

## RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA

Il progetto prevede la realizzazione delle opere di raccolta, ritenzione ed infiltrazione delle acque meteoriche di dilavamento della superficie stradale prevista all'interno del progetto della "Variante Nord alla SP 216 "Masate-Gessate" e variante Ovest alla SP 176 "Gessate-Bellusco" in Comune di Gessate - LOTTO 1" di classe di criticità idraulica A.

L'intervento interessa una superficie complessiva  $A_{tot}$  di 24.000 m<sup>2</sup> suddivisa in:

Superficie:		Coeff. di deflusso
$A_1 = 12.000 \text{ m}^2$	superficie impermeabilizzata (asfaltature, cordolature, ...)	$\varphi_1 = 1$
$A_2 = 0$	superficie semipermeabile	$\varphi_2 = 0,7$
$A_3 = 12.000 \text{ mq}$	circa di superficie permeabile (banchina, rilevato stradale, ...)	$\varphi_3 = 0,3$

Il coefficiente di deflusso medio è calcolato come:

$$\varphi_{mp} = \frac{A_1 \cdot \varphi_1 + A_2 \cdot \varphi_2 + A_3 \cdot \varphi_3}{A_{tot}} = 0,65$$

La superficie impermeabile complessiva è pari a:  $A_{imp} = \varphi_{mp} \cdot A_{tot} = 15600 \text{ m}^2$

Stante la classe di criticità idraulica, la dimensione complessiva dell'intervento e il valore del coefficiente di deflusso l'intervento, l'intervento ricade nella classe di intervento di "impermeabilizzazione potenziale alta" per la quale è prevista la procedura di calcolo dettagliata per i volumi da dedicare alle opere di invarianza.

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
			Area A, B	Area 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		

Il valore minimo delle opere di invarianza è pari a 800 m<sup>3</sup>/ha di superficie impermeabile, ovvero pari

$$w_0 = 800 \cdot 0,65 \cdot \frac{24000}{10000} = 1248 \text{ m}^3$$

La portata massima scaricabile in un corpo superficiale o in fognatura è pari a 10 l/s.ha di superficie impermeabile ovvero pari a:

$$Q_{u,lim} = 10 \cdot 0,65 \cdot \frac{24000}{10000} = 15,6 \text{ l/s}$$

Per il sito oggetto di intervento sono stati ricavati i dati della curva di possibilità pluviometrica dal sito [idro.arpalombardia.it](http://idro.arpalombardia.it) e che si riportano nella pagina seguente.

In particolare, le opere di invarianza idraulica saranno dimensionate per tempo di ritorno  $T$  pari a 50 anni e saranno verificati i franchi di sicurezza per 100 anni.

## Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *Gessate*  
 Coordinate: 533.238,5; 5.044.212,1

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni)

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

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 30,190001

N - Coefficiente di scala 0,29228

GEV - parametro alpha 0,29460001

GEV - parametro kappa -0,029

GEV - parametro epsilon 0,8211

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:

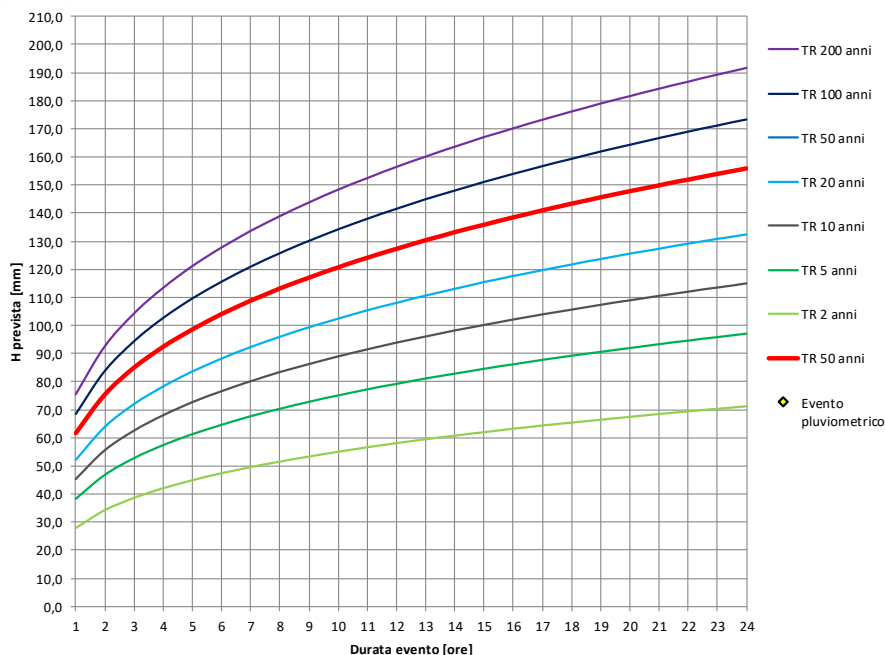
<http://idro.arpalombardia.it/manual/isp.pdf>

[http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA\\_report.pdf](http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf)

