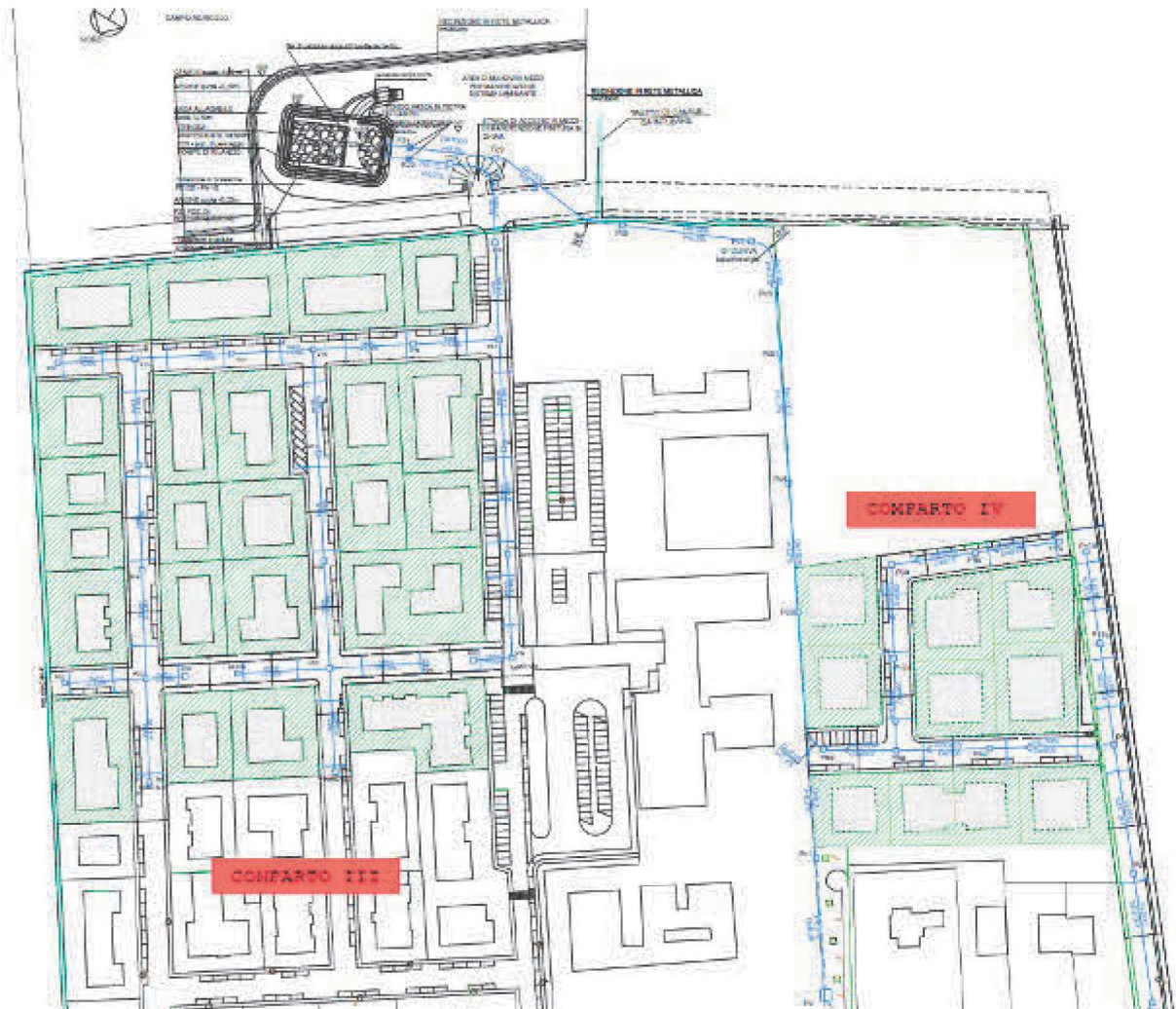


COMUNE DI ROTTOFRENO
PROVINCIA DI PIACENZA

**INTERVENTO DI URBANIZZAZIONE IN LOCALITÀ
SAN NICOLÒ**

**RELAZIONE TECNICA DI VERIFICA DELL'INVARIANZA IDRAULICA
PER IL DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI GESTIONE DELLE
ACQUE METEORICHE**



Dott. Geol. Damiano Gritti
Geologo Specialista n° 1631 A.P. Sez. A
Via Colombo, 11
24047 Treviglio (Bg)



SETTEMBRE 2023

Indice

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI LAMINAZIONE E DISPERSIONE	3
3. VERIFICA DELL'ASSETTO GEOLOGICO	5
4. PARAMETRI IDROLOGICI	11
5. VERIFICA DEL DIMENSIONAMENTO DELL'OPERA.....	12
5.1. <i>Calcolo della portata di afflusso</i>	<i>12</i>
5.2. <i>Calcolo della portata disperdente</i>	<i>15</i>
6. PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE E GESTIONALI	20
6.1. <i>VERIFICA DELLA PROFONDITÀ DI INTESTAZIONE DEL LETTO FILTRANTE</i>	<i>20</i>
6.2. <i>SISTEMA DI LAMINAZIONE E DISPERSIONE</i>	<i>21</i>
6.3. <i>MANUTENZIONI.....</i>	<i>21</i>
7. CONCLUSIONI.....	22

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica integra e sostituisce, laddove necessario, quella predisposta dallo scrivente nel giugno 2021, a seguito di aggiustamenti progettuali definiti in fase successiva, ed è volta alla verifica del dimensionamento del sistema di dispersione delle acque meteoriche intercettate dal sistema di collettamento a servizio di un intervento residenziale in Comune di Rottofreno (PC), nella frazione San Nicolò, nei pressi della scuola elementare Gianni Rodari.

L'intervento in progetto si sviluppa in corrispondenza di due aree distinte, denominate progettualmente "Comparto III" e "Comparto IV". L'area scolante afferente al sistema disperdente di cui alla presente relazione, occupa una superficie di 10.212m^2 per il Comparto III e di 5.513m^2 per il Comparto IV, per un totale di 15.725m^2 . La vasca di laminazione e dispersione presenta le seguenti caratteristiche:

- Superficie totale vasca di laminazione: 5.566mq ;
- Superficie vasca interrata a quota $-0,70\text{ m} = 920\text{ mq}$;
- Volume vasca sotto piano campagna $-0,70\text{ m}$ a $-3,00\text{ m}$: 1814 mc ($789\text{ mq} \times 2,3\text{ m}$);
- volume totale accumulabile: $1814\text{ mc} + 5566\text{ mq} \times 0,3\text{ m} = 3484\text{ mc}$.

