m + \sqrt{R_v}}$	dove m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI	
c	⇒ 65.73
V	⇒ 1.07 [m/sec]
Q	⇒ 0.019 [m ³ /sec]

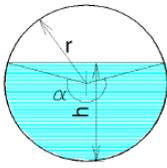
Software Freeware distribuito da geologi.it

**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE**

Descrizione = *Ingrova est*
Punto di sezione=

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)	
d ⇒ 0.25	DIAMETRO [m]
r ⇒ 0.125	[m]
h ⇒ 0.117	[m]
p ⇒ 1%	Pendenza
m ⇒ 0.12	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI	
Angolo al centro α	⇒ 172.7 [°]
Contorno bagnato $P_b = 2\pi \left(\frac{\alpha}{360^\circ} r\right)$	⇒ 0.377 [m]
Area di deflusso $A = 1/2 r^2 \left(\frac{\pi\alpha}{180^\circ} - \text{sen } \alpha\right)$	⇒ 0.0225 [m ²]
Raggio idraulico $R_v = \frac{A}{P_b}$	⇒ 0.060 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0.117 m

FORMULE (moto uniforme)	
Portata $Q = AV$	dove A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso $V = c\sqrt{R_v p}$	dove c = coefficiente di attrito R _v = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito $c = \frac{100\sqrt{R_v}}{m + \sqrt{R_v}}$	dove m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI	
c	⇒ 67.09
V	⇒ 1.16 [m/sec]
Q	⇒ 0.026 [m ³ /sec]

Software Freeware distribuito da geologi.it

DIMENSIONAMENTO SISTEMA DISPERDENTE DELLE ACQUE METEORICHE

Per la definizione del valore di conducibilità idraulica dei terreni presenti in sito si è fatto riferimento a prove di pompaggio effettuate dallo scrivente in una vicina attività estrattiva.

La media dei valori di conducibilità idraulica per i terreni presenti in sito, nella frazione granulometrica più grossolana, corrisponde pertanto a **7.9E-04** m/s.

La falda freatica, sulla base dei dati contenuti nella Carta Geoidrologica del PRGC di Cameri, si attesta a profondità medie di circa 4-5 m da p.c..

Tali parametri dovranno essere riscontrati in dettaglio in ambito di progettazione esecutiva delle opere.