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,92965	1,27273	1,50617	1,73491	2,03817	2,27086	2,50742	2,03817245
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	28,1	38,4	45,5	52,4	61,5	68,6	75,7	61,5324284
2	34,4	47,1	55,7	64,1	75,4	84,0	92,7	75,3510142
3	38,7	53,0	62,7	72,2	84,8	94,5	104,4	84,8314823
4	42,1	57,6	68,2	78,5	92,3	102,8	113,5	92,2728957
5	44,9	61,5	72,8	83,8	98,5	109,7	121,2	98,4915582
6	47,4	64,9	76,8	88,4	103,9	115,7	127,8	103,882431
7	49,6	67,9	80,3	92,5	108,7	121,1	133,7	108,669911
8	51,5	70,6	83,5	96,2	113,0	125,9	139,0	112,994992
9	53,3	73,0	86,4	99,6	117,0	130,3	143,9	116,952647
10	55,0	75,3	89,1	102,7	120,6	134,4	148,4	120,610205
11	56,6	77,4	91,6	105,6	124,0	138,2	152,6	124,017311
12	58,0	79,4	94,0	108,3	127,2	141,7	156,5	127,211728
13	59,4	81,3	96,2	110,8	130,2	145,1	160,2	130,222917
14	60,7	83,1	98,3	113,3	133,1	148,3	163,7	133,074351
15	61,9	84,8	100,3	115,6	135,8	151,3	167,0	135,785066
16	63,1	86,4	102,3	117,8	138,4	154,2	170,2	138,370734
17	64,2	88,0	104,1	119,9	140,8	156,9	173,3	140,844427
18	65,3	89,4	105,8	121,9	143,2	159,6	176,2	143,217175
19	66,4	90,9	107,5	123,8	145,5	162,1	179,0	145,49838
20	67,4	92,2	109,1	125,7	147,7	164,6	181,7	147,696126
21	68,3	93,6	110,7	127,5	149,8	166,9	184,3	149,817419
22	69,3	94,8	112,2	129,3	151,9	169,2	186,8	151,868379
23	70,2	96,1	113,7	131,0	153,9	171,4	189,3	153,854381
24	71,1	97,3	115,1	132,6	155,8	173,6	191,6	155,780179

### Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica



Stante le buone caratteristiche di permeabilità dei suoli ai sensi dell'art. 5 comma 3 del RR 7/2017 lo smaltimento dei volumi invasati avverrà mediante infiltrazione nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo evitando lo scarico in corpo idrico o in fognatura comunale.

Il sistema di raccolta, ritenzione e infiltrazione delle acque di pioggia sarà costituito da un fosso drenante sui due lati della strada di forma trapezoidale di base minore 0,5 m, base maggiore 1,5 m e altezza 0,5 m e di pendenza di circa 0,1 % con recapito finale in un sistema di ritenzione e dispersione posizionato centralmente alla rotonda costituito da celle in materiale plastico di dimensioni in pianta di 20x20 m e altezza di circa 2 m.

Per il calcolo del fosso drenante e del sistema di dispersione si è fatto riferimento allo "Standard DWA-A 138E Planning, Construction and Operation of Facilities for the Percolation of Precipitation Water".

In particolare, per il fosso drenante la lunghezza necessaria alla ritenzione e infiltrazione delle acque di pioggia può essere ricavata come:

$$l_{IT} = \frac{A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Thr}}{\frac{b_{IT} \cdot h_{IT} \cdot s_{PIT}}{D \cdot 60 \cdot f_s} + \left(b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}\right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

e il conseguente volume necessario del fosso drenante come:

$$V_{IT} = \left[ A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - \left(b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}\right) \cdot l_{IT} \cdot \frac{k_f}{2} - Q_{Thr} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$

dove:

$A_{imp}$ : area equivalente impermeabile ovvero l'area complessiva dell'intervento ridotta del coefficiente di deflusso medio.

$r_{D(n)}$ : coefficiente udometrico espresso in l/s.ha

$Q_{Thr}$ : portata in uscita in l/s, in questo caso posta pari a 0 in quanto non si prevede scarico verso recettori

$b_{IT}$ : larghezza trincea in m

$h_{IT}$ : altezza della trincea in m

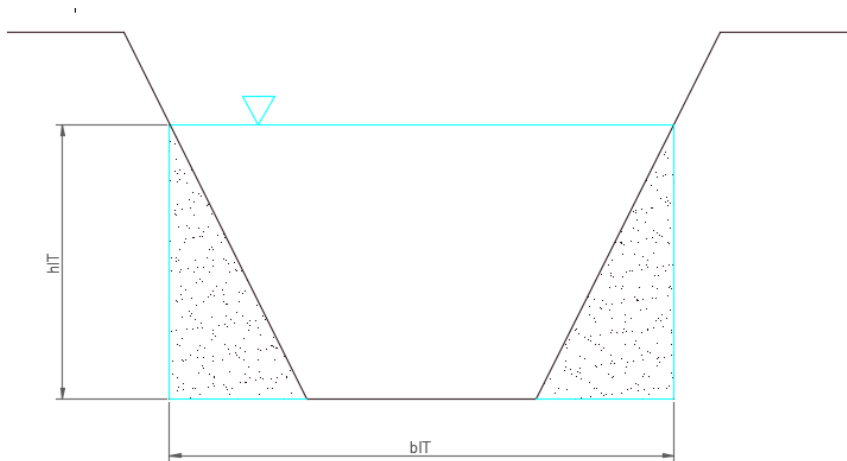
$s_{PIT}$ : coefficiente riempimento del volume di accumulo

$D$ : durata dell'evento di pioggia in minuti

$f_s$ : fattore di sovraccarico

$k_f$ : conducibilità in m/s

Per il fosso drenante avendo forma trapezoidale  $h_{IT}$  coincide con l'altezza del pelo libero nel canale e  $b_{IT}$  pari alla larghezza della base maggiore trapezoidale corrispondente come da figura seguente dove per le sezioni sature adiacenti al canale si è considerata una porosità efficace e quindi un indice di riempimento  $s_{IT}$  pari a 0,2.