2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI LAMINAZIONE E DISPERSIONE

Il sistema previsto dal progetto, prevede il collettamento delle acque decadenti sulle aree di nuova urbanizzazione all'interno di una vasca posta nell'area morfologicamente ribassata presente a sud della zona di intervento, dove verrà realizzata la vasca di laminazione integrata con il sistema disperdente. La differenza di quota topografica è dovuta ad un terrazzamento del fiume Trebbia, tipico di quest'area perifluviale.

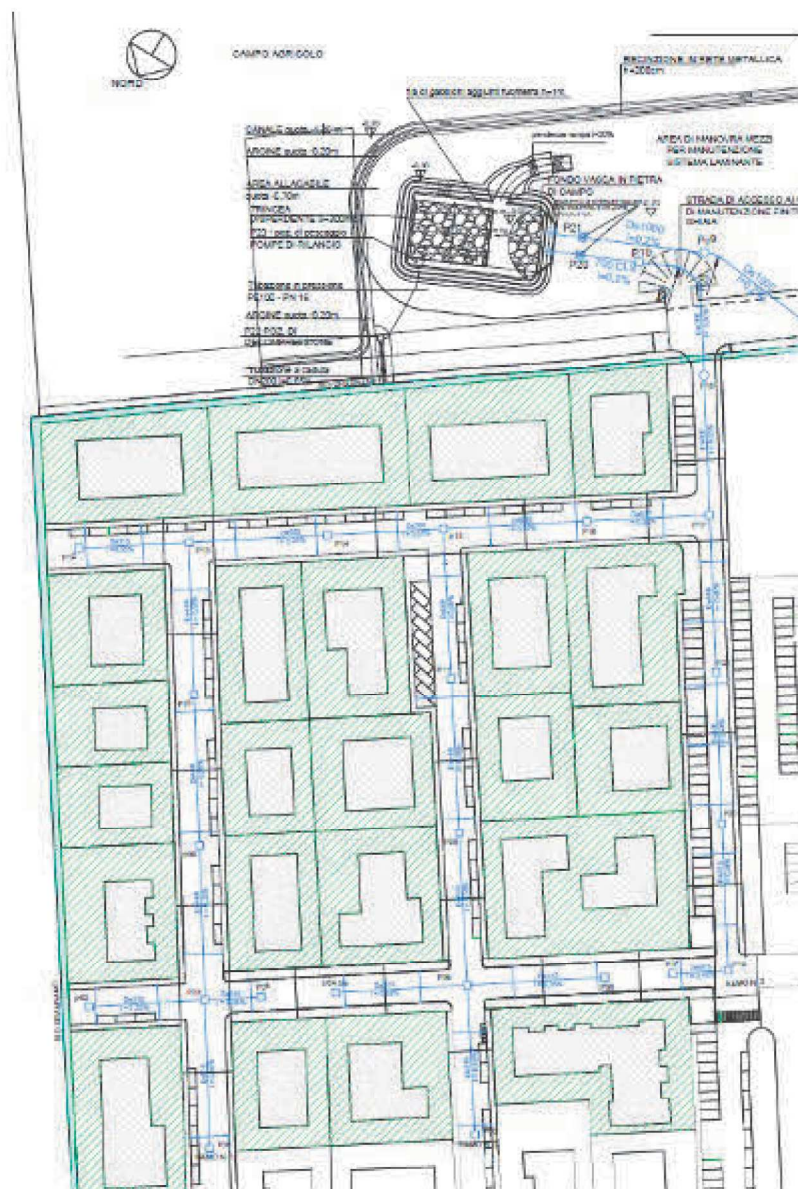
Pur precisando che il progetto complessivo per la regolazione delle acque meteoriche dell'area posta nei dintorni della Scuola Rodari prevede la realizzazione di un sistema di vasche interconnesse a servizio di più ampie lottizzazioni, nella presente relazione verrà analizzato, descritto e verificato il sistema di laminazione e dispersione individuato con la sigla "Vasca disperdente laminante 3".

Il sistema disperdente posto all'interno della vasca di laminazione (descritta al capitolo precedente) presenta una pianta rettangolare delle dimensioni in superficie di circa $30 \times 20\text{m}$, ed uno sviluppo in profondità con forma tronco-piramidale rovesciata; la superficie disperdente collocata sul fondo presenta una superficie di 300m^2 .

La profondità massima utile della vasca di laminazione risulta pari a 2.70m . L'altezza di ingresso della tubazione non è rilevante, dal momento che la quota "zero" della vasca (il piano campagna) risulta, come accennato, ribassato rispetto alla quota delle aree lottizzate dalla quale sono coltate le acque meteoriche. Il volume utile della vasca è calcolato da progetto pari a circa 3.400m^3 .

Nelle due figure seguenti sono riportate le planimetrie generali dei due “Comparti” della lottizzazione, lottizzata con l’ubicazione e le dimensioni in pianta della “Vasca disperdente laminante 3”.

SIMBOLO	DESCRIZIONE
	CAMERETTA DI ISPEZIONE CON CHIUSINO IN GHISA DIMENSIONE MINIMA DIAM. 60 cm.
	CADITOIA STRADALE
	TUBAZIONE DI SCARICO ACQUE METEORICHE DI PROGETTO IN PVC CONFORME ALLA NORMA UNI EN 1401-1 TIPO SN8 - SDR 34
	SUPERFICIE CON SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE MEDIANTE TRINCEA LAMINANTE E DISPERDENTE INTERNA AI SINGOLI LOTTI



Planimetria generale dell'intervento e vasca di laminazione in progetto – Comparto IV



Planimetria generale dell'intervento e vasca di laminazione in progetto – Comparto III

3. VERIFICA DELL'ASSETTO GEOLOGICO

Dal momento che l'intervento prevede la dispersione delle acque nel sottosuolo, sono state attentamente valutate le condizioni geologiche dell'area.

Si è fatto riferimento a quanto illustrato nella relazione geologica e geotecnica redatta nel settembre 2019 a fini edilizi dal collega dott. Geol. Mario Archilli, per conto della "Soc. Immobiliare San Nicolò S.r.l.", inerente "Progetto di ampliamento Lottizzazione Prato Verde – Strada della Lampugnana località S.Nicolò - (scheda d'ambito AN 2)".

