PREMESSA

La presente relazione integrativa viene redatta a seguito delle indicazioni contenute nel parere del Responsabile dell'Area LL.PP. e Patrimonio del Comune di Cameri prot. 4841 del 11.03.2022 e delle richieste contenute nella comunicazione del Responsabile Area Urbanistica ed Edilizia prot. 4964 del 14.03.2022.

Relativamente al parere area LL.PP. *"la raccolta delle acque meteoriche del piano viario per la parte di via Ingrova, di competenza della committenza dovrà essere convogliato in pozzi perdenti di adeguata dimensione adeguata per contenere un volume d'acqua calcolato per 15 minuti e posti nell'area a verde adiacente ai parcheggi a sud dell'intervento. Si ritiene in via Ingrova vi sia la possibilità di procedere alla formazione di tali pozzi, secondo i dati geologici in possesso di questo Comune"* si specifica che la presente relazione aggiorna e sostituisce quanto contenuto nella Relazione Idrologica del novembre 2021 a firma dello scrivente, limitatamente agli aspetti sopra richiamati.

Per quanto riguarda le richieste dell'area Urbanistica ed Edilizia "Verificare la relazione geologico-tecnica, poiché sembrerebbero essere stati considerati pozzi campione di riferimento per la determinazione della quota di falda, ubicati in zone definite "a bassa soggiacenza" (pozzi 4 e 8)" si specifica quanto segue:

Dalla Relazione Idrologica del Novembre 2021: *Sono stati scelti 14 pozzi campione ai quali far riferimento in tutte le campagne freatimetriche, omogeneamente distribuiti sul territorio comunale; per gli scopi della presente indagine, si terrà conto dei dati emersi in corrispondenza delle tre captazioni idriche più vicine, ovvero Cascina Ruspa (n°4), Cascina Porazza (n°8) e Cameri centro (n. 9).*

Per la valutazione della minima soggiacenza prevedibile, in ottemperanza alla 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" che richiede una distanza minima non inferiore a 2 m dalla base di un pozzo perdente alla falda, in condizioni di minima soggiacenza, si è fatto riferimento ai dati del PRG che rappresentano il valore minimo di soggiacenza conosciuto nell'area.

La perimetrazione dell'area a bassa soggiacenza del PRG si basa su una profondità minima della falda prefissata arbitrariamente in circa 3 m: tuttavia, per gli scopi del presente lavoro, ciò che interessa sono i valori numerici, effettivi, della quota minima della falda e non le individuazioni areali di zone a "bassa soggiacenza", indirizzate unicamente al corretto utilizzo urbanistico del territorio ossia ad evitare la formazione di piani interrati nei settori a criticità idrogeologica più elevata.

Va aggiunto che proprio la vicinanza di una zona a bassa soggiacenza invita a considerare la possibilità di risalite anomale della falda freatica anche nel sito in esame, da cui discende la scelta (supportata dai dati di PRG) di considerare una soggiacenza di progetto della falda di circa 4 m da p.c., quota che pone una decisa limitazione, a causa dei vincoli normativi sopra richiamati, alla lunghezza dei pozzi perdenti e quindi alla loro efficienza (superficie filtrante e volume di invaso) per lo smaltimento delle acque meteoriche nel sottosuolo.

Pertanto, si ritiene che la selezione dei pozzi campione presi a riferimento nella relazione di dimensionamento dei sistemi disperdenti sia corretta, per la posizione baricentrica del sito rispetto ai pozzi

stessi, oltre che prudenziale, per la dovuta cautela da introdurre nella progettazione, a tutela della falda idrica ed a garanzia della funzionalità del sistema disperdente anche in condizioni idrogeologiche critiche.