Con questo schema di sezione è possibile dimostrare che l'indice di riempimento del volume di accumulo è pari a:

$$s_{PIT} = 1 - (1 - s_{IT}) \frac{h_{IT}}{b_{IT}}$$

Nel caso del canale disperdente è stata considerata una conducibilità del terreno cautelativa che tenga in conto anche del progressivo effetto di litoratura della superficie e quindi di riduzione della capacità di dispersione, ovvero un  $k_f$  pari a  $5 \cdot 10^{-6}$  m/s.

Per quanto riguarda il sistema di dispersione si è considerato di utilizzare un sistema costituito da celle di elementi modulari plastici per i quali si considera un indice dei vuoti  $s_{PIT}$  pari a 0,96.

In fase progettuale è stata fissata la larghezza complessiva dell'elemento disperdente  $b_{IT}$  pari a 20 m, l'altezza dell'elemento  $h_{IT}$  pari a 3 moduli sovrapposti, ovvero 1,98 m considerando una conducibilità dei terreni adiacenti pari a  $5 \cdot 10^{-5}$  m/s, valore cautelativo rispetto alle caratteristiche del terreno per tenere un conto di un graduale intasamento del materasso infiltrante.

Il fattore di sovraccarico  $f_s$  è stato posto pari a 1,2 per tenere in conto della distribuzione dell'intensità di pioggia non uniforme all'interno della durata  $D$  dell'evento.

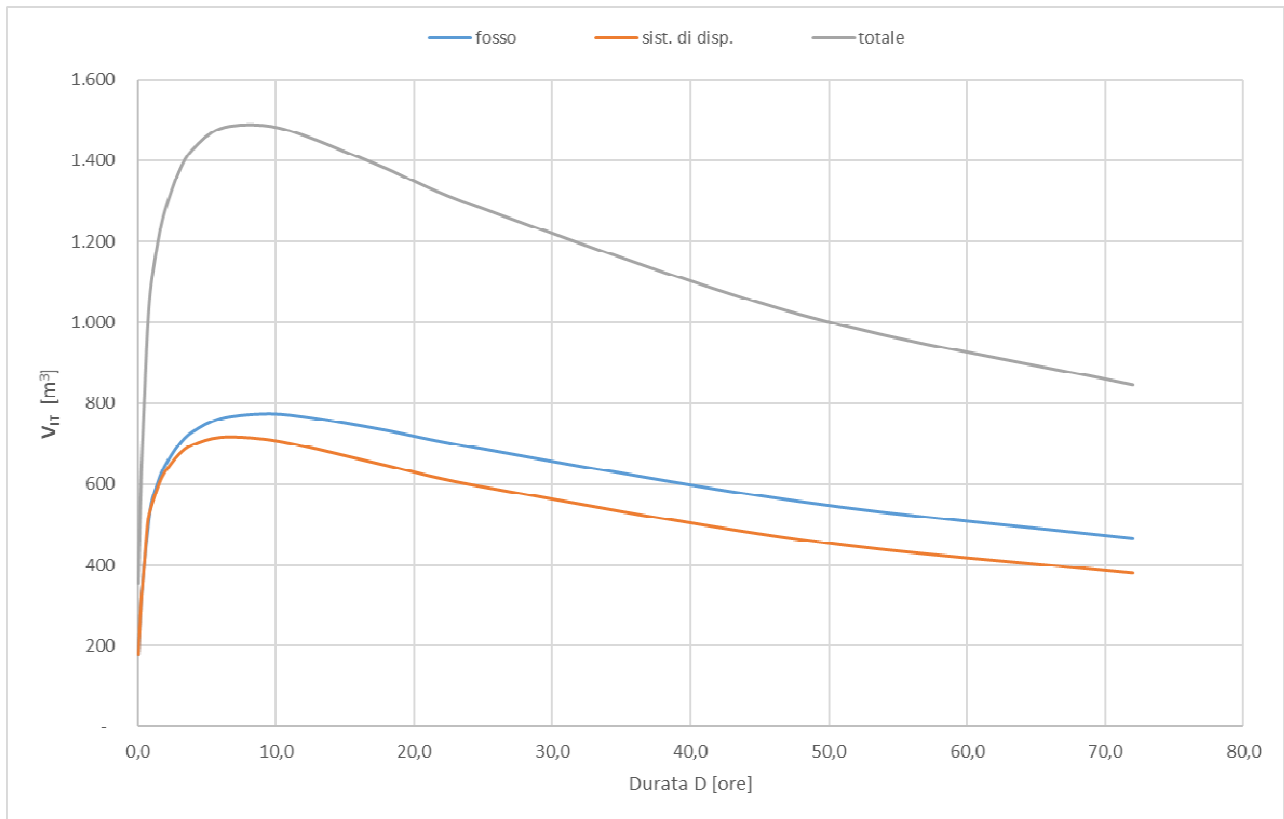
Il calcolo è proceduto ripartendo il quantitativo di pioggia tra i due sistemi di ritenzione e dispersione in misura uguale e, nell'ipotesi di ignorare gli effetti di trasformazioni afflussi-deflussi, considerando un ietogramma di progetto costante, questo equivale a dimensionare i due sistemi singolarmente come se ognuno operasse su metà della superficie interessata.