Tale relazione, corredata da prove ed indagini geognostiche, ben illustra l'assetto stratigrafico generale del primo sottosuolo, individuando la successione stratigrafica di seguito riportata:



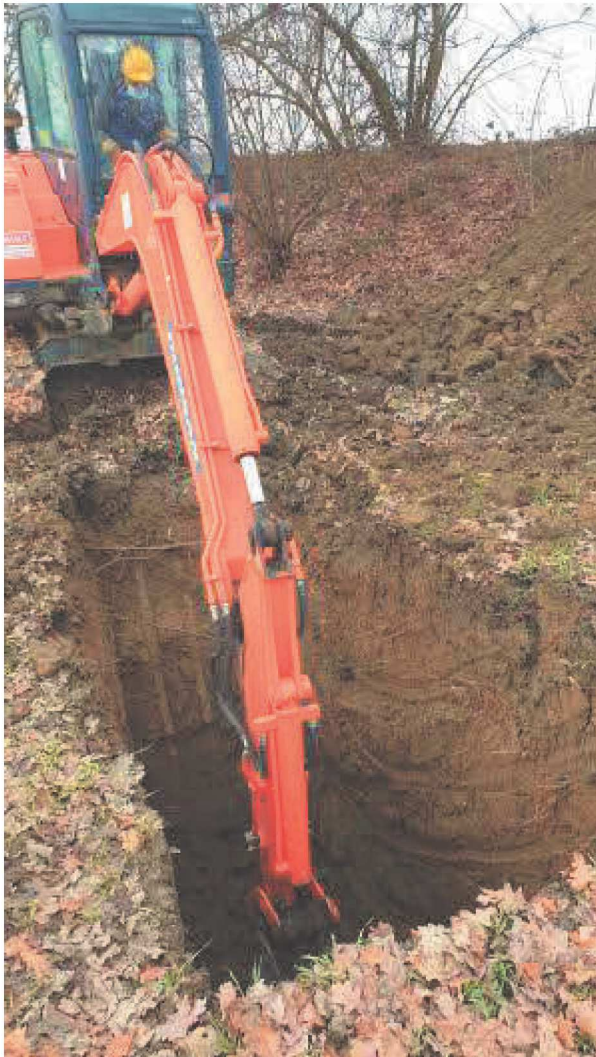
Immagine panoramica ripresa da ovest, da sopra il terrazzo morfologico



Immagine ripresa da est al di sotto del terrazzo morfologico



Particolare del materiale presente a fondo scavo



Realizzazione della trincea e scavo terminato

La trincea ha consentito di individuare una successione litologica dei depositi superficiali, riassunta nel seguito, che conferma l'assetto individuato nella sopra citata relazione geologica.

- Da p.c. a -0.5m: terreno argilloso "agricolo", interessato dalle movimentazioni tipiche delle coltivazioni agricole di tipo seminativo semplice;
- da -0.5m a -3.4m: depositi eluvio-colluviali ed alluvionali fini, prevalentemente argillosi, di colore marrone, con conducibilità idraulica estremamente ridotta;
- da -3.4m a -3.8m: depositi granulari prevalentemente ciottoloso-ghiaiosi, con sabbia e presenza di matrice fine argillosa; quest'ultima tende a diminuire con l'aumentare della profondità. I materiali grossolani presentano embricature e mostrano una forma arrotondata. La permeabilità di questi depositi risulta variabile in relazione al contenuto di frazione fine, che saturando gli interspazi tra i ciottoli, regola e controlla l'efficienza del deflusso delle acque.

Sarà pertanto da valutare con cura in corso d'opera la profondità alla quale spingersi con lo scavo, al fine di evitare che la presenza di materiali argillosi nei depositi grossolani comprometta l'efficienza del sistema drenante.

Nelle seguenti immagini sono inoltre riportate le fotografie di alcuni ristagni d'acqua presenti nei terreni agricoli direttamente a sud di Via Lampugnana, dovuti alle precipitazioni, peraltro non ingenti, dei giorni precedenti l'indagine condotta. Ciò a testimonianza della scarsa capacità di infiltrazione dei terreni superficiali argillosi.



Immagine dell'area a sud di Via Lampugnana, con presenza di ristagni d'acqua dovuti a precipitazioni dei giorni precedenti – vista verso sud-ovest



Immagine dell'area a sud di Via Lampugnana, con presenza di ristagni d'acqua dovuti a precipitazioni dei giorni precedenti – vista verso sud-est

4. PARAMETRI IDROLOGICI

Per il calcolo delle portate in afflusso al sistema, sono stati utilizzati i parametri idrologici delle curve di possibilità pluviometrica relativi a **tempi di ritorno (Tr) pari a 100 anni**.

Al fine di mantenersi in condizioni di sicurezza, gli esiti delle verifiche effettuate utilizzando i **valori forniti dal Consorzio di Bonifica di Piacenza per la cella specifica (DT106)**, sono stati confrontati con quelli ottenuti utilizzando i **valori dei parametri idrologici riportati nelle tabelle ARPA Lombardia per il comune di San Rocco al Porto**, posto ad una distanza di circa 5 km in linea d'aria.

I valori sono riportati nella tabella seguente.

CONSORZIO DI BONIFICA PIACENZA	
A ₁₀₀	52.53 mm/h
n ₁₀₀	0.282

ARPA LOMBARDIA	
A - Coefficiente pluviometrico orario	25.47 mm/h
n - Coefficiente di scala	0.293
α - parametro alpha	0.273
κ - parametro kappa	-0.082
ε - parametro epsilon	0.818099

Posta "D" la durata in ore dell'evento (per il dimensionamento corrispondente al Tr₁₀₀), la formulazione analitica utilizzata con i dati del Consorzio di Bonifica è la seguente.

$$h_T(D) = A * D^n$$

La formulazione analitica utilizzata con i dati di ARPA Lombardia è la seguente.

$$h_T(D) = A * W_T * D^n \quad \text{dove: } W_T = \varepsilon + \alpha/\kappa * \{1 - [\ln(T/(T-1))]^\kappa\}$$

5. VERIFICA DEL DIMENSIONAMENTO DELL'OPERA

Nella seguente verifica sono state utilizzate le dimensioni della vasca di laminazione/dispersione definite dal progetto e già descritte al capitolo 2.

Con riferimento all'assetto geologico individuato e descritto al capitolo 3, si deve specificare che il substrato drenante sufficientemente "pulito" è stato individuato a profondità superiori ai 3m dal piano di campagna. Pertanto la vasca di laminazione e di dispersione delle acque meteoriche dovrà essere approfondita fino al raggiungimento del substrato drenante ghiaioso-ciottoloso pulito.

Pertanto, al fine di mantenere le dimensioni del letto drenante di base (20m x 15m), dovrà essere adottata una delle seguenti misure:

1. approfondimento del fondo scavo in corrispondenza del letto drenante, fino al raggiungimento del substrato, sostituendo il materiale escavato non drenante con ciottoli sciolti o con gabbionature di ciottoli;
2. qualora si volesse raggiungere col fondo vasca direttamente il substrato drenante, sarà necessario incrementare l'area superficiale e di conseguenza il volume della vasca di laminazione.

In entrambi i casi, il raggiungimento del substrato drenante a profondità superiori rispetto a quelle di progetto (-2.60m dal p.c.) garantisce un ulteriore margine di sicurezza dell'opera.