SISTEMA DISPERDENTE

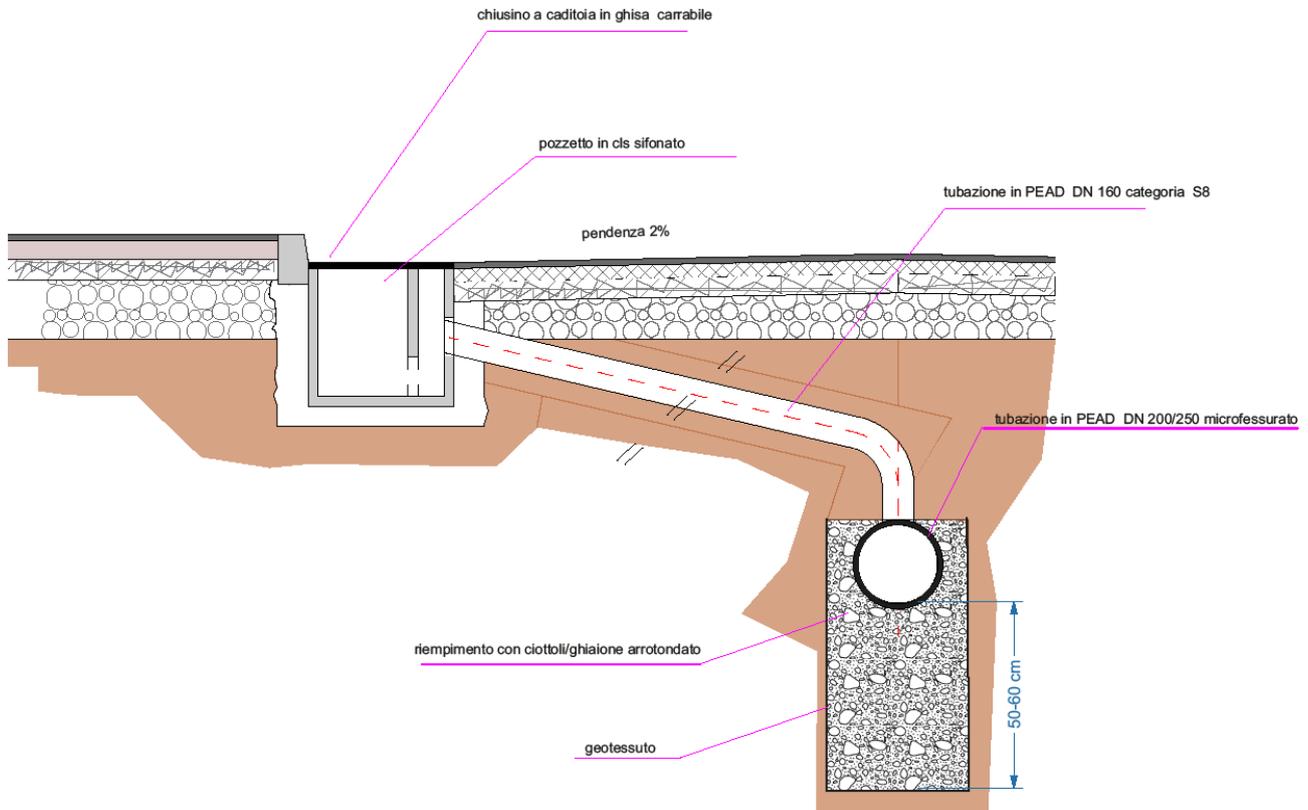
Il sistema è stato articolato in trincee drenanti, posate al di sotto della pavimentazione stradale, che si immettono in pozzi assorbenti, allo scopo di aumentare quanto più possibile la superficie disperdente oltre che la capacità di invaso temporaneo, tenendo conto degli spazi a disposizione ed evitando la posa di manufatti di dispersione nelle vicinanze delle fondazioni delle future abitazioni.

Le trincee andranno realizzate secondo il seguente schema; all'interno delle trincee sarà posato un tubo microfessurato con i diametri sopra verificati (200-250 mm); l'altezza delle trincee sarà funzione dei calcoli seguenti che indicano la massima distanza tra il fondo della trincea e la base della tubazione microfessurata.

Le trincee dovranno essere riempite con ghiaione/ciottoli arrotondati; le pareti e la sommità delle trincee andranno protette con teli di geotessuto antifiltrazione.

La larghezza delle trincee non dovrà essere inferiore a 0.7 m.

PARTICOLARE TRINCEA PER SMALTIMENTO ACQUE



Di seguito si riassumono schematicamente i parametri di calcolo e si allega una planimetria schematica della rete.

Strada di penetrazione nord	
Area tot m ²	697
Lunghezza trincea m	60
larghezza trincea m	0.7
Portata l/s	29.7
Strada di penetrazione sud	
Area tot m ²	821
Lunghezza trincea m	65
larghezza trincea m	0.7
Portata l/s	35.3
Strada Ingrova lato ovest	
Area tot m ²	430
Lunghezza trincea m	45
larghezza trincea m	0.7
Portata l/s	18.7
Strada Ingrova lato est	
Area tot m ²	618
Lunghezza trincea m	60
larghezza trincea m	0.7
Portata l/s	26.6

PLANIMETRIA GENERALE CON SCHEMA
FOGNATURA
scala 1:1000



METODOLOGIA DI CALCOLO

Il metodo di calcolo seguito per il dimensionamento dei sistemi disperdenti recepisce quanto suggerito dal Centro Studi Deflussi Urbani del Politecnico di Milano (Dipartimento di ingegneria Idraulica, Ambientale e del Rilevamento – Sezione Idraulica), in accordo con le metodologie contenute in “Sistemi di fognatura – Manuale di progettazione”, Hoepli, 1997.

Il metodo di dimensionamento si basa sull'equazione di continuità:

$$(Q_p - Q_f)\Delta t = \Delta W$$

Q_p : portata influente;

Q_f : portata infiltrata;

Δt : intervallo di tempo;

ΔW : variazione del volume invasato nel mezzo filtrante, nell'intervallo Δt .

