

[illegible]

=====

*richiamato l'art. 16 c. 12 e l'art. 28 della Legge 17.08.1942 n° 1150,
nonché ai sensi dell'art. 12 e dell'art. 14 della L.R. 11.03.2005 n° 12 ed
ai sensi e per gli effetti dell'art. 5 della L.R. 28.11.2017 n° 31*

invarianza idraulica
relazione tecnica

Allegato 05

OGGETTO DELL'INTERVENTO E LIMITAZIONI DI PROGETTO

La presente relazione integra il piano di lottizzazione per l'ampliamento del comparto Plant 2 della sede industriale della Marsilli S.p.A. in via Villa Amedea delle Risorgive a Castelleone.

Le opere di invarianza presenti pari a 1.405 mc di volume di laminazione, erano state progettate e realizzate sovrabbondanti rispetto alle superfici scolanti esistenti, proprio per soddisfare eventuali ampliamenti futuri.

La presente relazione verifica se il volume di laminazione esistente è sufficiente a ricevere le acque meteoriche in progetto e se pertanto non siano necessarie opere di invarianza.

Ai sensi dell'art. 58-bis della L.R. 12/2005, come introdotto dall'art. 7 comma 2 lettera g) della L.R. 4/2016 e come modificato dall'art. art. 14 comma 1 della L.R. 14/2016, all'intervento edilizio in oggetto si applicano i principi dell'invarianza idraulica.

Il presente progetto riguarda esclusivamente le opere per il rispetto dell'invarianza idraulica, con esclusione della progettazione delle fognature.

SCARICO IN FOGNATURA PUBBLICA MISTA

Il principio dell'invarianza idraulica è perseguito a mezzo di bacino di laminazione.

Il bacino di laminazione tratta esclusivamente le acque meteoriche di dilavamento, le acque nere saranno ovviamente separate e recapitate alla fogna mista pubblica con linea dedicata, non oggetto del presente progetto.

Il bacino di laminazione è realizzato come invaso naturale con modellazione del fondo e con realizzazione di dune in terra a contenimento spondale.

Il bacino, con fondo di natura sabbiosa e limosa/sabbiosa, persegue anche il principio dell'invarianza idrologica per infiltrazione nel suolo e nei primi strati del sottosuolo. A favore di sicurezza non è considerata per il calcolo della portata uscente la quota parte di infiltrazione. Tale scelta esula la proprietà dalla manutenzione ordinaria esclusivamente per il mantenimento della capacità di infiltrazione del fondo (permeabilità).

RIFERIMENTI NORMATIVI

- L.R. n. 12/2005 art. 58-bis;
- L.R. n. 4/2016;
- Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n. 7 e smi

SUPERFICI ESISTENTI IN LAMINAZIONE E VOLUME RESIDUO PER L'INVARIANZA DEGLI AMPLIAMENTI

Come da tavola 8 allegata del progettista geom. Lorenzo Brianti,

- il volume di laminazione esistente è pari a 1.405,00 mc;

- le superfici attualmente in laminazione sono pari a:

A) 1.715,00 mq da copertura del plant 1 non soggetta a invarianza, ma inserita a laminazione per volontà della proprietà, coefficiente di afflusso 1,0;

B) 11.145,00 mq coperture e strade asfaltate del reparto Plant 2, coefficiente di afflusso 1,0;

C) 5.700,00 mq parcheggio permeabile in ghiaia, coefficiente di afflusso 0,3;

Castelleone è un comune a media criticità idraulica, ma gli interventi B), C) e D) sono stati realizzati con piani attuativi.

Applicando i minimi di cui all'art 12 comma 2 del RR //2017 il volume minimo per tali superfici è pari a 1.028 mc.

Dai calcoli analitici già condotti per tali superfici il volume minimo di laminazione è pari a 515 mc inferiore a 1.028.

Pertanto per gli ampliamenti rimangono $1.405 - 1.028 = 377$ mc.

SUPERFICI IN AMPLIAMENTO E VOLUME MINIMO DA REQUISITI R.R. 7/2017

L'ampliamento in progetto ha una superficie fondiaria pari a 9.110 mq con coperture e strade asfaltate, con un coefficiente di afflusso pari a 1,0.

Castelleone è un comune a media criticità idraulica, ma trattandosi di intervento con piano attuativo si applicano i valori delle zone ad alta criticità idraulica, e applicando i minimi di cui all'art 12 comma 2 del RR //2017 il volume minimo per tali superfici è pari a $0,911 \cdot 800 = 728,8$ mc.

Pertanto il volume minimo per le superfici esistenti e in progetto è pari a $1.028 + 729 = 1.757$ mc.

SUPERFICI IN AMPLIAMENTO E VOLUME MINIMO CON CALCOLO ANALITICO

Criticità idraulica (art. 7 r.r. 7/2017) e valori ammissibili della portata meteorica scaricabile nei ricettori (art. 8 r.r. 7/2017)

Come riportato all'allegato C del R.R. 7/2017, il Comune di Castelleone (CR) ricade nelle aree a media criticità idraulica, ma trattandosi di intervento con piano di lottizzazione si considera come fosse area ad alta criticità.

Pertanto ai sensi dell'art. 8 il valore ammissibile della portata meteorica scaricabile nel ricettore fogna pubblica mista gestita da Padania Acque è pari a 10 l/s*ha.

classificazione dell'intervento e modalità di calcolo (tabella 1 in art. 9 r.r. 7/2017)

Classe di intervento (Art. 7 comma 3 R.R. 7/2017)

La superficie fondiaria interessata è pari a 27.670 mq e un coefficiente di deflusso ponderale medio pari a 0,856 e pertanto l'intervento ha una classe pari a 3 "impermeabilizzazione potenzialmente alta".

Tabella 1

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\leq 0,01 \text{ ha } (\leq 100 \text{ mq})$	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	$da > 0,01 \text{ a } \leq 0,1 \text{ ha } (\leq 1.000 \text{ mq})$	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	$da > 0,01 \text{ a } \leq 0,1 \text{ ha } (\leq 1.000 \text{ mq})$	$> 0,4$	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		$da > 0,1 \text{ a } \leq 1 \text{ ha } (da > 1.000 \text{ a } \leq 10.000 \text{ mq})$	qualsiasi		
		$da > 1 \text{ a } \leq 10 \text{ ha } (da > 10.000 \text{ a } \leq 100.000 \text{ mq})$	$\leq 0,4$		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	$da > 1 \text{ a } \leq 10 \text{ ha } (da > 10.000 \text{ a } \leq 100.000 \text{ mq})$	$> 0,4$	Procedura dettagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	
		$> 10 \text{ ha } (> 100.000 \text{ mq})$	qualsiasi		

Pertanto ai sensi della tabella 1 sarà utilizzata la procedura di calcolo dettagliata.

dati pluviometrici di progetto

Dal punto di vista idraulico e in conformità alle normative, con particolare riferimento al RR attuativo della LR 4/2016:

- I dati delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica sono stati dedotti dai database Arpa;
- Per le durate inferiori all'ora il coefficiente n è stato posto pari a 0,5;
- Il bacino di laminazione è dimensionato per piogge con tempo di ritorno pari a 50 anni;
- Il volume e la superficie di infiltrazione sono stati dimensionati per garantire lo svuotamento entro le 48 ore, al fine di rendere disponibile il volume del bacino per un secondo evento pluviometrico immediatamente successivo;

Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica

Parametri 1-24 ore

Parametro	Valore
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	27.27
N - Coefficiente di scala	0.28060001
GEV - parametro alpha	0.27720001
GEV - parametro kappa	-0.057700001
GEV - parametro epsilon	0.82300001

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località:

Coordinate:

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni) **50**

Parametri ricavati da: <http://idro.arpa.lombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario **27,27**

N - Coefficiente di scala **0,2806001**

GEV - parametro alpha **0,27720001**

GEV - parametro kappa **-0,0577**

GEV - parametro epsilon **0,82300001**

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:

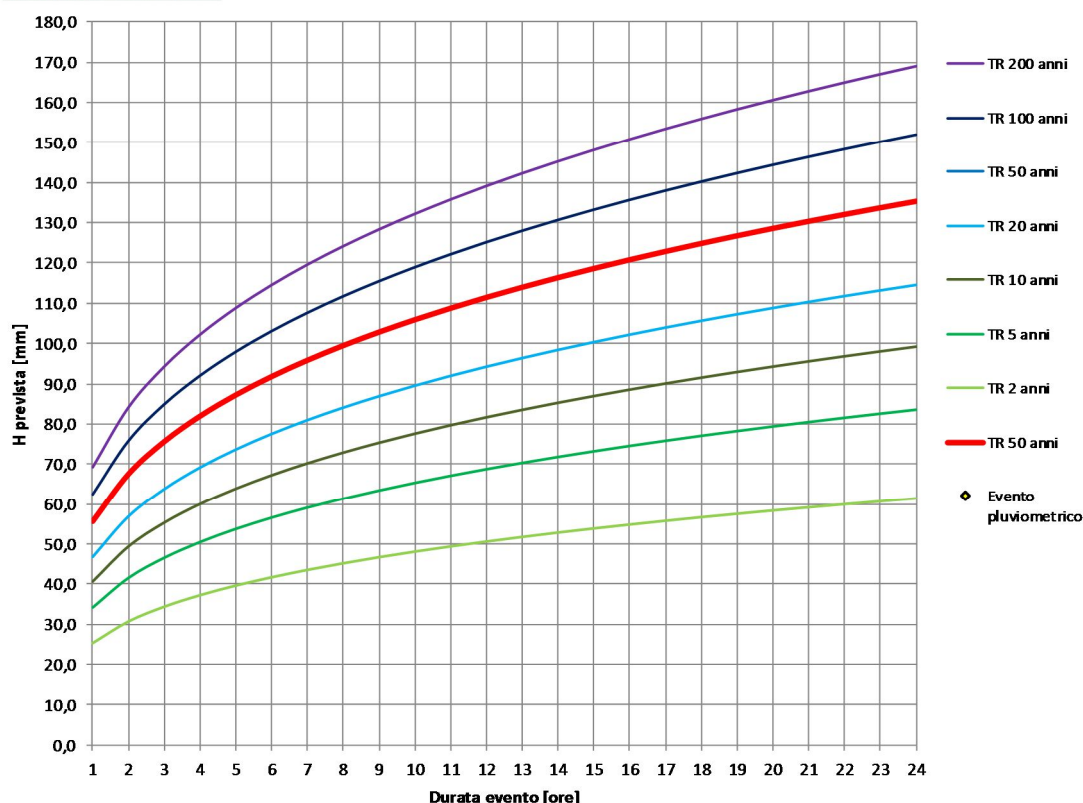
<http://idro.arpa.lombardia.it/manual/lspg.pdf>

http://idro.arpa.lombardia.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	0,92568	1,25731	1,48911	1,72110	2,03605	2,28342	2,53999	2,03605216
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	25,2	34,3	40,6	46,9	55,5231	62,3	69,3	55,5231424
2	30,7	41,6	49,3	57,0	67,4	75,6	84,1	67,4439635
3	34,4	46,7	55,3	63,9	75,6	84,8	94,3	75,5708504
4	37,2	50,6	59,9	69,3	81,9	91,9	102,2	81,9241854
5	39,7	53,9	63,8	73,7	87,2	97,8	108,8	87,2177926
6	41,7	56,7	67,1	77,6	91,8	102,9	114,5	91,7959153
7	43,6	59,2	70,1	81,0	95,9	107,5	119,6	95,853645
8	45,2	61,5	72,8	84,1	99,5	111,6	124,1	99,5133115
9	46,8	63,5	75,2	86,9	102,9	115,4	128,3	102,857172
10	48,2	65,4	77,5	89,6	105,9	118,8	132,2	105,943456
11	49,5	67,2	79,6	92,0	108,8	122,0	135,7	108,815041
12	50,7	68,9	81,6	94,3	111,5	125,1	139,1	111,504502
13	51,8	70,4	83,4	96,4	114,0	127,9	142,3	114,037228
14	52,9	71,9	85,2	98,4	116,4	130,6	145,3	116,433427
15	54,0	73,3	86,8	100,3	118,7	133,1	148,1	118,709469
16	55,0	74,6	88,4	102,2	120,9	135,6	150,8	120,878824
17	55,9	75,9	89,9	103,9	123,0	137,9	153,4	122,952716
18	56,8	77,2	91,4	105,6	124,9	140,1	155,9	124,940612
19	57,7	78,3	92,8	107,2	126,9	142,3	158,2	126,850571
20	58,5	79,5	94,1	108,8	128,7	144,3	160,5	128,689521
21	59,3	80,6	95,4	110,3	130,5	146,3	162,8	130,463464
22	60,1	81,6	96,7	111,7	132,2	148,2	164,9	132,177635
23	60,8	82,6	97,9	113,1	133,8	150,1	167,0	133,836634
24	61,6	83,6	99,1	114,5	135,4	151,9	169,0	135,444524

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica



Calcolo della linea segnalatrice 1-5 giorni

Località:

Coordinate:

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

A1 - Coefficiente pluviometrico orario	20
N - Coefficiente di scala	0,34127161
W2 - Tempo di ritorno 2 anni	0,93080902
W5 - Tempo di ritorno 5 anni	1
W10 - Tempo di ritorno 10 anni	1
W20 - Tempo di ritorno 20 anni	2
W50 - Tempo di ritorno 50 anni	2
W100 - Tempo di ritorno 100 anni	2
W200 - Tempo di ritorno 200 anni	2