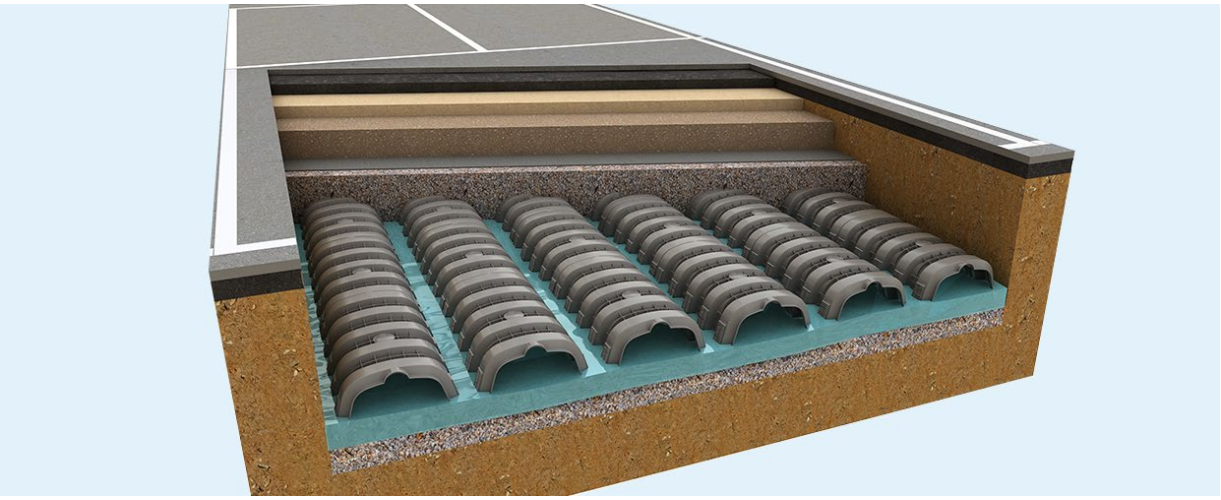
PROGETTO STRADA INGROVA

Ferme restando tutte le assunzioni idrologiche/idrauliche contenute nella Relazione Idrologica del Novembre 2021, nel presente capitolo viene rielaborata la progettazione del sistema disperdente che sostituisce quanto riportato nella relazione citata, relativamente al tratto della Strada Ingrova.

DIMENSIONAMENTO SISTEMA DISPERDENTE DELLE ACQUE METEORICHE

Strada Ingrova

Il sistema si basa sulla tecnica del bacino di infiltrazione, realizzato con elementi modulari da inserire al di sotto della superficie di campagna, 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.
Il sistema modulare è predisposto per realizzare bacini di ritenzione sotterranei, utilizzati per la gestione “in situ” delle acque piovane, con l'installazione di camere di dispersione e accumulo ad alta capacità.



Sezione esemplificativa bacino di infiltrazione

La collocazione del bacino di infilrazione è prevista a margine dei parcheggi in progetto, all’intersezione tra Strada Ingrova e la strada di ambito, in area verde.

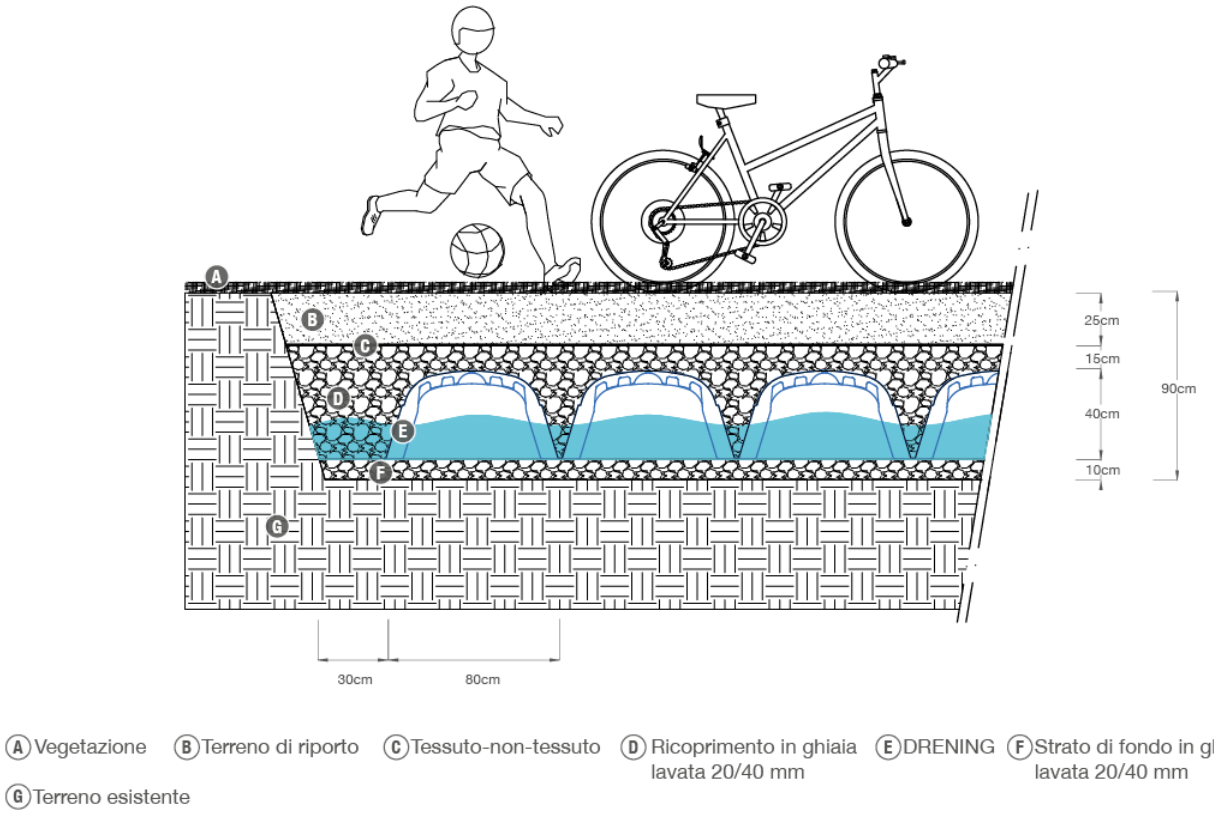
Di seguito si riassumono schematicamente i parametri di calcolo e si allega una planimetria aggiornata della rete in progetto.