Per ogni sistema si è proceduto al calcolo della lunghezza della trincea e del volume dell'elemento drenante per diverse durate di pioggia identificando la durata critica  $D_c$  per cui si trova il valore di volume massimonecessario.

In particolare, si è ricavato:

<u>Fosso drenante:</u>	$D_c = 9$ ore	$V_{IT} = 773,75 \text{ m}^3$	$l_{IT} = 2.400 \text{ m}$
<u>Sistema disperdente:</u>	$D_c = 6$ ore	$V_{IT} = 716,12 \text{ m}^3$	$l_{IT} = 18,84 \text{ m}$

Come si può notare le durate critiche sono differenti, pertanto, l'utilizzo combinato dei due sistemi comporta la necessità di un volume inferiore alla somma algebrica dei due volumi come risulta da grafico seguente:



Ragionando comunque in favore di sicurezza si considererà la somma algebrica dei due volumi massimi calcolati ovvero pari a 1736 m<sup>3</sup>, volume superiore al volume minimo calcolato secondo il RR 7/2017 pari a 1248 m<sup>3</sup>.

### VERIFICA TEMPI DI SVUOTAMENTO

I volumi di invarianza devono essere svuotati entro le 48 ore per essere disponibili per un successivo evento meteorico.

Ragionando sempre in favore di sicurezza si è proceduto alla verifica autonoma dei due sistemi da cui risulta:

Canale disperdente: tempo di svuotamento in 26,04 ore < 48 ore verificato

Sistema di dispersione: tempo di svuotamento in 20,78 ore < 48 ore verificato

### VERIFICA DEI FRANCHI DI SICUREZZA a T = 100 anni

Per quanto riguarda il canale disperdente si è proceduto utilizzando le formule di dimensionamento ricavando l'altezza del pelo libero nel canale  $h_{IT}$  che mantenga invariata la lunghezza del canale ed ottenendo  $h_{IT} = 0,38$  m, valore inferiore all'altezza del canale pari a 0,5 m e quindi verificato.

Per quanto riguarda il sistema di dispersione si è preferito visto la differenza limitata dimensionare il sistema disperdente per T = 100 anni ottenendo una leggera differenza di lunghezza dell'elemento ovvero pari a  $h_{IT} = 20,99$  m.

Di seguito si riportano i fogli di calcolo dei singoli elementi.

## VERIFICA IDRAULICA DEL CANALE

Si è proceduto alla verifica idraulica dei canali di scolo nell'ipotesi cautelativa che non siano disperdenti.

### Calcolo delle portate di pioggia

Per il calcolo delle portate di pioggia è stato utilizzato il metodo italiano dell'invaso lineare dove la portata massima di pioggia è data da:

$$Q = u \cdot A$$

dove:

A = area totale che insiste sul tronco in esame (ha);

$$u = \frac{2168 \cdot n \cdot (\varphi \cdot a)^{\frac{1}{n}}}{w^{\frac{1}{n}}}$$

u = coefficiente udometrico (l/s.ha) calcolato come:

dove:

$\varphi$  = coefficiente di afflusso medio;

a e n = coefficienti della curva di possibilità climatica;

w = volume specifico di invaso (m).

Il volume specifico di invaso è stato calcolato come:

$$w = \frac{W_{tot}}{A_{tot}}$$

con:

$$W_{tot} = w_0 \cdot A_p + W_p + \frac{u}{\varphi} \cdot \sum_{j=1}^n W_j \cdot \frac{\varphi_j}{u_j}$$

dove:

A<sub>tot</sub> = area totale che insiste sul tronco (come somma dell'area di pertinenza del tronco in oggetto e delle aree dei tronchi di monte (ha);

A<sub>p</sub> = area di pertinenza del tronco in oggetto (ha);

w<sub>p</sub> = volume dei piccoli invasi dell'area di pertinenza del tronco in oggetto (m<sup>3</sup>/ha);

W<sub>p</sub> = volume di invaso proprio del tronco in oggetto (m<sup>3</sup>), stimato come prodotto dell'area bagnata per la lunghezza del tronco;

$\varphi$ , u = coefficiente di afflusso e coefficiente udometrico del tronco in oggetto;

$\varphi_j$ ,  $u_j$ , W<sub>j</sub> = coefficiente di afflusso, coefficiente udometrico e volume di invaso totale dei tronchi a monte di quello in oggetto