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

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

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

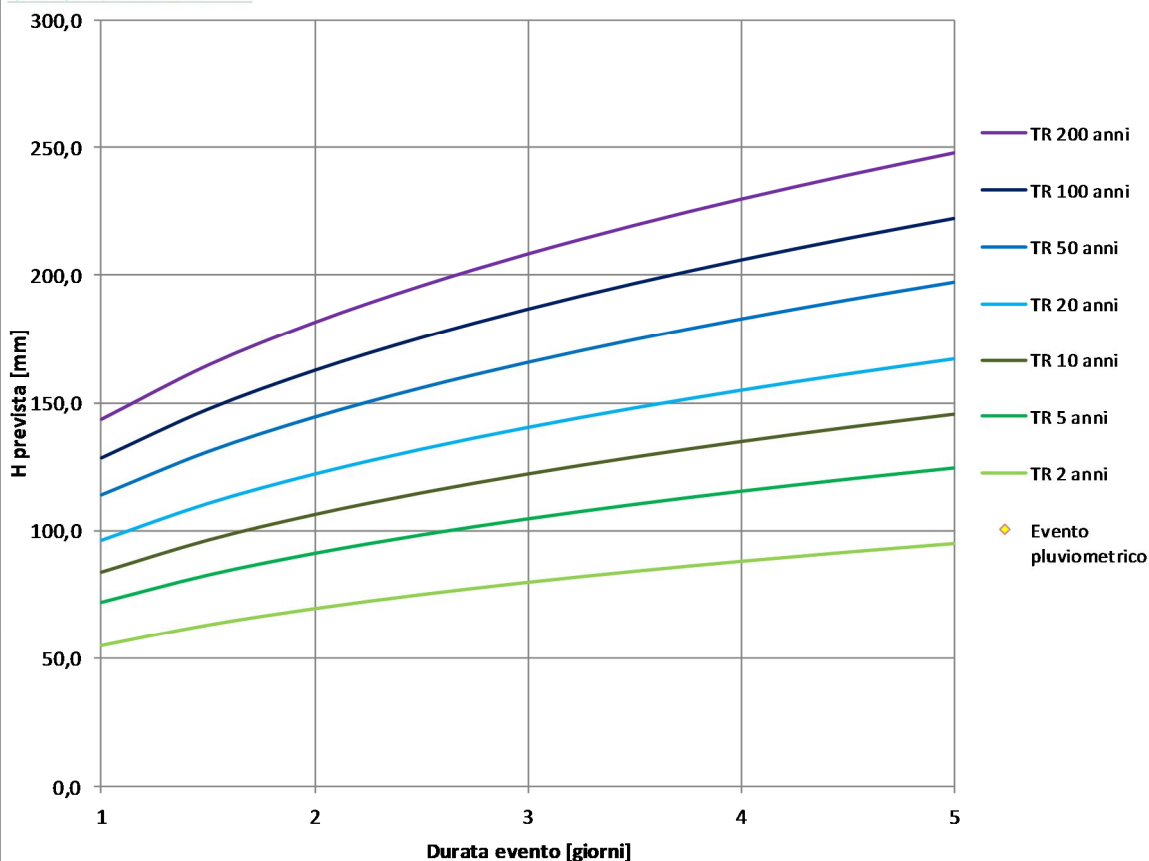
Bibliografia ARPA Lombardia:

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

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200
wT	0,93081	1,21546	1,42069	1,63317	1,92810	2,17446	2,42790
Durata (gg)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
1	54,9	71,7	83,8	96,3	113,7	128,3	143,2
1,5	63,0	82,3	96,2	110,6	130,6	147,3	164,5
2	69,6	90,8	106,2	122,0	144,1	162,5	181,4
2,5	75,1	98,0	114,6	131,7	155,5	175,3	195,8
3	79,9	104,3	121,9	140,1	165,5	186,6	208,3
3,5	84,2	109,9	128,5	147,7	174,4	196,7	219,6
4	88,1	115,1	134,5	154,6	182,5	205,8	229,8
4,5	91,7	119,8	140,0	160,9	190,0	214,3	239,3
5	95,1	124,2	145,1	166,8	197,0	222,1	248,0

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica



Parametri 1-5 giorni

Parametro	Valore
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	19.938511
N - Coefficiente di scala	0.34127161
W2 - Tempo di ritorno 2 anni	0.93080902
W5 - Tempo di ritorno 5 anni	1.215456
W10 - Tempo di ritorno 10 anni	1.4206949
W20 - Tempo di ritorno 20 anni	1.633173
W50 - Tempo di ritorno 50 anni	1.928102
W100 - Tempo di ritorno 100 anni	2.174458
W200 - Tempo di ritorno 200 anni	2.4279029

Superfici impermeabilizzate di dilavamento e coefficienti di afflusso

SUPERFICIE	ϕ	A	A	$\phi * A$	$\phi * A$
IMPERMEABILIZZATA	-	mq	ha	mq	ha
EDIFICIO COPERTURA PLANT 1	1	1715	0,1715	1715	0,1715
EDIFICIO COPERTURA + STRADE PLANT 2	1	11145	1,1145	11145	1,1145
PROGETTO AMPLIAMENTO COPERTURA + STRADE	1	9110	0,911	9110	0,911
PARCHEGGIO	0,3	5700	0,57	1710	0,171
TOTALE SUPERFICIE IMPERMEABILIZZATA		27670		23680	2,368
TOTALE SUPERFICIE DEL LOTTO				27670	2,767
COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO PONDERALE				0,855801	

In conformità all'art. 11, comma 2, lettera d) del R.R 7/2017, sono stati assunti i seguenti valori standard del coefficiente di deflusso:

1 per le coperture e le strade asfaltate;

0,3 per la superficie permeabile in ghiaia.

metodo di calcolo e dati di progetto

Il dimensionamento del bacino di laminazione, è eseguito in conformità all'allegato G punto 3.1 "calcolo del volume di invaso per la laminazione – procedura dettagliata" al R.R. 7/2017.

In particolare è stato utilizzato uno ietogramma di progetto tipo Chicago.

Il calcolo è stato condotto per durate fino all'ora, fino a 24 ore e fino a 48 ore, ed è stata considerata la LSPP peggiore ovvero quella che massimizza il volume di laminazione, a prescindere dall'effettivo tempo di corrivazione del bacino.