Strada Ingrova lato ovest	
Area tot m^2	**430**
Portata l/s	18.7
Strada Ingrova lato est	
Area tot m^2	**618**
Portata l/s	26.6

PLANIMETRIA GENERALE CON SCHEMA FOGNATURA
scala 1:1000

METODOLOGIA DI CALCOLO

Nel caso in esame è stato utilizzato come esempio di calcolo il sistema *Drening* della *Geoplast*, facendo quindi riferimento ai dati dimensionali degli elementi drenanti forniti dal costruttore.
In caso di utilizzo di elementi di altri produttori, caratterizzati da differenti misure degli elementi disperdenti, il calcolo della superficie disperdente necessaria andrà ovviamente aggiornato di conseguenza.
Lo schema seguente illustra la stratigrafia del sistema, considerata la collocazione nell'area verde limitrofa al parcheggio presso via Ingrova e quindi priva di carichi in superficie da parte degli automezzi:



Per il dimensionamento del sistema disperdente vengo sviluppati i seguenti passaggi:

1) Definizione del volume di ingresso.
2) Individuazione del volume massimo del sistema, considerando l'invaso specifico per unità di superficie dato dalla somma del volume d'acqua invasabile nella ghiaia attorno alle camere (porosità n = 0.3) e del volume d'acqua invasabile in una camera Drening;
3) Definizione delle dimensioni del bacino, inteso come dimensione dell'area disperdente e dell'altezza del pacchetto drenante.
4) Stima del volume d'acqua smaltito per infiltrazione e tempo di svuotamento del sistema.

La verifica comprende la valutazione del tempo di residenza idraulica, da confrontare con un periodo assegnato massimo di 48 ore per lo svuotamento totale del bacino, definibile come intervallo di riferimento tra due eventi successivi di precipitazione intensa.

Bacino drenante per pavimentazione stradale Via Ingrova

Condizioni generali

1) Portata in ingresso complessiva stimata pari a **0.046 m^3/s** (vedi calcoli Relazione Idrologica novembre 2021) per una durata di pioggia di 30 minuti, come consigliato in letteratura;

2) un elemento Drening possiede le seguenti caratteristiche:

Superficie di base	0,96 m^2
Volume di ghiaia 20/40 a raso dell'estradosso	0,084 m^3
Porosità ghiaia 20/40	30%
Volume d'acqua	0,3252 m^3

Spessore ghiaia base [cm]	Spessore ghiaia sommità [cm]	Invaso specifico [m^3/m^2]
10	15	0,410
15	15	0,425
15	35	0,485
15	50	0,530

La tabella tiene conto di un consumo di ghiaia attorno a 1 DRENING a raso pari a 0,084 m^3.