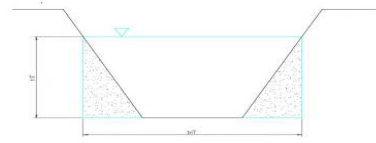




**Elemento: FOSSO DISPERDENTE**

Tempo di ritorno	T	=	50	anni
Parametro a pioggia	< 1 ora	a	=	61,53243
Parametro n pioggia	< 1 ora	n	=	0,47085
Parametro a pioggia	> 1 ora	a	=	61,53243
Parametro n pioggia	> 1 ora	n	=	0,292280
Coefficiente di infiltrazione	k	=	0,000005	m/sec
Superficie	S	=	7.800	mq
Impermeabile	1	=	6.000	mq
semipermeabile	0,7	=	-	mq
Permeabile	0,3	=	6.000	mq

coefficiente volume di accumulo	$s_{IT}$	=	0,20	
Larghezza trincea	$b_{IT}$	=	1,20	m
Altezza trincea	$h_{IT}$	=	0,35	m
coefficiente volume di accumulo	$s_{PIT}$	=	0,77	



$$s_{PIT} = 1 - (1 - s_{IT}) \frac{h_{IT}}{b_{IT}}$$

Accelerazione del deflusso	$Q_{Thr}$	=	-	l/sec
Accelerazione del deflusso	$Q_{Thr}$	=	0	l/sec*ha
Fattore di sovraccarico	$f_s$	=	1,2	

**Volume di accumulo richiesto**  $V_{Sw} = 773,75$  mc

**Volume ottenuto**  $V = 773,75$  mc

Superficie disperdente utile (base + 1/4 lato lungo)  $S_{disp} = 3.301,76$  mq

Tempo di svuotamento  $t = 26,04$  ore

Velocità di infiltrazione  $Q_s = 8,25$  l/sec

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf/2)$$

$$\frac{kf \left[ \frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m2] * 1000 = Q_s \left[ \frac{l}{s} \right]$$

Durata pioggia	$r_{D(n)}$ l/(s*ha)	$V_{IT}$ mc	L m
<b>D</b>			
5 min	0,083 ore	636,58	178,07
10 min	0,167 ore	441,13	245,85
15 min	0,250 ore	355,95	296,43
20 min	0,333 ore	305,68	338,15
30 min	0,500 ore	246,66	406,21
45 min	0,750 ore	199,03	486,18
60 min	1,000 ore	170,92	550,57
90 min	1,500 ore	128,29	606,48
120 min	2,000 ore	104,65	645,76
180 min	3,000 ore	78,55	697,58
240 min	4,000 ore	64,08	729,24
360 min	6,000 ore	48,09	761,71
540 min	9,000 ore	36,10	773,75
720 min	12,000 ore	29,45	766,69
1080 min	18,000 ore	22,10	732,70
1440 min	24,000 ore	18,03	692,33
2880 min	48,000 ore	11,04	555,88
4320 min	72,000 ore	8,29	465,52

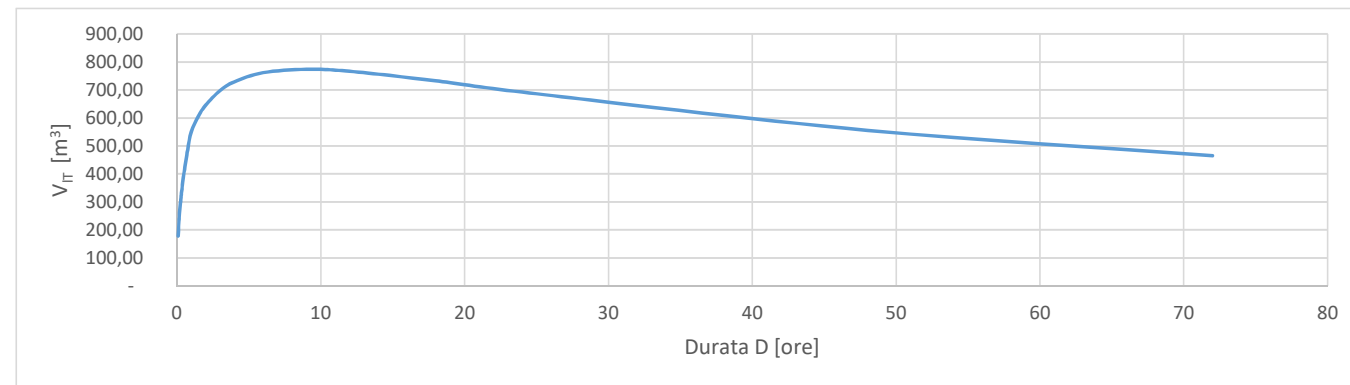
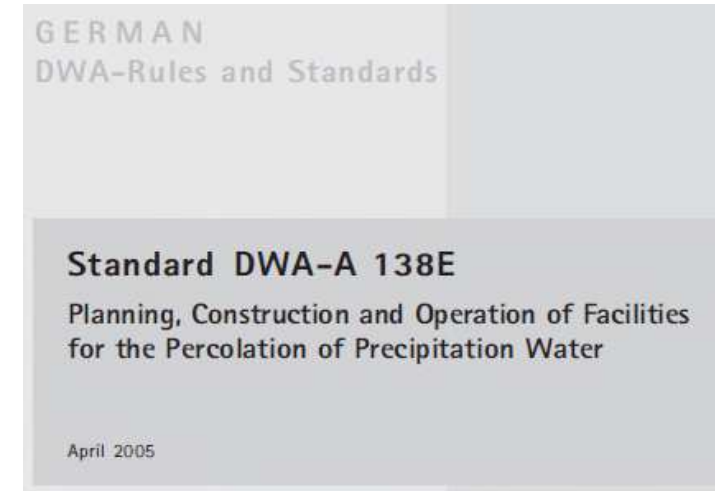
**Lunghezza richiesta**  $L = 2.400,00$  m