Portata meteorica scaricabile in fognatura

La portata meteorica scaricabile in fognatura sarà pari a:

$$U_{lim} = 10 \text{ l/s ha}$$

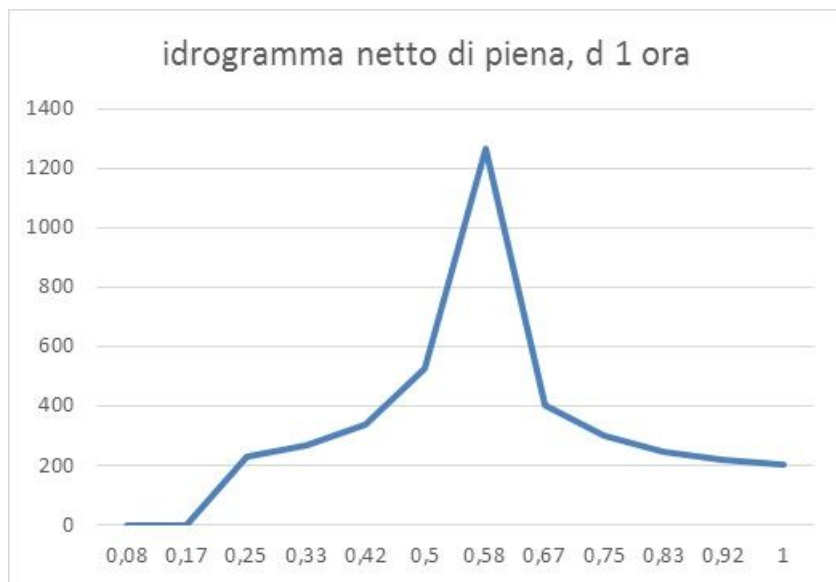
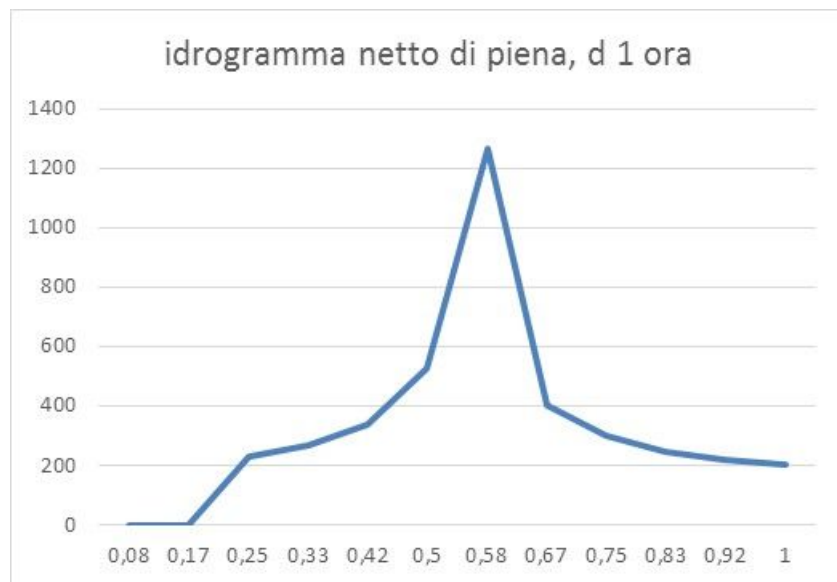
$$U = 10 \cdot 2,767 = 27,67 \text{ l/s.}$$

Portata uscente per infiltrazione

A favore di sicurezza non è stata considerata la portata uscente per infiltrazione.

RISULTATI DI CALCOLO DURATA FINO A 1 ORA

TR	50 fi		0,856 S (mq)		27670							
d	a	n	h lorda	dh	ieto	ieto	qe	We	qu	Wu	dW	INVASO
ora	mm/ora	-	mm	mm	mm	mm/ora	l/s	mc	l/s	mc	mc	mc
0,08	55,5231	0,5	16,02814	16,02814	2,927953	35,13544	0	0	0	0	0	0
0,17	55,5231	0,5	22,66721	6,639072	3,420754	41,04904	0	0	0	0	0	0
0,25	55,5231	0,5	27,76155	5,094339	4,294727	51,53672	231,167	69,35009	27,67	8,301	61,04909	0
0,33	55,5231	0,5	32,05628	4,294727	6,639072	79,66887	270,0744	81,02233	27,67	8,301	72,72133	0
0,42	55,5231	0,5	35,84001	3,78373	16,02814	192,3377	339,0761	101,7228	27,67	8,301	93,42184	0
0,5	55,5231	0,5	39,26076	3,420754	5,094339	61,13207	524,1663	157,2499	27,67	8,301	148,9489	148,9489
0,58	55,5231	0,5	42,40647	3,145708	3,78373	45,40476	1265,449	379,6348	27,67	8,301	371,3338	520,2827
0,67	55,5231	0,5	45,33442	2,927953	3,145708	37,74849	402,2069	120,6621	27,67	8,301	112,3611	632,6437
0,75	55,5231	0,5	48,08442	2,749994	2,749994	32,99993	298,7321	89,61962	27,67	8,301	81,31862	713,9624
0,83	55,5231	0,5	50,68542	2,601009	2,601009	31,21211	248,3591	74,50772	27,67	8,301	66,20672	780,1691
0,92	55,5231	0,5	53,15932	2,473897	2,473897	29,68677	217,1168	65,13503	27,67	8,301	56,83403	837,0031
1	55,5231	0,5	55,5231	2,363779	2,363779	28,36535	205,3542	61,60625	27,67	8,301	53,30525	890,3084
1,083333	-	-	-	-	-	0	195,3185	58,59554	27,67	8,301	50,29454	940,6029
1,166667	-	-	-	-	-	0	186,6244	55,98733	27,67	8,301	47,68633	988,2892
2,166667	-	-	-	-	-	0	0	0	27,67	99,612	-99,612	888,6772
3,166667	-	-	-	-	-	0	0	0	27,67	99,612	-99,612	789,0652
4,166667	-	-	-	-	-	0	0	0	27,67	99,612	-99,612	689,4532
5,166667	-	-	-	-	-	0	0	0	27,67	99,612	-99,612	589,8412
6,166667	-	-	-	-	-	1	0	0	27,67	99,612	-99,612	490,2292
7,166667	-	-	-	-	-	2	0	0	27,67	99,612	-99,612	390,6172
8,166667	-	-	-	-	-	3	6,579311	1,973793	27,67	99,612	-97,6382	292,979
9,166667	-	-	-	-	-	4	13,15862	3,947587	27,67	99,612	-95,6644	197,3146
10,16667	-	-	-	-	-	5	19,73793	5,92138	27,67	99,612	-93,6906	103,624
11,16667	-	-	-	-	-	6	26,31724	7,895173	27,67	99,612	-91,7168	11,90717
12,16667	-	-	-	-	-	7	32,89656	9,868967	28,67	103,212	-93,343	0