Nei capitoli seguenti le verifiche sono state condotte nell'ipotesi di cui al punto 1 (considerando una capacità drenante della "gabbionata" pari a quella del materiale drenante di fondo, senza quindi incrementare, nemmeno parzialmente, il valore del battente idraulico sui depositi alluvionali in sito). Nel caso in cui in fase operativa si opzionasse per l'ipotesi di cui al punto 2, i margini di sicurezza risulterebbero ancora superiori (incremento di volume della vasca di laminazione e del battente idraulico massimo).

5.1. CALCOLO DELLA PORTATA DI AFFLUSSO

Per un corretto calcolo delle portate di afflusso al sistema laminante e disperdente, teso determinare l'effettiva portata di scarico in funzione dell'evento meteorico di riferimento, è utile valutare gli aspetti legati al "tempo di corrivazione", cioè al tempo necessario a che tutta la superficie del bacino (anche quella posta più distante rispetto al punto di raccolta) collabori alla formazione della portata.

Il tempo di corrivazione è dato dalla somma tra il tempo di arrivo al sistema di collettamento ed il tempo di percorrenza all'interno del sistema di collettamento. L'effetto di tale fattore di "diluizione temporale" dell'arrivo dei volumi d'acqua ricadenti su tutta l'area al punto di scarico

determina una riduzione della portata di picco. Nel caso in esame, a favore di sicurezza, il tempo di corrivazione è stato posto uguale a zero.

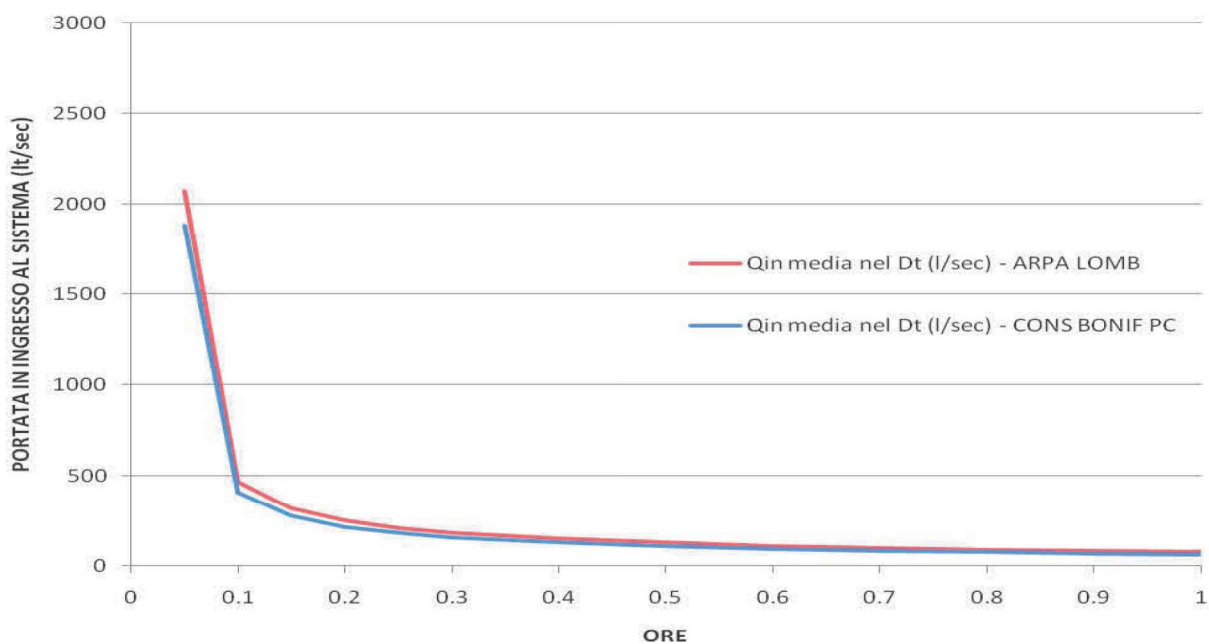
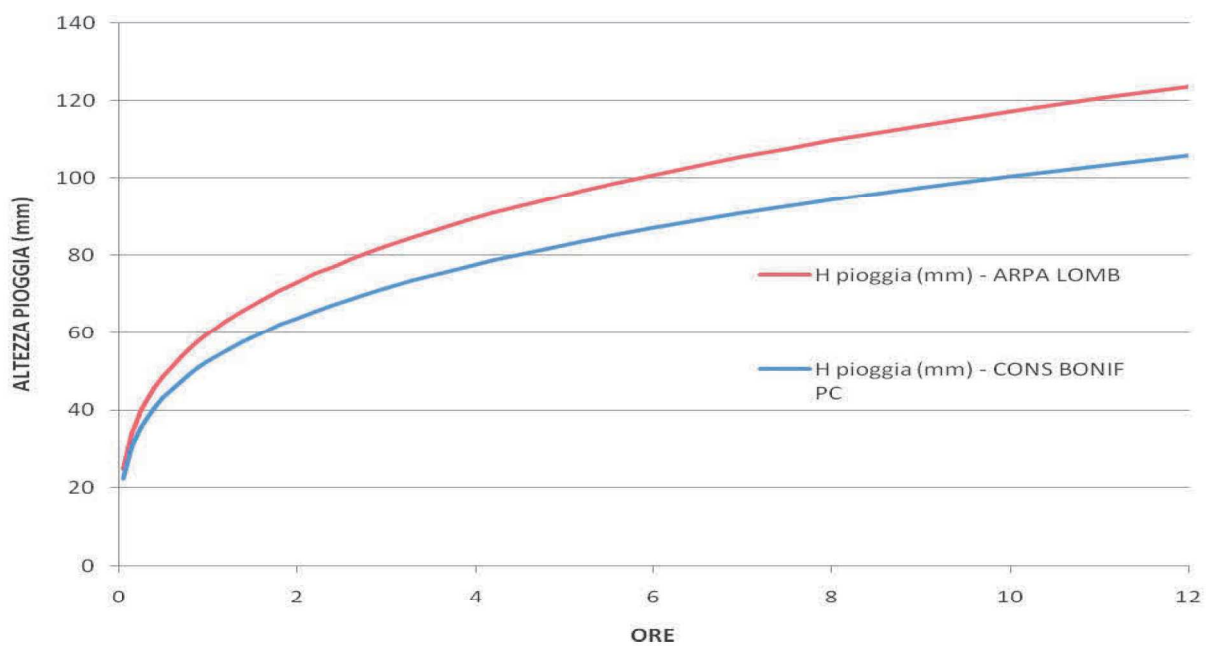
La portata di afflusso al sistema è determinata da una parte dall'evento meteorico di riferimento (curva di possibilità pluviometrica), e dall'altra dalla superficie e dalle caratteristiche del bacino di raccolta. Infatti, la presenza o assenza di coperture o di pavimentazione e la tipologia di quest'ultima, comportano l'utilizzo nel calcolo di differenti coefficienti di deflusso.