**STEP 1**

$$I_{IT} = \frac{A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Thr}}{\frac{b_{IT} \cdot h_{IT} \cdot s_{PIT}}{D \cdot 60 \cdot f_s} + \left( b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2} \right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

**STEP 2**

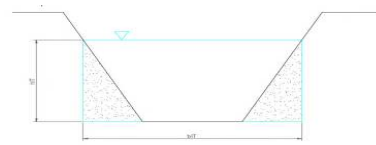
$$V_{IT} = \left[ A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - \left( b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2} \right) \cdot I_{IT} \cdot \frac{k_f}{2} - Q_{Thr} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$



**Elemento: FOSSO DISPERDENTE**

Tempo di ritorno	T	=	100	anni
Parametro a pioggia < 1 ora	a	=	68,55716	
Parametro n pioggia < 1 ora	n	=	0,47085	
Parametro a pioggia > 1 ora	a	=	68,55716	
Parametro n pioggia > 1 ora	n	=	0,292280	
Coefficiente di infiltrazione	k	=	0,000005	m/sec
Superficie	S	=	7.800	mq
Impermeabile	1	=	6.000	mq
semipermeabile	0,7	=	-	mq
Permeabile	0,3	=	6.000	mq

coefficiente volume di accumulo	$s_{IT}$	=	0,20	
Larghezza trincea	$b_{IT}$	=	1,26	m
Altezza trincea	$h_{IT}$	=	0,38	m
coefficiente volume di accumulo	$s_{PIT}$	=	0,76	



$$s_{PIT} = 1 - (1 - s_{IT}) \frac{h_{IT}}{b_{IT}}$$

Accelerazione del deflusso	$Q_{Thr}$	=	-	l/sec
Accelerazione del deflusso	$Q_{Thr}$	=	0	l/sec*ha
Fattore di sovraccarico	$f_s$	=	1,2	

**Volume di accumulo richiesto**  $V_{Sw} = 880,00$  mc

**Volume ottenuto**  $V = 880,00$  mc

Superficie disperdente utile (base + 1/4 lato lungo)  $S_{disp} = 3.494,36$  mq

Tempo di svuotamento  $t = 27,98$  ore

Velocità di infiltrazione  $Q_s = 8,74$  l/sec

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf / 2)$$

$$\frac{kf \left[ \frac{m}{s} \right] * AS[m^2] * 1000 = Q_s \left[ \frac{l}{s} \right]}$$

Durata pioggia	$r_{D(n)}$ l/(s*ha)	$V_{IT}$ mc	L m
<b>D</b>			
5 min	0,083 ore	709,26	198,45
10 min	0,167 ore	491,49	274,06
15 min	0,250 ore	396,58	330,54
20 min	0,333 ore	340,58	377,15
30 min	0,500 ore	274,82	453,29
45 min	0,750 ore	221,75	542,94
60 min	1,000 ore	190,44	615,31
90 min	1,500 ore	142,93	678,77
120 min	2,000 ore	116,60	723,73
180 min	3,000 ore	87,51	783,83
240 min	4,000 ore	71,39	821,37
360 min	6,000 ore	53,58	861,64
540 min	9,000 ore	40,22	880,00
720 min	12,000 ore	32,81	875,88
1080 min	18,000 ore	24,62	842,89
1440 min	24,000 ore	20,09	800,57
2880 min	48,000 ore	12,30	650,45
4320 min	72,000 ore	9,23	547,91

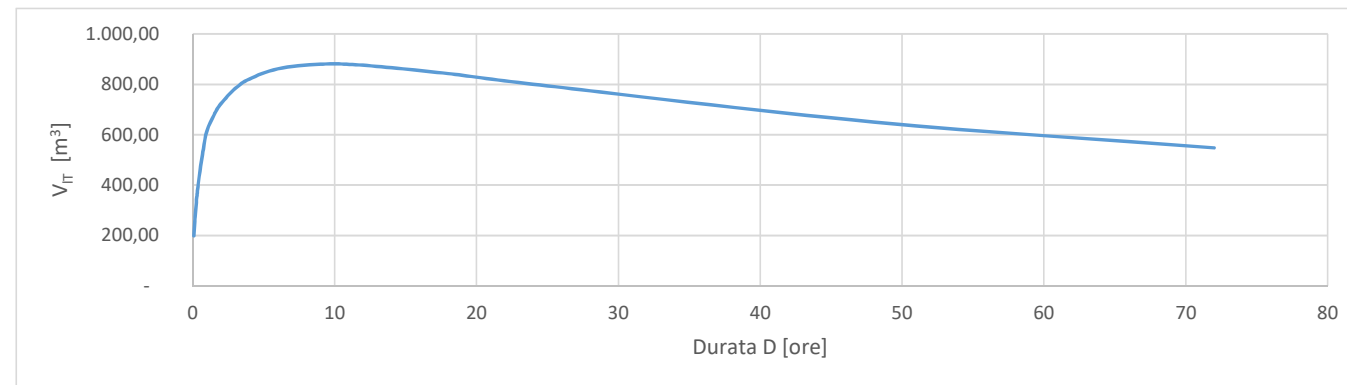
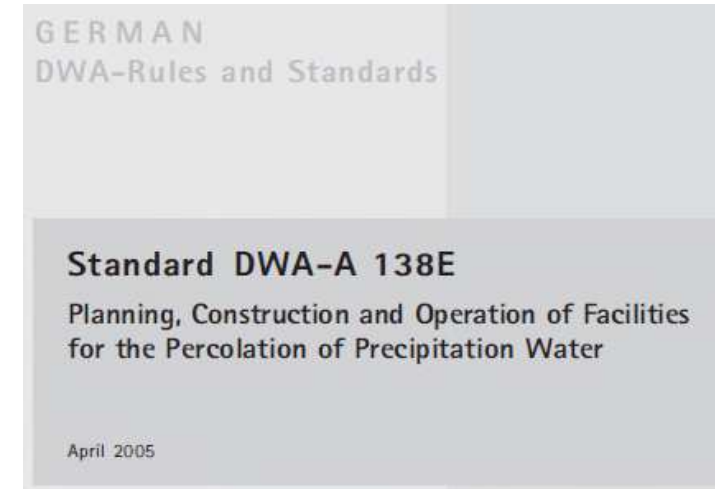
**Lunghezza richiesta**  $L = 2.400,00$  m