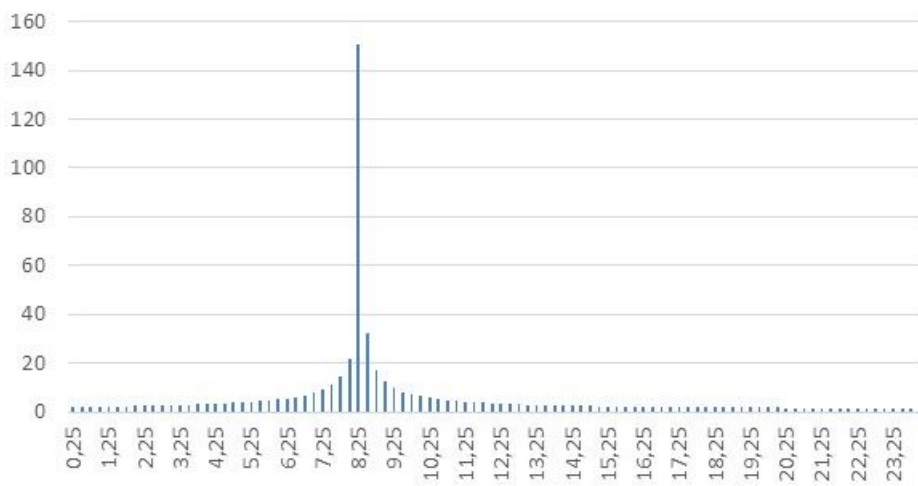


RISULTATI DI CALCOLO DURATA FINO A 24 ORE

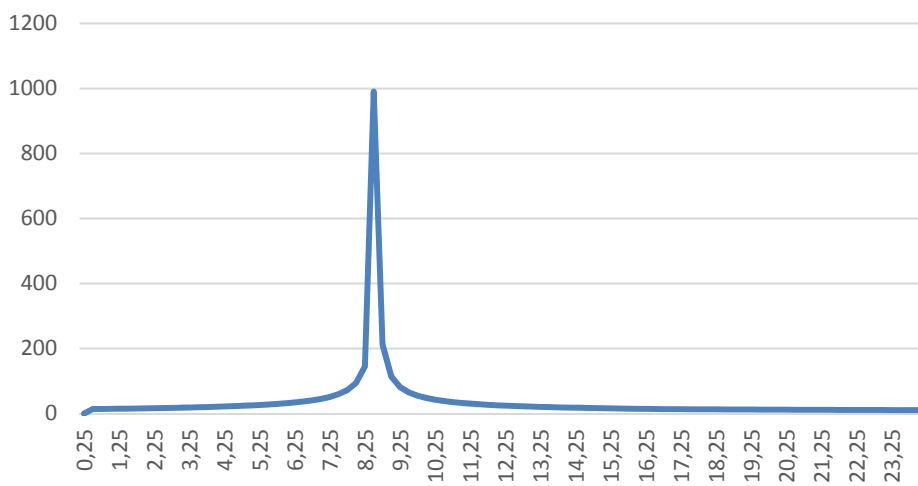
TR	50 fi		0,856	S (mq)	27670								
d	a	n	h lorda	dh	di	ieto	dqe	dWe	dqu	dWu	dW	INVASO	
ora	mm/ora	-	mm	mm	mm/h	mm/h	l/s	mc	l/s	mc	mc	mc	
0,25	55,5231	0,2806	37,63013	37,63013	150,5205	2,108101	0	0	0	0	0	0	
0,5	55,5231	0,2806	45,70931	8,079187	32,31675	2,156418	13,86985	12,48287	27,7	24,9	-12,4201	0	
0,75	55,5231	0,2806	51,21721	5,507895	22,03158	2,207469	14,18775	12,76897	27,7	24,9	-12,134	0	
1	55,5231	0,2806	55,5231	4,305892	17,22357	2,261507	14,52363	13,07126	27,7	24,9	-11,8317	0	
1,25	55,5231	0,2806	59,11078	3,587675	14,3507	2,318818	14,87916	13,39124	27,7	24,9	-11,5118	0	
1,5	55,5231	0,2806	62,21354	3,102765	12,41106	2,379727	15,25623	13,7306	27,7	24,9	-11,1724	0	
1,75	55,5231	0,2806	64,96361	2,750075	11,0003	2,444606	15,65697	14,09127	27,7	24,9	-10,8117	0	
2	55,5231	0,2806	67,44391	2,480293	9,92117	2,513879	16,08382	14,47544	27,7	24,9	-10,4276	0	
2,25	55,5231	0,2806	69,71017	2,266259	9,065037	2,588036	16,53959	14,88563	27,7	24,9	-10,0174	0	
2,5	55,5231	0,2806	71,80186	2,09169	8,366759	2,667645	17,02749	15,32474	27,7	24,9	-9,57826	0	
2,75	55,5231	0,2806	73,74804	1,94618	7,784719	2,753369	17,55127	15,79614	27,7	24,9	-9,10686	0	
3	55,5231	0,2806	75,57078	1,822748	7,290993	2,845986	18,11527	16,30375	27,7	24,9	-8,59925	0	
3,25	55,5231	0,2806	77,28731	1,716523	6,866092	2,946414	18,72463	16,85216	27,7	24,9	-8,05084	0	
3,5	55,5231	0,2806	78,9113	1,623993	6,495971	3,055751	19,38538	17,44684	27,7	24,9	-7,45616	0	
3,75	55,5231	0,2806	80,45386	1,542559	6,170235	3,175314	20,10474	18,09426	27,7	24,9	-6,80874	0	
4	55,5231	0,2806	81,92411	1,470252	5,88101	3,306702	20,89138	18,80224	27,7	24,9	-6,10076	0	
4,25	55,5231	0,2806	83,32967	1,405554	5,622217	3,45188	21,75582	19,58024	27,7	24,9	-5,32276	0	
4,5	55,5231	0,2806	84,67694	1,347271	5,389083	3,613284	22,71099	20,43989	27,7	24,9	-4,46311	0	
4,75	55,5231	0,2806	85,97139	1,29445	5,177802	3,793984	23,77292	21,39563	27,7	24,9	-3,50737	0	
5	55,5231	0,2806	87,21771	1,246325	4,9853	3,997902	24,9618	22,46562	27,7	24,9	-2,43738	0	
5,25	55,5231	0,2806	88,41998	1,202267	4,809068	4,230138	26,30344	23,6731	27,7	24,9	-1,2299	0	
5,5	55,5231	0,2806	89,58174	1,161758	4,647031	4,497461	27,83139	25,04826	27,7	24,9	0,145255	0	
5,75	55,5231	0,2806	90,7061	1,124365	4,497461	4,809068	29,5902	26,63118	27,7	24,9	1,728178	0	
6	55,5231	0,2806	91,79583	1,089727	4,358907	5,177802	31,64035	28,47632	27,7	24,9	3,573316	0	
6,25	55,5231	0,2806	92,85336	1,057535	4,230138	5,622217	34,06637	30,65973	27,7	24,9	5,756731	0	
6,5	55,5231	0,2806	93,88089	1,027526	4,110103	6,170235	36,99032	33,29129	27,7	24,9	8,388285	0	
6,75	55,5231	0,2806	94,88036	0,999475	3,997902	6,866092	40,5959	36,53631	27,7	24,9	11,63331	0	
7	55,5231	0,2806	95,85355	0,973189	3,892754	7,784719	45,17415	40,65674	27,7	24,9	15,75374	0	
7,25	55,5231	0,2806	96,80205	0,948496	3,793984	9,065037	51,21809	46,09628	27,7	24,9	21,19328	0	
7,5	55,5231	0,2806	97,7273	0,92525	3,701	11,0003	59,6417	53,67753	27,7	24,9	28,77453	0	
7,75	55,5231	0,2806	98,63062	0,903321	3,613284	14,3507	72,37439	65,13695	27,7	24,9	40,23395	0	
8	55,5231	0,2806	99,51321	0,882595	3,530379	22,03158	94,41773	84,97595	27,7	24,9	60,07295	60,07295	
8,25	55,5231	0,2806	100,3762	0,86297	3,45188	150,5205	144,9526	130,4574	27,7	24,9	105,5544	165,6273	
8,5	55,5231	0,2806	101,2205	0,844357	3,377428	32,31675	990,3212	891,2891	27,7	24,9	866,3861	1032,013	
8,75	55,5231	0,2806	102,0472	0,826676	3,306702	17,22357	212,6219	191,3597	27,7	24,9	166,4567	1198,47	
9	55,5231	0,2806	102,8571	0,809854	3,239417	12,41106	113,3192	101,9873	27,7	24,9	77,0843	1275,554	