A favore di sicurezza, è stato considerato che l'intera area afferente al sistema di laminazione (15.500m² circa) sia caratterizzata dalla presenza di coperture ovvero di pavimentazione impermeabile, alle quali viene assegnato un coefficiente di deflusso pari al 0.9.

Nelle seguenti figure sono riportate, in forma tabellare e grafica, le altezze pluviometriche per Tr₁₀₀ ed i valori di portata in arrivo al sistema laminante e disperdente (questi ultimi calcolati sulla base dei presupposti sopra illustrati – tempo di corrivazione = 0 e coefficiente di deflusso = 0.9), ottenuti utilizzando sia i parametri pluviometrici del Consorzio di Bonifica di Piacenza sia quelli di ARPA Lombardia.

durata (h)	H pioggia (mm) CONS BONIF PC	Qin media nel Δt (l/sec) CONS BONIF PC	H pioggia (mm) ARPA LOMB	Qin media nel Δt (l/sec) ARPA LOMB
0.05	22.6	1885.1	24.8	2072.7
0.1	27.4	407.0	30.4	466.7
0.15	30.8	277.6	34.2	320.3
0.2	33.4	217.2	37.2	251.5
0.25	35.5	181.0	39.8	210.2
0.3	37.4	156.6	41.9	182.3
0.4	40.6	132.0	45.6	154.1
0.5	43.2	110.0	48.7	128.8
0.6	45.5	95.2	51.4	111.6
0.7	47.5	84.4	53.8	99.2
0.8	49.3	76.1	55.9	89.6
0.9	51.0	69.6	57.9	82.0
1	52.5	64.2	59.7	75.8
1.2	55.3	56.0	63.0	66.2
1.4	57.8	49.9	65.9	59.1
1.6	60.0	45.2	68.5	53.6
1.8	62.0	41.4	70.9	49.2
2	63.9	38.3	73.1	45.6
2.2	65.6	35.7	75.2	42.5
2.4	67.2	33.5	77.1	39.9
2.6	68.8	31.6	79.0	37.7
2.8	70.2	29.9	80.7	35.7
3	71.6	28.5	82.4	34.0
3.3	73.6	26.5	84.7	31.7
3.6	75.4	24.9	86.9	29.8
3.9	77.1	23.5	88.9	28.2
4.2	78.7	22.3	90.9	26.7
4.5	80.3	21.2	92.7	25.4
4.8	81.8	20.2	94.5	24.3

durata (h)	H pioggia (mm) CONS BONIF PC	Qin media nel Δt (l/sec) CONS BONIF PC	H pioggia (mm) ARPA LOMB	Qin media nel Δt (l/sec) ARPA LOMB
5.2	83.6	19.1	96.8	22.9
5.6	85.4	18.1	98.9	21.7
6	87.1	17.2	100.9	20.7
6.5	89.1	16.2	103.3	19.6
7	90.9	15.4	105.6	18.5
7.5	92.7	14.6	107.7	17.7
8	94.4	14.0	109.8	16.9
9	97.6	12.8	113.6	15.5
10	100.6	11.9	117.2	14.4
11	103.3	11.1	120.5	13.4
12	105.9	10.4	123.6	12.6



5.2. CALCOLO DELLA PORTATA DISPERDENTE

La portata disperdente del sistema in progetto viene calcolata secondo la seguente formula

$$Q_{out} = K * A * i$$

dove

Q_{out} : portata disperdente (in m³/sec),

K: conducibilità idraulica del terreno (in m/sec),

A: superficie disperdente -in caso di trincea si considera solo l'area di base- (in m²),

i: gradiente / battente idraulico.

In considerazione delle caratteristiche geologiche dell'area in esame (terreni superficiali costituiti da limi argillosi spessi oltre 3m che ricoprono ghiaie con ciottoli e sabbie), e del fatto che nella parte sommitale dei depositi granulari grossolani sottostanti è stata rilevata la presenza di una frazione fine argillosa che tende a diminuire con la profondità, viene attribuito alla **conducibilità idraulica dei terreni presenti al fondo della trincea** un valore cautelativo di **1*10⁻⁴ m/sec**.

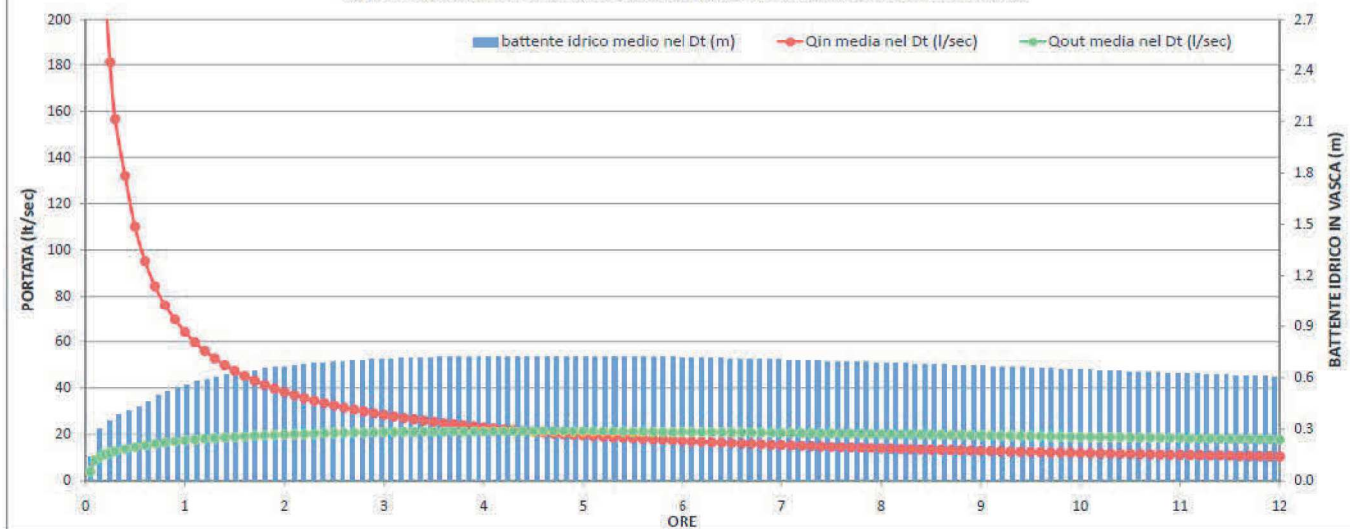
Dal momento che la portata disperdente dipende dal battente idrico presente nella vasca, e che quest'ultimo varia in funzione sia della portata in ingresso sia della portata in uscita dalla stessa vasca, l'analisi è stata condotta per intervalli di tempo Δt in cui il valore medio della portata in uscita è stato calcolato utilizzando il battente idrico medio dello stesso Δt , determinato sulla base del valore finale del battente nell'intervallo di tempo precedente $\Delta(t-1)$ e dell'incremento / decremento del volume della vasca nel dato intervallo di tempo.