La capacità d'infiltrazione può essere stimata in prima approssimazione con la legge di Darcy:

$$Q_f = (K) \cdot J \cdot A_f$$

Q_f : portata d'infiltrazione [m^3/s];

K : permeabilità (o coefficiente di permeabilità) [m/s];

J : cadente piezometrica [m/m];

A_f : superficie netta d'infiltrazione [m^2]

Il valore di K utilizzato è pari al valor medio dell'area $K=2.7 \cdot 10^{-4}$ m/s.

La cadente piezometrica J può essere considerata pari a 1 se il tirante idrico sulla superficie filtrante è trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante e la superficie piezometrica della falda è posta molto al di sotto del fondo disperdente. La durata dell'evento di pioggia critico scelto è pari a 30' con Tr 50 anni.

L'equazione di continuità può essere risolta per passi, fissando un intervallo temporale di risoluzione.

Trincea drenante

Nel caso della trincea drenante, si procede fissando le dimensioni della trincea e determinando la variazione di volume invasato con la seguente espressione: $\Delta W = L \cdot l \cdot \Delta h \cdot n$

dove L e l sono rispettivamente la lunghezza totale e la larghezza della trincea, n è la porosità del materiale di riempimento (assunta pari a 0.3, ipotizzando un riempimento con ghiaie grossolane) e Δh l'innalzamento del livello idrico all'interno della trincea; la superficie drenante della trincea risulta così calcolabile:

$$A = L \cdot l + 2(L + l) \cdot \Delta h$$

Nel caso in esame, dato che le trincee saranno caratterizzate da un fondo drenante e da lati poco permeabili, la formula suddetta è stata ridotta alla seguente espressione: $A = L \cdot l$, escludendo il contributo di filtrazione delle pareti.

Si rammenta che le trincee dovranno necessariamente approfondirsi nello strato di terreno a granulometria più grossolana, inferiormente alla copertura limo sabbiosa. L'interno della trincea dovrà essere riempito con ciottoli arrotondati a granulometria uniforme; i lati e la sommità saranno separati dal terreno incassante mediante tessuto non tessuto, al fine di evitare progressivi intasamenti da parte della frazione fine per illuviazione; all'interno delle trincee saranno posizionati i tubi forati per distribuire gli afflussi lungo tutta la lunghezza delle trincee stesse.

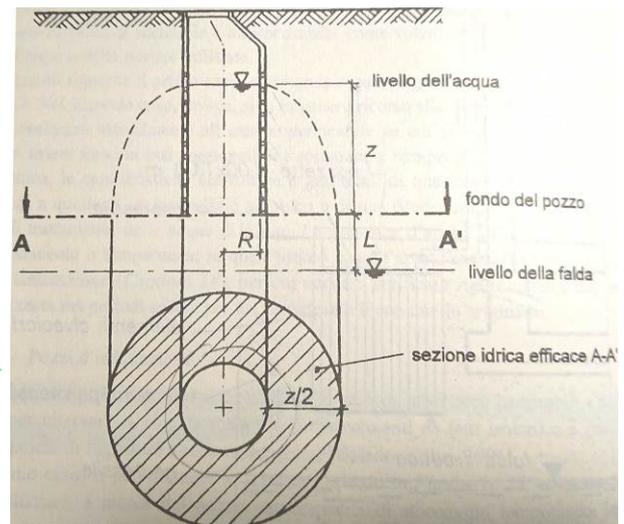
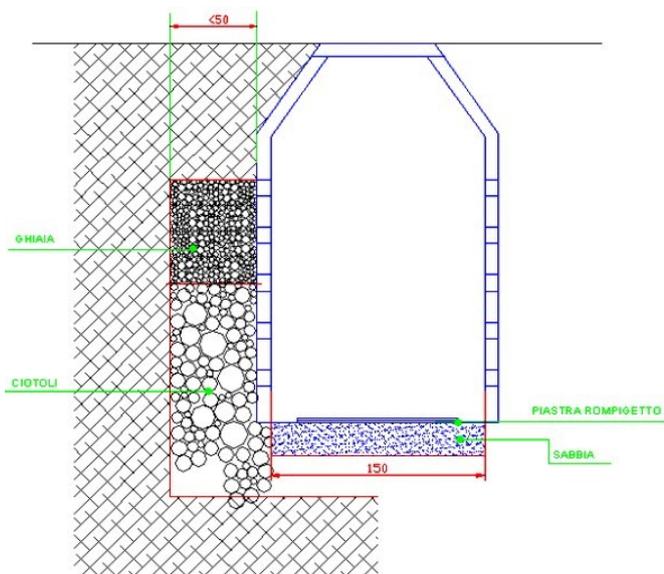
Il grado di porosità efficace n del riempimento grossolano delle trincee disperdenti è stato stimato pari a 0.3.