Nel caso in esame, non portando in conto, a scopo prudenziale, l'invaso del fondo e del ricoprimento superiore, il volume di invaso specifico per unità di superficie risulta pari a **0.335 m^3/m^2.**

SOLO PER DRENING: Calcolare l'invaso specifico:			
Invaso Drening		0.31	m3/pz
Invaso ghiaia circostante a raso	SI	0.0252	m3/m2
Invaso fondo	NO	0	m3/m2
Invaso ghiaia superiore	NO	0	m3/m2
Invaso specifico		**0.335**	m3/m2

3) la superficie occupata dal bacino si ricava moltiplicando il numero di elementi per la loro superficie di base, con rinfianco di almeno 30 cm lungo il perimetro;

4) come valore di permeabilità è stato utilizzato un valore di **$7.9*10^{-4}$** m/s, **da definire in dettaglio in fase esecutiva dell'intervento con prove di percolazione in sito;**

5) dimensionamento effettuato per installazione in area verde.

In fase esecutiva sarebbe preferibile considerare la posa in opera di un elemento di troppo pieno di sicurezza, con recapito nella rete fognaria, per sopperire eventuali crisi idrauliche del sistema drenante.

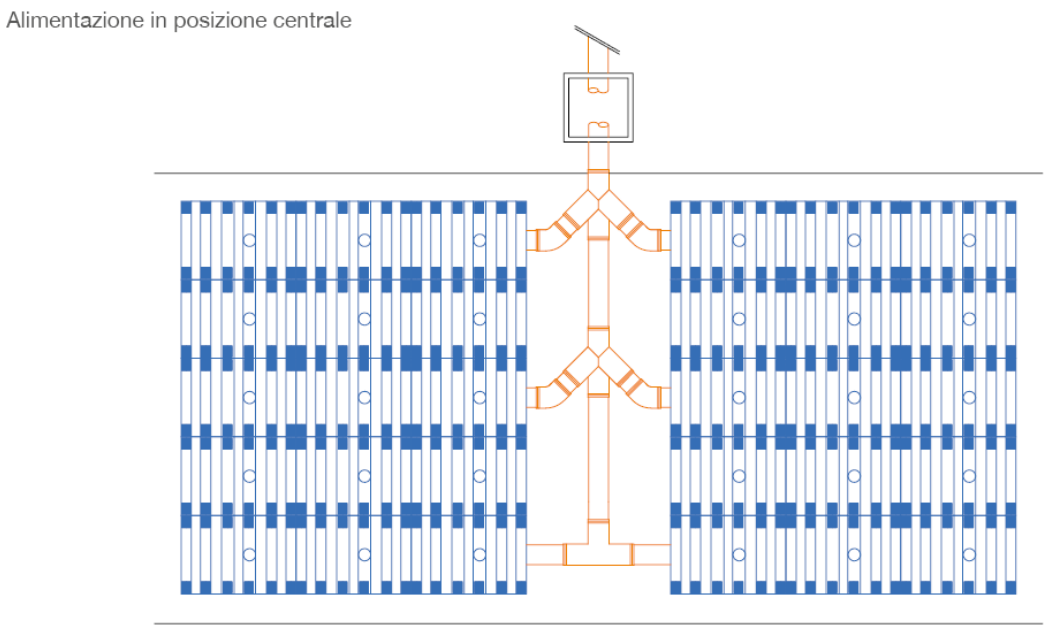
Scelta del sistema	Scelta sistema	**DRENING**					
	Larghezza	80	cm	Strato ghiaia base	10	cm
	Lunghezza	120	cm	Strato ghiaia sommità	15	cm
	Lunghezza prodotto installato	117	cm	Invaso specifico	0.335	m3/m2
	Altezza	40	cm			
	Altezza prodotto installato	40	cm	Percentuale vuoto	NP	%
	Superficie occupata	0.96	m2	Spessore finitura	25	cm
	Volume invasabile/elemento	0.31	m3/pz			

Inserimento vincoli progetto	Numero file	8				
	Larghezza bacino	6.40	m			
	Altezza pacchetto drenante	0.65	m			
	Permeabilità terreno	7.90E-04	m/s	Parametro vincolante	NO	
					0.0	