9,25	55,5231	0,2806	103,6509	0,793828	3,175314	9,92117	81,65622	73,49059	27,7	24,9	48,58759	1324,142	
9,5	55,5231	0,2806	104,4294	0,77854	3,114162	8,366759	65,27446	58,74702	27,7	24,9	33,84402	1357,986	
9,75	55,5231	0,2806	105,1934	0,763938	3,055751	7,290993	55,04751	49,54276	27,7	24,9	24,63976	1382,626	
10	55,5231	0,2806	105,9434	0,749973	2,999893	6,495971	47,96971	43,17274	27,7	24,9	18,26974	1400,896	
10,25	55,5231	0,2806	106,68	0,736604	2,946414	5,88101	42,73902	38,46511	27,7	24,9	13,56211	1414,458	
10,5	55,5231	0,2806	107,4037	0,72379	2,89516	5,389083	38,69299	34,82369	27,7	24,9	9,920694	1424,378	
10,75	55,5231	0,2806	108,1152	0,711496	2,845986	4,9853	35,45645	31,91081	27,7	24,9	7,007808	1431,386	
11	55,5231	0,2806	108,8149	0,699691	2,798762	4,647031	32,79984	29,51986	27,7	24,9	4,616857	1436,003	
11,25	55,5231	0,2806	109,5033	0,688342	2,753369	4,358907	30,57426	27,51683	27,7	24,9	2,613834	1438,617	
11,5	55,5231	0,2806	110,1807	0,677424	2,709697	4,110103	28,67861	25,81075	27,7	24,9	0,907747	1439,525	
11,75	55,5231	0,2806	110,8476	0,666911	2,667645	3,892754	27,04165	24,33748	27,7	24,9	-0,56552	1438,959	
12	55,5231	0,2806	111,5044	0,65678	2,62712	3,701	25,61164	23,05048	27,7	24,9	-1,85252	1437,107	
12,25	55,5231	0,2806	112,1514	0,647009	2,588036	3,530379	24,35003	21,91503	27,7	24,9	-2,98797	1434,119	
12,5	55,5231	0,2806	112,789	0,637578	2,550313	3,377428	23,22746	20,90471	27,7	24,9	-3,99829	1430,12	
12,75	55,5231	0,2806	113,4174	0,62847	2,513879	3,239417	22,22115	19,99903	27,7	24,9	-4,90397	1425,216	
13	55,5231	0,2806	114,0371	0,619666	2,478664	3,114162	21,31313	19,18182	27,7	24,9	-5,72118	1419,495	
13,25	55,5231	0,2806	114,6483	0,611151	2,444606	2,999893	20,48904	18,44013	27,7	24,9	-6,46287	1413,032	
13,5	55,5231	0,2806	115,2512	0,602911	2,411645	2,89516	19,73723	17,7635	27,7	24,9	-7,1395	1405,893	
13,75	55,5231	0,2806	115,8461	0,594932	2,379727	2,798762	19,04816	17,14334	27,7	24,9	-7,75966	1398,133	
14	55,5231	0,2806	116,4333	0,5872	2,348801	2,709697	18,41393	16,57253	27,7	24,9	-8,33047	1389,803	
14,25	55,5231	0,2806	117,013	0,579705	2,318818	2,62712	17,82794	16,04515	27,7	24,9	-8,85785	1380,945	
14,5	55,5231	0,2806	117,5854	0,572434	2,289734	2,550313	17,28464	15,55617	27,7	24,9	-9,34683	1371,598	
14,75	55,5231	0,2806	118,1508	0,565377	2,261507	2,478664	16,7793	15,10137	27,7	24,9	-9,80163	1361,796	
15	55,5231	0,2806	118,7093	0,558524	2,234098	2,411645	16,3079	14,67711	27,7	24,9	-10,2259	1351,57	
15,25	55,5231	0,2806	119,2612	0,551867	2,207469	2,348801	15,86696	14,28027	27,7	24,9	-10,6227	1340,948	
15,5	55,5231	0,2806	119,8066	0,545397	2,181587	2,289734	15,45349	13,90814	27,7	24,9	-10,9949	1329,953	
15,75	55,5231	0,2806	120,3457	0,539105	2,156418	2,234098	15,06487	13,55839	27,7	24,9	-11,3446	1318,608	
16	55,5231	0,2806	120,8787	0,532983	2,131933	2,181587	14,69882	13,22894	27,7	24,9	-11,6741	1306,934	
16,25	55,5231	0,2806	121,4057	0,527025	2,108101	2,131933	14,35334	12,918	27,7	24,9	-11,985	1294,949	
16,5	55,5231	0,2806	121,9269	0,521224	2,084897	2,084897	14,02665	12,62398	27,7	24,9	-12,279	1282,67	
16,75	55,5231	0,2806	122,4425	0,515573	2,062294	2,062294	13,71718	12,34547	27,7	24,9	-12,5575	1270,113	
17	55,5231	0,2806	122,9526	0,510067	2,040267	2,040267	13,56847	12,21162	27,7	24,9	-12,6914	1257,421	
17,25	55,5231	0,2806	123,4573	0,504699	2,018795	2,018795	13,42355	12,0812	27,7	24,9	-12,8218	1244,6	
17,5	55,5231	0,2806	123,9568	0,499464	1,997856	1,997856	13,28228	11,95405	27,7	24,9	-12,9489	1231,651	
17,75	55,5231	0,2806	124,4511	0,494357	1,977428	1,977428	13,14451	11,83006	27,7	24,9	-13,0729	1218,578	
18	55,5231	0											