Tabella 1 – Valori di porosità efficace (da Castany, 1985)

TIPO DI SERBATOIO	POROSITÀ EFFICACE [%]
Ghiaia grossa	30
Ghiaia media	25
Ghiaia fine	20
Ghiaia + sabbia	15 – 20
Alluvioni	8 – 10
Sabbia grossa	20
Sabbia media	15
Sabbia fine	10
Sabbia molto fine	5
Sabbia grossa + silt	5
Silt	2
Fanghi	0,1
Calcare fessurato	2 – 10
Craie	2 – 5
Arenaria fessurata	2 – 15
Granito fessurato	0,1 – 2
Basalto fessurato	8 – 10
Scisti	0,1 – 2

Pozzi assorbenti

E' conveniente posare una piastra rompigitto sul fondo del pozzo, al fine di evitare erosioni dello strato ghiaioso di base. Nelle figure seguenti è rappresentato uno schema esemplificativo dei pozzi perdenti. Il fondo dei pozzi e le pareti dovranno essere separati dal terreno incassante con geotessuto e con uno strato di 0.5 m di materiale granulare grossolano, con funzione di incremento della permeabilità locale.



STRADA AMBITO NORD

La portata di afflusso complessiva risulta pari a **29.7 l/s**.

L'invaso temporaneo fornito dalle trincee raggiunge un'altezza di 0.55 m per una durata di 30 minuti; le trincee dovranno avere profondità utile non inferiore a 0.6 m, larghezza pari a 0.7 m e lunghezza complessiva pari a 60 m.

Il bilanciamento tra portata in ingresso ed in uscita avviene in di circa 39 minuti. Tempo di svuotamento 6 minuti.

K (m/s)	7.90E-04	PERMEABILITA'
L (m)	60	LUNGHEZZA TRINCEA
l (m)	0.7	LARGHEZZA BASE TRINCEA
n	0.3	POROSITA' RIEMPIMENTO
α (°)	90	ANGOLO DI SCARPA DEI PARAMENTI
D (m)	3	distanza falda
Qp m3/min	1.782	
l/s	29.700	