Calcolo bacino e verifica idraulica	**Calcolo Lunghezza Bacino - DRENING**		
	Lunghezza stimata	7.31	m
	N° Drening corrispettivo	7	pz
	Lunghezza effettiva bacino	8.19	m
	Superficie bacino	52.4	m2
	Verifica	OK	
	N° Totale Drening	56	pz
	N° Totale Tappi di chiusura	16	pz
	Superficie infiltrazione	52.4	m2
	Portata infiltrazione	0.041	m3/s
	Tempo di residenza idraulica	0.6	h
		OK	

Dal calcolo si ricava la necessità di un sistema drenante di dimensioni areali pari a **8.2 x 6.4 m** circa, collocato alla profondità non inferiore a **90** cm.

Schema tipo impianto



Effettuando una verifica con un foglio di calcolo, basato sulla modellazione riportata 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, si ottengono i seguenti valori, per un bacino di superficie pari ai soli elementi Drening e con dispersione calcolata solo sulla superficie di fondo del sistema.

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:

$$Q_f = K*J*A_f$$

Q_f *portata d'infiltrazione [m³/s];*
K *permeabilità (o coefficiente di permeabilità) [m/s];*
J *cadente piezometrica [m/m];*
A_f *superficie netta d'infiltrazione [m²]*

DATI GENERALI

K	7.90E-04	***PERMEABILITA'*** m/s
FLD	2	***profondità falda da fondo manufatto*** m
n	1	***POROSITA' RIEMPIMENTO***
α	90°	***ANGOLO DI SCARPA DEI PARAMENTI***
Q	***2.760***	***PORTATA t_0 m³/min***

BACINO

7.3	***Lunghezza***
6.4	***Larghezza***
1.000	***cadente***

Qp	TEMPI (min)	Delta W	Δh	A	Qf
2.760	1	0.5	0.01	46.72	2.251
2.760	2	1.1	0.02	47.02	2.251
2.760	3	1.6	0.04	47.17	2.251
2.760	4	2.2	0.05	47.32	2.251
2.760	5	2.7	0.06	47.47	2.251
2.760	6	3.3	0.07	47.62	2.251
2.760	7	3.8	0.08	47.77	2.251
2.760	8	4.4	0.09	47.92	2.251
2.760	9	4.9	0.11	48.06	2.251
2.760	10	5.5	0.12	48.21	2.251
2.760	11	6.0	0.13	48.36	2.251
2.760	12	6.5	0.14	48.51	2.251
2.760	13	7.1	0.15	48.66	2.251
2.760	14	7.6	0.16	48.81	2.251
2.760	15	8.2	0.18	48.96	2.251
2.760	16	8.7	0.19	49.11	2.251
2.760	17	9.3	0.20	49.26	2.251
2.760	18	9.8	0.21	49.41	2.251
2.760	19	10.4	0.22	49.56	2.251
2.760	20	10.9	0.23	49.71	2.251
2.760	21	11.5	0.25	49.86	2.251
2.760	22	12.0	0.26	50.01	2.251
2.760	23	12.5	0.27	50.16	2.251
2.760	24	13.1	0.28	50.31	2.251
2.760	25	13.6	0.29	50.46	2.251
2.760	26	14.2	0.30	50.61	2.251
2.760	27	14.7	0.32	50.75	2.251
2.760	28	15.3	0.33	50.90	2.251
2.760	29	15.8	0.34	51.05	2.251
2.760	30	16.4	0.35	51.20	2.251

I valori ottenuti sono compatibili con un bacino di altezza pari a 0.4 m (altezza elemento Drening).

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il dimensionamento preliminare del sistema disperdente delle acque meteoriche raccolte dalle superfici impermeabili di Via Ingrova, 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 2 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 disperdente basato su un bacino d'accumulo sotterraneo composto da elementi modulari, 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 Vn=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. Considerando che al bacino disperdente giungeranno anche le eventuali acque di eccesso della trincea drenante della strada Ambito Sud, si ritiene preferibile incrementare il dimensionamento indicato di circa il 15-20%, soprattutto in caso di impossibilità di inserimento di un allaccio di troppo pieno alla rete fognaria comunale.

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