18,25	55,5231	0,2806	125,425	0,484507	1,93803	1,93803	12,87895	11,59105	27,7	24,9	-13,3119	1192,072
18,5	55,5231	0,2806	125,9047	0,479756	1,919024	1,919024	12,7509	11,47581	27,7	24,9	-13,4272	1178,645
18,75	55,5231	0,2806	126,3799	0,475114	1,900457	1,900457	12,62585	11,36327	27,7	24,9	-13,5397	1165,105
19	55,5231	0,2806	126,8504	0,470579	1,882315	1,882315	12,5037	11,25333	27,7	24,9	-13,6497	1151,455
19,25	55,5231	0,2806	127,3166	0,466145	1,86458	1,86458	12,38433	11,1459	27,7	24,9	-13,7571	1137,698
19,5	55,5231	0,2806	127,7784	0,46181	1,84724	1,84724	12,26765	11,04089	27,7	24,9	-13,8621	1123,836
19,75	55,5231	0,2806	128,236	0,45757	1,830281	1,830281	12,15357	10,93821	27,7	24,9	-13,9648	1109,871
20	55,5231	0,2806	128,6894	0,453422	1,813689	1,813689	12,04199	10,83779	27,7	24,9	-14,0652	1095,806
20,25	55,5231	0,2806	129,1387	0,449363	1,797452	1,797452	11,93282	10,73954	27,7	24,9	-14,1635	1081,643
20,5	55,5231	0,2806	129,5841	0,445389	1,781558	1,781558	11,82599	10,64339	27,7	24,9	-14,2596	1067,383
20,75	55,5231	0,2806	130,0256	0,441499	1,765996	1,765996	11,72142	10,54928	27,7	24,9	-14,3537	1053,029
21	55,5231	0,2806	130,4633	0,437689	1,750755	1,750755	11,61904	10,45713	27,7	24,9	-14,4459	1038,583
21,25	55,5231	0,2806	130,8973	0,433956	1,735824	1,735824	11,51876	10,36688	27,7	24,9	-14,5361	1024,047
21,5	55,5231	0,2806	131,3276	0,430299	1,721195	1,721195	11,42053	10,27847	27,7	24,9	-14,6245	1009,423
21,75	55,5231	0,2806	131,7543	0,426714	1,706856	1,706856	11,32427	10,19185	27,7	24,9	-14,7112	994,7115
22	55,5231	0,2806	132,1775	0,4232	1,6928	1,6928	11,22994	10,10694	27,7	24,9	-14,7961	979,9155
22,25	55,5231	0,2806	132,5972	0,419754	1,679017	1,679017	11,13746	10,02371	27,7	24,9	-14,8793	965,0362
22,5	55,5231	0,2806	133,0136	0,416375	1,6655	1,6655	11,04678	9,9421	27,7	24,9	-14,9609	950,0753
22,75	55,5231	0,2806	133,4267	0,41306	1,65224	1,65224	10,95784	9,862058	27,7	24,9	-15,0409	935,0343
23	55,5231	0,2806	133,8365	0,409807	1,639229	1,639229	10,8706	9,78354	27,7	24,9	-15,1195	919,9149
23,25	55,5231	0,2806	134,2431	0,406615	1,626461	1,626461	10,785	9,706499	27,7	24,9	-15,1965	904,7184
23,5	55,5231	0,2806	134,6466	0,403482	1,613927	1,613927	10,70099	9,630892	27,7	24,9	-15,2721	889,4463
23,75	55,5231	0,2806	135,047	0,400406	1,601623	1,601623	10,61853	9,556678	27,7	24,9	-15,3463	874,0999
24	55,5231	0,2806	135,4444	0,397385	1,58954	1,58954	10,53757	9,483816	27,7	24,9	-15,4192	858,6808
24,25	55,5231	0,2806	135,8388	0,394418	1,577672	1,577672	10,45808	9,412268	27,7	24,9	-15,4907	843,19
24,5	55,5231	0,2806	136,2303	0,391504	1,566014	1,566014	10,38	9,341997	27,7	24,9	-15,561	827,629
24,75	55,5231	0,2806	136,6189	0,38864	1,55456	1,55456	10,3033	9,272967	27,7	24,9	-15,63	811,999
25	55,5231	0,2806	137,0048	0,385826	1,543305	1,543305	10,22794	9,205143	27,7	24,9	-15,6979	796,3011
25,25	55,5231	0,2806	137,3878	0,38306	1,532242	1,532242	10,15388	9,138493	27,7	24,9	-15,7645	780,5366
25,5	55,5231	0,2806	137,7682	0,380342	1,521366	1,521366	10,08109	9,072985	27,7	24,9	-15,83	764,7066
25,75	55,5231	0,2806	138,1458	0,377668	1,510674	1,510674	10,00954	9,008589	27,7	24,9	-15,8944	748,8122
26	55,5231	0,2806	138,5209	0,37504	1,500159	1,500159	9,939193	8,945274	27,7	24,9	-15,9577	732,8545
26,25	55,5231	0,2806	138,8933	0,372454	1,489818	1,489818	9,870014	8,883012	27,7	24,9	-16,02	716,8345
26,5	55,5231	0,2806	139,2632	0,369911	1,479645	1,479645	9,801974	8,821777	27,7	24,9	-16,0812	700,7533
26,75	55,5231	0,2806	139,6307	0,367409	1,469637	1,469637	9,735045	8,76154	27,7	24,9	-16,1415	684,6118
27	55,5231	0,2806	139,9956	0,364947	1,459789	1,459789	9,669197	8,702278	27,7	24,9	-16,2007	668,4111
27,25	55,5231	0,2806	140,3581	0,362524	1,450097	1,450097	9,604404	8,643964	27,7	24,9	-16,259	652,1521
27,5	55,5231	0,2806	140,7183	0,360139	1,440558	1,440558	9,54064	8,586576	27,7	24,9	-16,3164	635,8356
27,75	55,5231	0,2806	141,0761	0,357792	1,431167	1,431167	9,477878	8,53009	27,7	24,9	-16,3729	619,4627
28	55,5231	0,2806	141,4315	0,35548	1,421921	1,421921	9,416094	8,474484	27,7	24,9	-16,4285	603,0342
28,25	55,5231	0,2806	141,7847	0,353204	1,412817	1,412817	9,355263	8,419737	27,7	24,9	-16,4833	586,5509
28,5	55,5231	0,2806	142,1357	0,350963	1,403851	1,403851	9,295364	8,365828	27,7	24,9	-16,5372	570,0138
28,75	55,5231	0,2806	142,4845	0,348755	1,39502	1,39502	9,236373	8,312736	27,7	24,9	-16,5903	553,4235
29	55,5231	0,2806	142,831	0,34658	1,38632	1,38632	9,178269	8,260442	27,7	24,9	-16,6426	536,7809
29,25	55,5231	0,2806	143,1755	0,344437	1,377749	1,377749	9,121031	8,208928	27,7	24,9	-16,6941	520,0869
29,5	55,5231	0,2806	143,5178	0,342326	1,369303	1,369303	9,064639	8,158175	27,7	24,9	-16,7448	503,342
29,75	55,5231	0,2806	143,858	0,340245	1,360981	1,360981	9,009074	8,108166	27,7	24,9	-16,7948	486,5472
30	55,5231	0,2806	144,1962	0,338194	1,352778	1,352778	8,954315	8,058883	27,7	24,9	-16,8441	469,7031
30,25	55,5231	0,2806	144,5324	0,336173	1,344692	1,344692	8,900345	8,010311	27,7	24,9	-16,8927	452,8104
30,5	55,5231	0,2806	144,8666	0,33418	1,336721	1,336721	8,847146	7,962432	27,7	24,9	-16,9406	435,8698
30,75	55,5231	0,2806	145,1988	0,332215	1,328862	1,328862	8,794701	7,915231	27,7	24,9	-16,9878	418,8821
31	55,5231	0,2806	145,5291	0,330278	1,321112	1,321112	8,742993	7,868694	27,7	24,9	-17,0343	401,8478
31,25	55,5231	0,2806	145,8575	0,328367	1,313469	1,313469	8,692006	7,822805	27,7	24,9	-17,0802	384,7676
31,5	55,5231	0,2806	146,1839	0,326483	1,305932	1,305932	8,641723	7,777551	27,7	24,9	-17,1254	367,6421
31,75	55,5231	0,2806	146,5086	0,324624	1,298497	1,298497	8,592131	7,732918	27,7	24,9	-17,1701	350,472
32	55,5231	0,2806	146,8313	0,32279	1,291162	1,291162	8,543213	7,688892	27,7	24,9	-17,2141	333,2579
32,25	55,5231	0,2806	147,1523	0,320981	1,283925	1,283925	8,494955	7,64546	27,7	24,9	-17,2575	316,0004
32,5	55,5231	0,2806	147,4715	0,319196	1,276785	1,276785	8,447344	7,60261	27,7	24,9	-17,3004	298,7
32,75	55,5231	0,2806	147,789	0,317435	1,269739	1,269739	8,400366	7,56033	27,7	24,9	-17,3427	281,3573
33	55,5231	0,2806	148,1047	0,315696	1,262785	1,262785	8,354008	7,518607	27,7	24,9	-17,3844	263,9729
33,25	55,5231	0,2806	148,4186	0,31398	1,255922	1,255922	8,308256	7,47743	27,7	24,9	-17,4256	246,5474
33,5	55,5231	0,2806	148,7309	0,312287	1,249146	1,249146	8,263098	7,436789	27,7	24,9	-17,4662	229,0812
33,75	55,5231	0,2806	149,0415	0,310615	1,242458	1,242458	8,218523	7,396671	27,7	24,9	-17,5063	211,5748
34	55,5231	0,2806	149,3505	0,308964	1,235855	1,235855	8,174518	7,357067	27,7	24,9	-17,5459	194,0289
34,25	55,5231	0,2806	149,6578	0,307334	1,229335	1,229335	8,131073	7,317965	27,7	24,9	-17,585	176,4439
34,5	55,5231	0,2806	149,9636	0,305724	1,222896	1,222896	8,088175	7,279357	27,7	24,9	-17,6236	158,8202
34,75	55,5231	0,2806	150,2677	0,304134	1,216538	1,216538	8,045814	7,241232	27,7	24,9	-17,6618	141,1584
35	55,5231	0,2806	150,5703	0,302564	1,210258	1,210258	8,003979	7,203581	27,7	24,9	-17,6994	123,459
35,25	55,5231	0,2806	150,8713	0,301014	1,204054	1,204054	7,962661	7,166395	27,7	24,9	-17,7366	105,7224
35,5	55,5231	0,2806	151,1708	0,299482	1,197927	1,197927	7,921849	7,129664	27,7	24,9	-17,7733	87,94909
35,75	55,5231	0,2806	151,4687	0,297968	1,191873	1,191873	7,881533	7,09338	27,7	24,9	-17,8096	70,13947
36	55,5231	0,2806	151,7652	0,296473	1,185892	1,185892	7,841704	7,057534	27,7	24,9	-17,8455	52,294
36,25	55,5231	0,2806	152,0602	0,294996	1,179982	1,179982	7,802353	7,022118	27,7	24,9	-17,8809	34,41312
36,5	55,5231	0,2806	152,3537	0,293536	1,174142	1,174142	7,76347	6,987123	27,7	24,9	-17,9159	16,49724
36,75	55,5231	0,2806	152,6458	0,292093	1,168371	1,168371	7,725048	6,952543	27,7	24,9	-17,9505	0