**STEP 1**

$$I_{IT} = \frac{A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Thr}}{\frac{b_{IT} \cdot h_{IT} \cdot s_{PIT}}{D \cdot 60 \cdot f_s} + \left( b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2} \right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

**STEP 2**

$$V_{IT} = \left[ A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - \left( b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2} \right) \cdot I_{IT} \cdot \frac{k_f}{2} - Q_{Thr} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$



**Elemento: SISTEMA DISPERSENTE**

Tempo di ritorno	T	=	50	anni
Parametro a pioggia	< 1 ora	a	=	61,53235
Parametro n pioggia	< 1 ora	n	=	0,470847
Parametro a pioggia	> 1 ora	a	=	61,53235
Parametro n pioggia	> 1 ora	n	=	0,292280
Coefficiente di infiltrazione	k	=	0,00005	m/sec
Superficie	S	=	7.800	mq
Impermeabile	1	=	6.000	mq
semipermeabile	0,7	=	-	mq
Permeabile	0,3	=	6.000	mq

coefficiente volume di accumulo  $s_{IT} = 0,96$

Larghezza trincea	$b_{IT}$	=	20	m
Numero di strati	N	=	3	
Altezza singolo modulo	$h'_{IT}$	=	0,66	m
Altezza trincea	$h_{IT}$	=	1,98	m

Accelerazione del deflusso	$Q_{Thr}$	=	-	l/sec
Accelerazione del deflusso	$Q_{Thr}$	=	0	l/sec*ha
Fattore di sovraccarico	$f_s$	=	1,2	

**Volume di accumulo richiesto**  $V_{Sw} = 716,12$  mc

**Volume ottenuto**  $V = 729,91$  mc

Superficie dispersente utile (base + 1/4 lato lungo)  $S_{disp} = 390,34$  mq

Tempo di svuotamento  $t = 20,78$  ore

Velocità di infiltrazione  $Q_s = 9,76$  l/sec

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf/2)$$

$$\frac{kf \left[ \frac{m}{s} \right] * AS[m2] * 1000 = Qs \left[ \frac{l}{s} \right]}$$

Durata pioggia	$r_{D(n)}$ l/(s*ha)	$V_{IT}$ mc	L m
<b>D</b>			
5 min	0,083 ore	636,58	177,87
10 min	0,167 ore	441,13	245,30
15 min	0,250 ore	355,95	295,44
20 min	0,333 ore	305,68	336,65
30 min	0,500 ore	246,66	403,53
45 min	0,750 ore	209,52	506,83
60 min	1,000 ore	170,92	543,53
90 min	1,500 ore	128,29	595,17
120 min	2,000 ore	104,65	630,13
180 min	3,000 ore	78,55	673,53
240 min	4,000 ore	64,08	697,34
360 min	6,000 ore	48,09	716,12
540 min	9,000 ore	36,10	712,37
720 min	12,000 ore	29,45	694,06
1080 min	18,000 ore	22,10	646,54
1440 min	24,000 ore	18,03	599,76
2880 min	48,000 ore	11,04	462,31
4320 min	72,000 ore	8,29	379,76