Nelle seguenti figure sono riportate, in forma tabellare e grafica, le portate in ingresso ed uscita dal sistema di laminazione/dispersione, i valori di portata in arrivo al sistema laminante e disperdente (questi ultimi calcolati sulla base dei presupposti sopra illustrati – tempo di corrivazione = 0 e coefficiente di deflusso = 1), i battenti idrici all'interno della vasca, i volumi cumulati in afflusso al sistema, i volumi cumulati in uscita dal sistema ed il volume di riempimento della vasca. I valori di cui sopra, son stati calcolati sia utilizzando i parametri pluviometrici del Consorzio di Bonifica di Piacenza sia quelli di ARPA Lombardia.

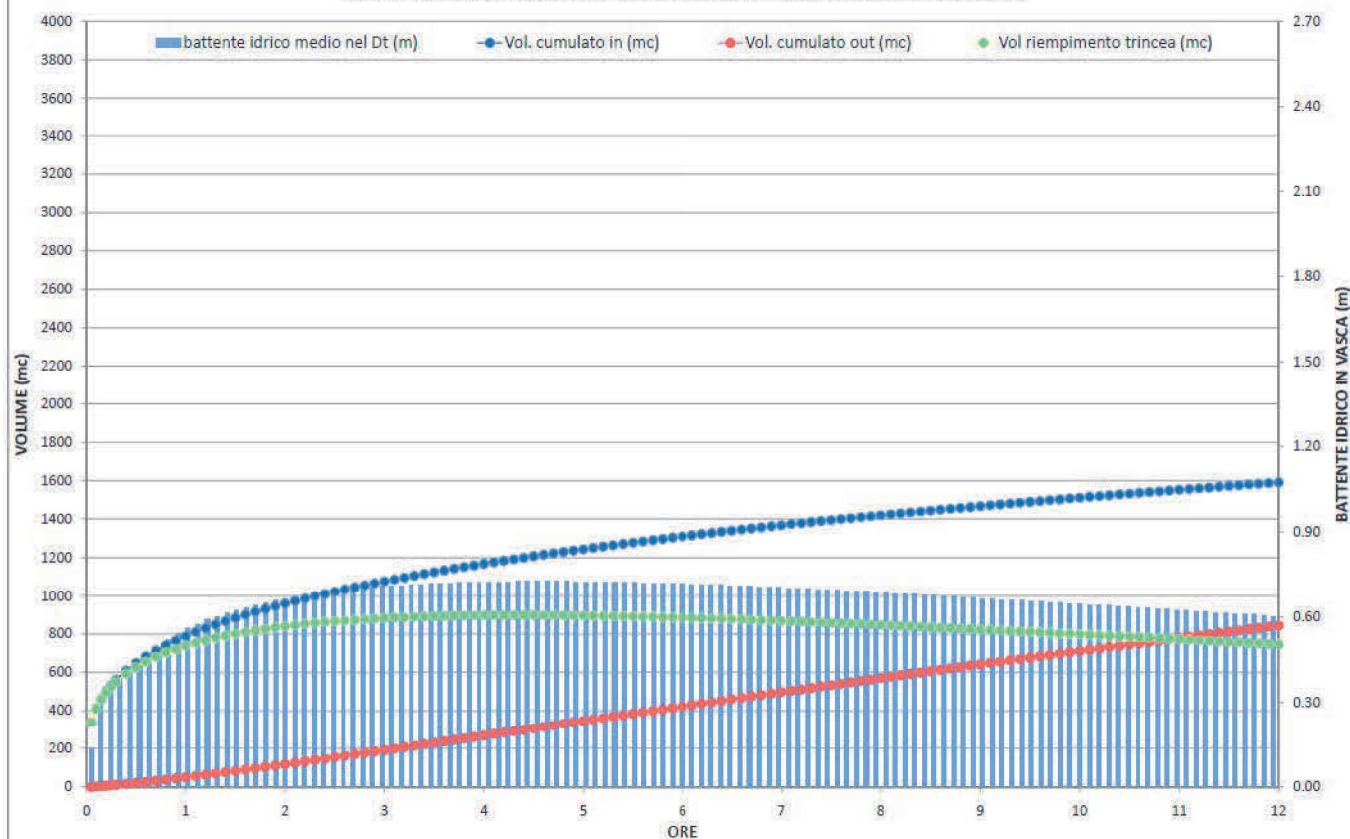
Si deve rilevare che, **per entrambe le condizioni di verifica** (dati del Consorzio di Bonifica di Piacenza e dati ARPA Lombardia), **il dimensionamento del sistema di laminazione e di dispersione delle acque nel sottosuolo presenta un ampio margine di sicurezza: il battente idrico massimo calcolato risulta inferiore al metro, pari a circa 0.85m**, mentre il **volume massimo di riempimento si attesta attorno al 30% della capacità massima della vasca**.

DATI PLUVIOMETRICI CONSORZIO DI BONIFICA PIACENZA						
durata (h)	Q _{in} media nel Δt (l/sec)	Q _{out} media nel Δt (l/sec)	battente idrico medio nel Δt (m)	Vol riempimento vasca (mc)	Vol. cumulato in (mc)	Vol. cumulato out (mc)
0.05	1885.1	4.0	0.14	339	339	0.7
0.1	407.0	8.9	0.30	410	413	2.3
0.15	277.6	10.3	0.35	458	463	4.2
0.2	217.2	11.3	0.38	495	502	6.2
0.25	181.0	12.1	0.41	526	534	8.4
0.3	156.6	12.8	0.43	552	562	10.7
0.4	132.0	13.6	0.46	594	610	15.6
0.5	110.0	14.5	0.49	629	650	20.8
0.6	95.2	15.3	0.52	658	684	26.3
0.7	84.4	15.9	0.54	682	714	32.0
0.8	76.1	16.5	0.56	704	742	38.0
0.9	69.6	17.0	0.58	723	767	44.1
1.0	64.2	17.4	0.59	739	790	50.3
1.2	56.0	18.1	0.61	768	831	63.3
1.4	49.9	18.7	0.63	792	868	76.6
1.6	45.2	19.2	0.65	811	902	90.3
1.8	41.4	19.6	0.66	828	932	104.4
2.0	38.3	19.9	0.68	842	960	118.7
2.2	35.7	20.2	0.69	853	986	133.2
2.4	33.5	20.5	0.69	863	1011	147.9
2.6	31.6	20.7	0.70	871	1034	162.7
2.8	29.9	20.8	0.71	878	1056	177.7
3.0	28.5	21.0	0.71	884	1077	192.8
3.3	26.5	21.2	0.72	890	1106	215.6
3.6	24.9	21.3	0.72	895	1133	238.5
3.9	23.5	21.3	0.72	898	1159	261.6
4.2	22.3	21.4	0.73	899	1184	284.6
4.5	21.2	21.4	0.73	899	1207	307.7
4.8	20.2	21.4	0.72	898	1229	330.8
5.2	19.1	21.3	0.72	896	1257	361.6
5.6	18.1	21.2	0.72	892	1284	392.2
6.0	17.2	21.1	0.72	886	1309	422.6
6.5	16.2	20.9	0.71	878	1339	460.4
7.0	15.4	20.7	0.70	869	1367	497.8
7.5	14.6	20.5	0.69	859	1394	534.8
8.0	14.0	20.2	0.69	848	1420	571.4
9.0	12.8	19.6	0.67	825	1468	643.0
10.0	11.9	19.0	0.65	799	1512	712.6
11.0	11.1	18.4	0.62	773	1553	779.9
12.0	10.4	17.8	0.60	747	1592	844.9