Qp (mc/min)	TEMPI (minuti)	Delta W (mc)	Δh (m)	A (mq)	Qf (mc/min)	J
1.782	1	1.782	0.14	58.97	0	0.31
1.782	2	2.692	0.21	67.64	0.872	0.32
1.782	3	3.456	0.27	74.91	1.019	0.32
1.782	4	4.091	0.32	80.96	1.146	0.33
1.782	5	4.618	0.37	85.98	1.255	0.33
1.782	6	5.053	0.40	90.12	1.347	0.33
1.782	7	5.411	0.43	93.53	1.424	0.34
1.782	8	5.704	0.45	96.32	1.489	0.34
1.782	9	5.944	0.47	98.61	1.542	0.34
1.782	10	6.140	0.49	100.48	1.586	0.34
1.782	11	6.300	0.50	102.00	1.622	0.34
1.782	12	6.430	0.51	103.24	1.652	0.34
1.782	13	6.536	0.52	104.25	1.676	0.34
1.782	14	6.622	0.53	105.07	1.696	0.34
1.782	15	6.692	0.53	105.73	1.712	0.34
1.782	16	6.748	0.54	106.27	1.725	0.34
1.782	17	6.794	0.54	106.71	1.736	0.34
1.782	18	6.832	0.54	107.06	1.745	0.35
1.782	19	6.862	0.54	107.35	1.752	0.35
1.782	20	6.887	0.55	107.59	1.757	0.35
1.782	21	6.906	0.55	107.78	1.762	0.35
1.782	22	6.922	0.55	107.93	1.766	0.35
1.782	23	6.936	0.55	108.05	1.769	0.35
1.782	24	6.946	0.55	108.15	1.771	0.35
1.782	25	6.955	0.55	108.23	1.773	0.35
1.782	26	6.962	0.55	108.30	1.775	0.35
1.782	27	6.967	0.55	108.35	1.776	0.35
1.782	28	6.972	0.55	108.40	1.777	0.35
1.782	29	6.975	0.55	108.43	1.778	0.35
1.782	30	6.978	0.55	108.46	1.779	0.35
1.782	31	6.981	0.55	108.48	1.780	0.35
1.782	32	6.983	0.55	108.50	1.780	0.35
1.782	33	6.984	0.55	108.52	1.780	0.35
1.782	34	6.986	0.55	108.53	1.781	0.35
1.782	35	6.987	0.55	108.54	1.781	0.35
1.782	36	6.987	0.55	108.55	1.781	0.35
1.782	37	6.988	0.55	108.55	1.781	0.35
1.782	38	6.989	0.55	108.56	1.781	0.35
1.782	39	6.989	0.55	108.56	1.782	0.35
0.000	40	5.208	0.41	91.60	1.782	0.33
0.000	41	3.756	0.30	77.77	1.452	0.32
0.000	42	2.558	0.20	66.36	1.197	0.32
0.000	43	1.561	0.12	56.87	0.997	0.31
0.000	44	0.725	0.06	48.90	0.837	0.30
0.000	45	0.018	0.00	42.17	0.706	0.30

Come fattore di sicurezza, al termine della condotta disperdente andrà posato in opera un pozzo disperdente di diametro non inferiore a **1.5 m** ed altezza di **2 m**, per rispettare il franco dalla superficie freatica.

STRADA AMBITO SUD

La portata di afflusso complessiva risulta pari a **35.3** l/s.

L'invaso temporaneo fornito dalle trincee raggiunge un'altezza di 0.63 m per una durata di 30 minuti; le trincee dovranno avere profondità utile non inferiore a 0.7 m, larghezza pari a 0.7 m e lunghezza complessiva pari a 65 m.

Il bilanciamento tra portata in ingresso ed in uscita avviene in di circa 39 minuti. Tempo di svuotamento 6 minuti.

K (m/s)	7.90E-04	PERMEABILITA'
L (m)	65	LUNGHEZZA TRINCEA
l (m)	0.7	LARGHEZZA BASE TRINCEA
n	0.3	POROSITA' RIEMPIMENTO
α (°)	90	ANGOLO DI SCARPA DEI PARAMENTI
D (m)	3	distanza falda
Qp m3/min	2.118	
l/s	35.300	