**Lunghezza richiesta**  $L = 18,84$  m

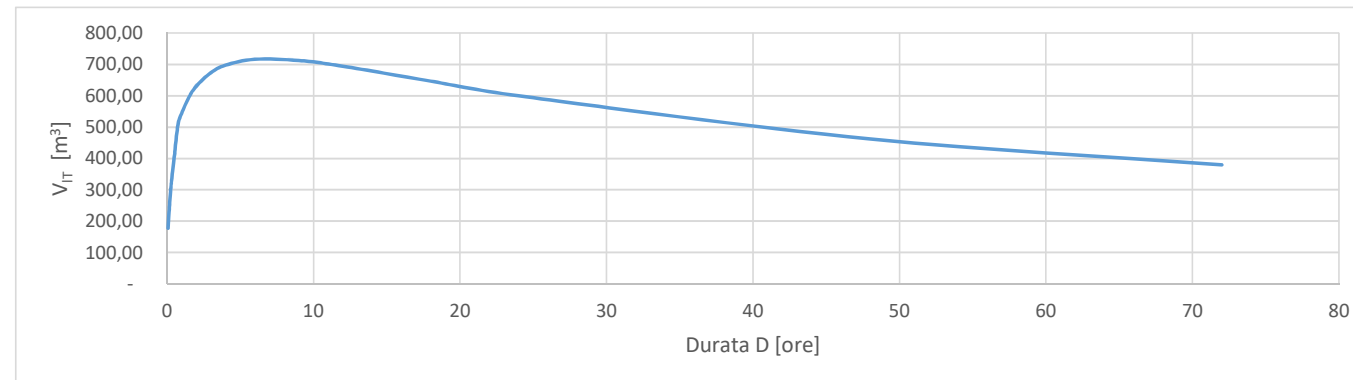
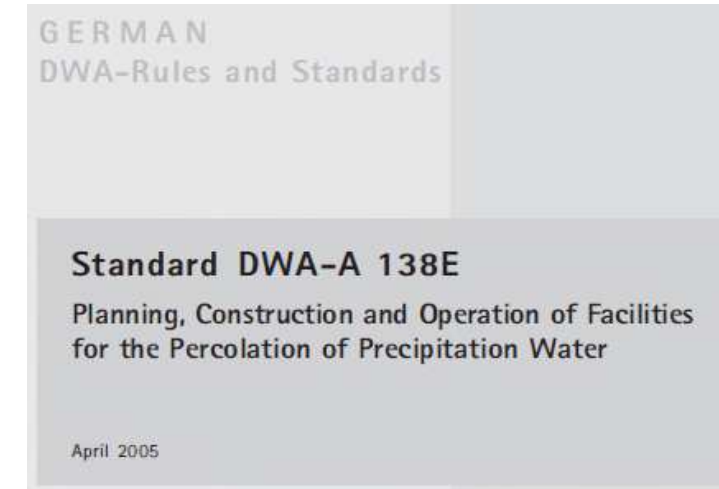
**arrotondato a**  $L = 19,20$  m

**STEP 1**

$$I_{IT} = \frac{A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{b_{IT} \cdot h_{IT} \cdot s_{PIT}}{D \cdot 60 \cdot f_s} + (b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

**STEP 2**

$$V_{IT} = \left[ A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - (b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}) \cdot I_{IT} \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$



**Elemento: SISTEMA DISPONENTE**

Tempo di ritorno	T	=	50	anni
Parametro a pioggia	< 1 ora	a	=	68,55716
Parametro n pioggia	< 1 ora	n	=	0,47085
Parametro a pioggia	> 1 ora	a	=	68,55716
Parametro n pioggia	> 1 ora	n	=	0,292280
Coefficiente di infiltrazione	k	=	0,00005	m/sec
Superficie	S	=	7.800	m <sup>2</sup>
Impermeabile	1	=	6.000	m <sup>2</sup>
semipermeabile	0,7	=	-	m <sup>2</sup>
Permeabile	0,3	=	6.000	m <sup>2</sup>

coefficiente volume di accumulo  $s_{IT} = 0,96$

Larghezza trincea	$b_{IT}$	=	20	m
Numero di strati	N	=	3	
Altezza singolo modulo	$h'_{IT}$	=	0,66	m
Altezza trincea	$h_{IT}$	=	1,98	m

Accelerazione del deflusso	$Q_{Thr}$	=	-	l/sec
Accelerazione del deflusso	$Q_{Thr}$	=	0	l/sec*ha
Fattore di sovraccarico	$f_s$	=	1,2	

Volume di accumulo richiesto  $V_{Sw} = 797,88$  mc

Volume ottenuto  $V = 821,15$  mc

Superficie disperdente utile (base + 1/4 lato lungo)  $S_{disp} = 439,13$  m<sup>2</sup>

Tempo di svuotamento  $t = 20,78$  ore

Velocità di infiltrazione  $Q_s = 10,98$  l/sec

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf/2)$$

$$\frac{kf \left[ \frac{m}{s} \right] * AS[m^2] * 1000 = Q_s \left[ \frac{l}{s} \right]}$$

Durata pioggia	$r_{D(n)}$ l/(s*ha)	$V_{IT}$ mc	L m
<b>D</b>			
5 min	0,083 ore	709,26	198,17
10 min	0,167 ore	491,49	273,30
15 min	0,250 ore	396,58	329,17
20 min	0,333 ore	340,58	375,09
30 min	0,500 ore	274,82	449,60
45 min	0,750 ore	233,44	564,69
60 min	1,000 ore	190,44	605,58
90 min	1,500 ore	142,93	663,12
120 min	2,000 ore	116,60	702,07
180 min	3,000 ore	87,51	750,43
240 min	4,000 ore	71,39	776,95
360 min	6,000 ore	53,58	797,88
540 min	9,000 ore	40,22	793,69
720 min	12,000 ore	32,81	773,29
1080 min	18,000 ore	24,62	720,36
1440 min	24,000 ore	20,09	668,23
2880 min	48,000 ore	12,30	515,09
4320 min	72,000 ore	9,23	423,11

Lunghezza richiesta  $L = 20,99$  m

arrotondato a  $L = 21,60$  m

**STEP 1**

$$I_{IT} = \frac{A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{b_{IT} \cdot h_{IT} \cdot s_{PIT}}{D \cdot 60 \cdot f_s} + (b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

**STEP 2**

$$V_{IT} = \left[ A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - (b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}) \cdot I_{IT} \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$