ietogramma chicago, d 24 ore



idrogramma netto di piena, d 24 ore



Dai risultati di calcolo si evince che:

- La linea segnalatrice di possibilità pluviometrica che massimizza il volume di laminazione è quella 1/24 ore;
- Il volume di laminazione per un tempo di ritorno pari a 50 anni e per la durata peggiore è pari a 1.440 mc;
- il tempo di svuotamento è pari a 36,75 ore inferiore alle 48 ore;
- la portata massima convogliabile in fognatura è pari a 27,67 l/s ovvero 100 mc/ora.
- Il volume minimo da calcolo analitico è inferiore al volume calcolato con i requisiti minimi ovvero 1.757 mc.

CONCLUSIONI

Il volume di laminazione esistente pari a 1.405 mc NON risulta sufficiente per laminare le superfici attuali e quelle di progetto:

VOLUME NECESSARIO ALLE SUPERFICI ESISTENTI: 1.028 mc

VOLUME NECESSARIO ALLE SUPERFICI IN PROGETTO: 729 mc

VOLUME NECESSARIO: 1.757 mc.

VOLUME BACINO ESISTENTE: 1.405 mc

VOLUME VASCA/BACINO DA REALIZZARE 352 mc

Pertanto sono necessarie opere di invarianza idraulica per l'ampliamento in progetto.

La portata massima scaricabile in fognatura, per il dimensionamento della pompa, è pari a 27,67 l/s ovvero 100 mc/h.

Sarà realizzato una vasca di laminazione sotterranea ottenuta con l'installazione di ipertubi scatolari in cls armato autoportante categoria I, rettangolari delle dimensioni interne pari a 1,5 x 0,75 m, per una lunghezza pari a 320 m.

VOLUME MINIMO VASCA/BACINO DA REALIZZARE 352 mc

VOLUME VASCA IN PROGETTO $320 * 1,50 * 0,75$ 360 mc

Le verifiche sono soddisfatte.

Il principio dell'invarianza idraulica è perseguito a mezzo di vasca e bacino di laminazione.

Con il presente progetto si sono verificate esclusivamente le opere per il rispetto dell'invarianza idraulica di cui alla L.R. 4/2016, con esclusione della progettazione delle fognature, per gli interventi di ampliamento della sede industriale della Marsilli SpA., all'interno del progetto del piano attuativo.

Le opere di invarianza sono state verificate ai sensi del R.R. 7/2017.

Fontanella, 08 Marzo 2022

Il Progettista