Qp (mc/min)	TEMPI (minuti)	Delta W (mc)	Δh (m)	A (mq)	Qf (mc/min)	J
2.118	1	2.118	0.16	65.67	0	0.31
2.118	2	3.262	0.24	76.57	0.974	0.32
2.118	3	4.219	0.31	85.68	1.161	0.33
2.118	4	5.014	0.37	93.25	1.323	0.33
2.118	5	5.671	0.42	99.51	1.461	0.33
2.118	6	6.210	0.45	104.65	1.578	0.34
2.118	7	6.652	0.49	108.85	1.676	0.34
2.118	8	7.013	0.51	112.29	1.757	0.34
2.118	9	7.306	0.54	115.08	1.825	0.34
2.118	10	7.544	0.55	117.35	1.880	0.35
2.118	11	7.737	0.57	119.19	1.925	0.35
2.118	12	7.894	0.58	120.68	1.962	0.35
2.118	13	8.020	0.59	121.88	1.992	0.35
2.118	14	8.122	0.60	122.85	2.016	0.35
2.118	15	8.204	0.60	123.64	2.036	0.35
2.118	16	8.271	0.61	124.27	2.052	0.35
2.118	17	8.324	0.61	124.78	2.065	0.35
2.118	18	8.367	0.61	125.19	2.075	0.35
2.118	19	8.402	0.62	125.52	2.083	0.35
2.118	20	8.430	0.62	125.78	2.090	0.35
2.118	21	8.452	0.62	126.00	2.096	0.35
2.118	22	8.471	0.62	126.17	2.100	0.35
2.118	23	8.485	0.62	126.31	2.103	0.35
2.118	24	8.497	0.62	126.42	2.106	0.35
2.118	25	8.506	0.62	126.51	2.109	0.35
2.118	26	8.514	0.62	126.58	2.110	0.35
2.118	27	8.520	0.62	126.64	2.112	0.35
2.118	28	8.525	0.62	126.69	2.113	0.35
2.118	29	8.529	0.62	126.73	2.114	0.35
2.118	30	8.532	0.63	126.76	2.115	0.35
2.118	31	8.535	0.63	126.78	2.115	0.35
2.118	32	8.537	0.63	126.80	2.116	0.35
2.118	33	8.538	0.63	126.82	2.116	0.35
2.118	34	8.540	0.63	126.83	2.117	0.35
2.118	35	8.541	0.63	126.84	2.117	0.35
2.118	36	8.542	0.63	126.85	2.117	0.35
2.118	37	8.542	0.63	126.85	2.117	0.35
2.118	38	8.543	0.63	126.86	2.117	0.35
2.118	39	8.543	0.63	126.86	2.118	0.35
0.000	40	6.426	0.47	106.70	2.118	0.34
0.000	41	4.710	0.35	90.36	1.716	0.33
0.000	42	3.302	0.24	76.95	1.408	0.32
0.000	43	2.134	0.16	65.83	1.168	0.31
0.000	44	1.158	0.08	56.52	0.977	0.31
0.000	45	0.335	0.02	48.69	0.823	0.30

STRADA INGROVA OVEST

La portata di afflusso complessiva risulta pari a **18.7** l/s.

L'invaso temporaneo fornito dalle trincee raggiunge un'altezza di 0.43 m per una durata di 30 minuti; le trincee dovranno avere profondità utile non inferiore a 0.5 m, larghezza pari a 0.7 m e lunghezza complessiva pari a 45 m.

Il bilanciamento tra portata in ingresso ed in uscita avviene in di circa 38 minuti. Tempo di svuotamento 5 minuti.

K (m/s)	7.90E-04	PERMEABILITA'
L (m)	45	LUNGHEZZA TRINCEA
l (m)	0.7	LARGHEZZA BASE TRINCEA
n	0.3	POROSITA' RIEMPIMENTO
α (°)	90	ANGOLO DI SCARPA DEI PARAMENTI
D (m)	3	distanza falda
Qp m ³ /min	1.122	
l/s	18.700	