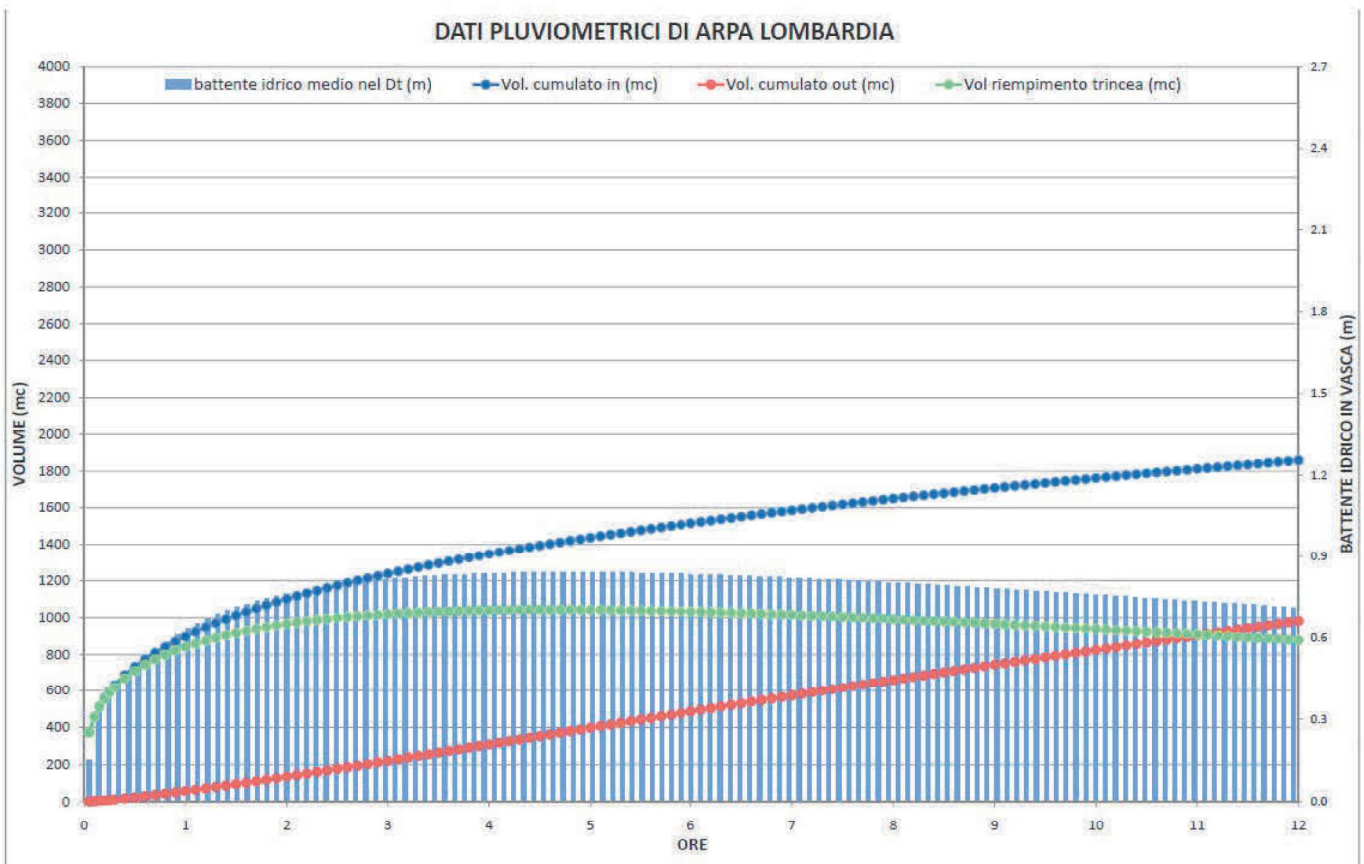
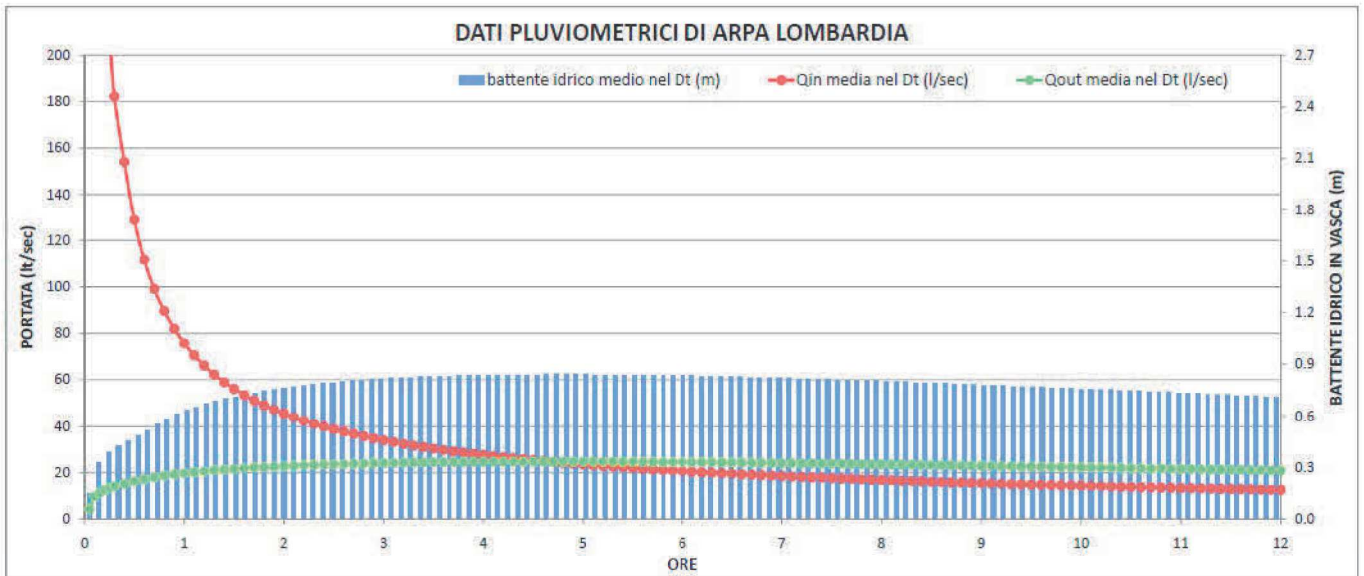
DATI PLUVIOMETRICI DEL CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA



DATI PLUVIOMETRICI DEL CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA



DATI PLUVIOMETRICI ARPA LOMBARDIA						
durata (h)	Qin media nel Δt (l/sec)	Qout media nel Δt (l/sec)	battente idrico medio nel Δt (m)	Vol riempimento vasca (mc)	Vol. cumulato in (mc)	Vol. cumulato out (mc)
0.05	2072.7	4.4	0.15	372	373	0.8
0.1	466.7	9.8	0.33	455	457	2.6
0.15	320.3	11.4	0.39	510	515	4.6
0.2	251.5	12.6	0.43	553	560	6.9
0.25	210.2	13.5	0.46	589	598	9.3
0.3	182.3	14.3	0.48	619	631	11.9
0.4	154.1	15.3	0.52	669	686	17.4
0.5	128.8	16.4	0.56	709	732	23.3
0.6	111.6	17.3	0.59	743	773	29.5
0.7	99.2	18.0	0.61	772	808	36.0
0.8	89.6	18.7	0.63	798	841	42.7
0.9	82.0	19.2	0.65	821	870	49.6
1	75.8	19.8	0.67	841	897	56.7
1.2	66.2	20.6	0.70	875	947	71.4
1.4	59.1	21.3	0.72	904	990	86.7
1.6	53.6	21.9	0.74	928	1030	102.4
1.8	49.2	22.4	0.76	948	1066	118.4
2	45.6	22.8	0.78	965	1100	134.8
2.2	42.5	23.2	0.79	979	1131	151.5
2.4	39.9	23.5	0.80	992	1160	168.3
2.6	37.7	23.8	0.81	1002	1187	185.4
2.8	35.7	24.0	0.81	1011	1213	202.6
3	34.0	24.2	0.82	1018	1238	220.0
3.3	31.7	24.4	0.83	1027	1273	246.3
3.6	29.8	24.6	0.83	1033	1306	272.8
3.9	28.2	24.7	0.84	1038	1337	299.4
4.2	26.7	24.7	0.84	1040	1367	326.1
4.5	25.4	24.8	0.84	1042	1394	352.8
4.8	24.3	24.8	0.84	1041	1421	379.6
5.2	22.9	24.7	0.84	1040	1455	415.2
5.6	21.7	24.7	0.84	1036	1487	450.8
6	20.7	24.5	0.83	1031	1517	486.2
6.5	19.6	24.4	0.83	1023	1553	530.1
7	18.5	24.1	0.82	1013	1587	573.7
7.5	17.7	23.9	0.81	1003	1620	616.9
8	16.9	23.6	0.80	991	1650	659.6
9	15.5	23.0	0.78	965	1708	743.3
10	14.4	22.3	0.76	937	1762	824.8
11	13.4	21.6	0.73	908	1812	903.8
12	12.6	20.9	0.71	878	1859	980.3



Lo stesso “geotessile” dovrà essere steso sulla superficie del letto filtrante, quale ultimo presidio per evitare un “intasamento” del sistema, che potrebbe ridurre se non addirittura a lungo termine compromettere la funzionalità del sistema.

A tal fine, peraltro, si ritiene utile illustrare alcuni accorgimenti da porre in essere sia lungo la rete di collettamento, sia nella vasca di laminazione/sistema disperdente, sia in ultimo a livello manutentivo.

6.2. SISTEMA DI LAMINAZIONE E DISPERSIONE

Si suggerisce:

- di realizzare le **sponde della vasca con rivestimento anti erosione** (in cemento o nel caso di interventi realizzati secondo criteri di ingegneria naturalistica, predisponendo inerbimenti previa stesura di telo in iuta o geotessuto anti erosione sulle pareti di scavo);
- di realizzare una **canalina perimetrale al piede della scarpata della vasca**, che consenta di intercettare eventuali materiali trasportati non intercettati dal sistema a monte o erosi dalle sponde;
- di realizzare il **fondo della trincea drenante con un materiale** (o con sistemi integrati) che ne **consentano una facile pulizia**, dal momento che lo sviluppo non controllato di vegetazione sul fondo della vasca potrebbe produrre materiale in grado di ostruire il sistema disperdente o di limitare il volume d’invaso della vasca.

6.3. MANUTENZIONI

Qualora la sponda ed il fondo della vasca siano inerbite, prevedere **regolari interventi di sfalcio e di sradicamento di eventuali specie arbustive infestanti** (queste ultime in particolare possono compromettere il sistema anti-erosione delle sponde).

Dovrà essere prevista la regolare e periodica **pulizia della canaletta perimetrale** posta al piede della sponda della vasca di laminazione.

Dovrà essere prevista la regolare pulizia e la periodica sostituzione del “geotessile” **steso sulla superficie del letto filtrante**, dal momento che l’intercettazione da parte di quest’ultimo di materiale fine terroso in sospensione o anche banalmente di fogliame o altro materiale organico determina una notevole riduzione di efficienza di tutto il sistema.

7. CONCLUSIONI

A fronte delle condizioni geologiche del sottosuolo dell'area in esame, verificate tramite la realizzazione di una trincea di ispezione spinta fino a circa -5m dal piano di campagna, nonché dei calcoli e delle verifiche effettuati ed illustrati nel dettaglio nei precedenti capitoli, si esprime un **parere di compatibilità sul progetto del sistema di laminazione e di dispersione nel sottosuolo delle acque meteoriche derivanti dalla lottizzazione in programma.**

Le analisi condotte evidenziano infatti ampi margini di sicurezza nei confronti di eventi meteorici con tempi di ritorno (Tr) di 100 anni. In queste condizioni infatti il **massimo valore del battente idraulico** risulta pari a **0.85m** (calcolato *in condizione cautelativa* non considerando fattori favorevoli quali il volume di laminazione aggiuntivo dei vuoti della gabbionatura e della rampa di accesso, lo smorzamento delle portate dovuto al tempo di corrivazione del sistema di collettamento), corrispondente ad uno **riempimento per a circa il 30% della capacità della vasca.**

Pertanto, **il sistema in progetto così come descritto nella presente relazione, realizzato e mantenuto secondo le indicazioni di cui al capitolo 6 della medesima, soddisfa pienamente i requisiti relativi al rispetto del principio di invarianza idraulica.**

Treviglio, settembre 2023