Qp (mc/min)	TEMPI (minuti)	Delta W (mc)	Δh (m)	A (mq)	Qf (mc/min)	J
1.122	1	1.122	0.12	42.19	0	0.31
1.122	2	1.624	0.17	46.97	0.620	0.31
1.122	3	2.047	0.22	50.99	0.700	0.32
1.122	4	2.400	0.25	54.36	0.769	0.32
1.122	5	2.694	0.29	57.16	0.827	0.32
1.122	6	2.939	0.31	59.49	0.877	0.33
1.122	7	3.142	0.33	61.42	0.919	0.33
1.122	8	3.310	0.35	63.02	0.954	0.33
1.122	9	3.449	0.36	64.34	0.983	0.33
1.122	10	3.563	0.38	65.43	1.008	0.33
1.122	11	3.657	0.39	66.33	1.028	0.33
1.122	12	3.734	0.40	67.07	1.045	0.33
1.122	13	3.798	0.40	67.67	1.058	0.33
1.122	14	3.850	0.41	68.17	1.070	0.33
1.122	15	3.893	0.41	68.58	1.079	0.33
1.122	16	3.928	0.42	68.91	1.087	0.33
1.122	17	3.957	0.42	69.19	1.093	0.33
1.122	18	3.981	0.42	69.41	1.098	0.34
1.122	19	4.000	0.42	69.60	1.103	0.34
1.122	20	4.016	0.43	69.75	1.106	0.34
1.122	21	4.029	0.43	69.88	1.109	0.34
1.122	22	4.040	0.43	69.98	1.111	0.34
1.122	23	4.049	0.43	70.06	1.113	0.34
1.122	24	4.056	0.43	70.13	1.115	0.34
1.122	25	4.062	0.43	70.18	1.116	0.34
1.122	26	4.067	0.43	70.23	1.117	0.34
1.122	27	4.071	0.43	70.27	1.118	0.34
1.122	28	4.074	0.43	70.30	1.119	0.34
1.122	29	4.077	0.43	70.32	1.119	0.34
1.122	30	4.079	0.43	70.34	1.120	0.34
1.122	31	4.080	0.43	70.36	1.120	0.34
1.122	32	4.082	0.43	70.38	1.121	0.34
1.122	33	4.083	0.43	70.39	1.121	0.34
1.122	34	4.084	0.43	70.40	1.121	0.34
1.122	35	4.085	0.43	70.40	1.121	0.34
1.122	36	4.086	0.43	70.41	1.121	0.34
1.122	37	4.086	0.43	70.41	1.121	0.34
1.122	38	4.086	0.43	70.42	1.122	0.34
0.000	39	2.965	0.31	59.74	1.122	0.33
0.000	40	2.041	0.22	50.94	0.923	0.32
0.000	41	1.274	0.13	43.63	0.768	0.31
0.000	42	0.630	0.07	37.50	0.644	0.31
0.000	43	0.087	0.01	32.33	0.543	0.30

STRADA INGROVA EST

La portata di afflusso complessiva risulta pari a **26.6** l/s.

L'invaso temporaneo fornito dalle trincee raggiunge un'altezza di 0.48 m per una durata di 30 minuti; le trincee dovranno avere profondità utile non inferiore a 0.6 m, larghezza pari a 0.7 m e lunghezza complessiva pari a 60 m.

Il bilanciamento tra portata in ingresso ed in uscita avviene in di circa 39 minuti. Tempo di svuotamento 5 minuti.

K (m/s)	7.90E-04	PERMEABILITA'
L (m)	60	LUNGHEZZA TRINCEA
l (m)	0.7	LARGHEZZA BASE TRINCEA
n	0.3	POROSITA' RIEMPIMENTO
α (°)	90	ANGOLO DI SCARPA DEI PARAMENTI
D (m)	3	distanza falda
Qp mc/min	1.596	
l/s	26.600	

Qp (mc/min)	TEMPI (minuti)	Delta W (mc)	Δh (m)	A (mq)	Qf (mc/min)	J
1.596	1	1.596	0.13	57.20	0	0.31
1.596	2	2.350	0.19	64.38	0.842	0.32
1.596	3	2.983	0.24	70.41	0.963	0.32
1.596	4	3.512	0.28	75.45	1.067	0.32
1.596	5	3.952	0.31	79.64	1.156	0.33
1.596	6	4.317	0.34	83.11	1.231	0.33
1.596	7	4.619	0.37	85.99	1.294	0.33
1.596	8	4.867	0.39	88.36	1.347	0.33
1.596	9	5.072	0.40	90.31	1.391	0.33
1.596	10	5.240	0.42	91.91	1.428	0.33
1.596	11	5.378	0.43	93.22	1.458	0.34
1.596	12	5.492	0.44	94.30	1.483	0.34
1.596	13	5.584	0.44	95.18	1.503	0.34
1.596	14	5.660	0.45	95.91	1.520	0.34
1.596	15	5.722	0.45	96.50	1.534	0.34
1.596	16	5.773	0.46	96.98	1.545	0.34
1.596	17	5.814	0.46	97.37	1.555	0.34
1.596	18	5.848	0.46	97.70	1.562	0.34
1.596	19	5.876	0.47	97.96	1.568	0.34
1.596	20	5.898	0.47	98.18	1.573	0.34
1.596	21	5.917	0.47	98.35	1.578	0.34
1.596	22	5.932	0.47	98.49	1.581	0.34
1.596	23	5.944	0.47	98.61	1.584	0.34
1.596	24	5.954	0.47	98.71	1.586	0.34
1.596	25	5.962	0.47	98.78	1.588	0.34
1.596	26	5.969	0.47	98.85	1.589	0.34
1.596	27	5.974	0.47	98.90	1.591	0.34
1.596	28	5.979	0.47	98.94	1.592	0.34
1.596	29	5.982	0.47	98.98	1.592	0.34
1.596	30	5.985	0.48	99.00	1.593	0.34
1.596	31	5.988	0.48	99.03	1.594	0.34
1.596	32	5.990	0.48	99.04	1.594	0.34
1.596	33	5.991	0.48	99.06	1.594	0.34
1.596	34	5.993	0.48	99.07	1.595	0.34
1.596	35	5.994	0.48	99.08	1.595	0.34
1.596	36	5.995	0.48	99.09	1.595	0.34
1.596	37	5.995	0.48	99.10	1.595	0.34
1.596	38	5.996	0.48	99.10	1.595	0.34
1.596	39	5.996	0.48	99.11	1.596	0.34
0.000	40	4.401	0.35	83.91	1.596	0.33
0.000	41	3.092	0.25	71.44	1.309	0.32
0.000	42	2.007	0.16	61.11	1.085	0.31
0.000	43	1.099	0.09	52.47	0.907	0.31
0.000	44	0.335	0.03	45.19	0.764	0.30

Come fattore di sicurezza, le condotte disperdenti dei tratti Ambito sud, Ingrova est e ovest andranno collettate in 2 pozzi disperdenti di diametro non inferiore a **1.5 m** ed altezza di **2 m**, per rispettare il franco dalla superficie freatica.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il dimensionamento preliminare del sistema disperdente delle acque meteoriche raccolte dalle superfici impermeabili della viabilità del nuovo insediamento residenziale, illustrato nei capitoli precedenti, si basa sulle seguenti limitazioni ed assunzioni:

1. I terreni presenti in sito sono caratterizzati da valori di conducibilità idraulica buoni;
2. I sistemi disperdenti dovranno essere quindi intestati negli strati sottostanti la copertura sabbioso limosa;
3. per la stima delle portate di afflusso si è fatto riferimento ai dati pluviometrici di Arpa Piemonte, per eventi meteorici con tempo di ritorno di 50 anni, ed alle formule della corrivazione;
4. le superfici impermeabili complessive sono state suddivise in 4 macro lotti;
5. nell'ipotesi di evento di pioggia critico di durata pari a 30' ed in funzione della buona permeabilità dei terreni, è stato elaborato un sistema articolato in pozzi assorbenti e trincee drenanti, tale da consentire di immagazzinare un volume di acqua per una durata pari al tempo di pioggia imposto;
6. si rammenta che le reti di collettamento e dispersione delle acque meteoriche sono dimensionate secondo predeterminati tempi di ritorno e per durate assegnate dell'evento meteorico di riferimento, in ottica di conseguimento del miglior rapporto costi/benefici: nel caso in esame il Tempo di ritorno utilizzato è pari alla durata media dell'opera $V_n=50$ anni, ma va tuttavia considerata la possibilità di superamento dell'evento meteorico di progetto, con conseguente potenziale crisi idraulica della rete e/o del sistema di dispersione.
7. Il concetto di progettazione duale utilizzato per il dimensionamento del sistema disperdente del sito in esame, ottenuto con trincee drenanti e pozzi assorbenti, consiste nell'affiancare al sistema minore (trincea drenante) un altro sistema (pozzi assorbenti) per il controllo delle portate meteoriche eccedenti. In quest'ottica, un leggero incremento nel dimensionamento delle trincee fornirebbe maggiori garanzie contro il rischio di insufficienza.

In fase esecutiva dell'intervento dovrà essere verificata l'effettiva permeabilità nel sito prescelto per l'installazione del sistema disperdente, con prove specifiche di campagna, adeguando se necessario i calcoli sopra esposti.