

Comune di VIGEVANO

Provincia di Pavia

OPERE DI URBANIZZAZIONE IN VIA TORTONA

PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

Elaborato OB

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Giugno 2025

IL PROGETTISTA

Ing. Paolo Piccioli Cappelli *

*Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del testo unico D.P.R. 28 dicembre 2000 n. 445 del D.Lgs. 7 marzo 2005 n. 82 e norme collegate, il quale sostituisce il testo cartaceo e la firma autografa

INDICE

1. RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA 3

1.1 Generalità – ambito urbanistico e relazione geologica di riferimento 3

1.2 Inquadramento 5

1.3 Generalità - normativa di riferimento 5

1.4 Calcolo della portata critica meteorica 7

1.4.1 Curve di Possibilità Pluviometrica 7

1.4.2 Tempo di corrivazione 10

1.4.3 Portata al colmo 10

1.4.4 Dimensionamento e verifica dei collettori 10

1.5 Verifica statica delle condotte fognarie 13

1.6 Dimensionamento sistema disperdente 19

1.6.1 Permeabilità del terreno 19

1.6.2 Dimensionamento sistema disperdente 20

1.6.3 Piano di Manutenzione 26

1. RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Regione Lombardia ha emanato, con pubblicazione sul B.U.R.L. del 24.11.2017 Suppl. Ord., il Regolamento Regionale 23 novembre 2017 – n. 7, avente per oggetto “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’art. 58bis della legge regionale 11 marzo 2005 n. 12 (Legge per il governo del territorio)”.

Il R.R. n. 7/2017 veniva poi modificato con:

- Regolamento Regionale n. 7 del 29 giugno 2018
- Regolamento Regionale n. 8 del 19 aprile 2019
- Regolamento Regionale n. 3 del 28 marzo 2025

Gli aggiornamenti intervenuti hanno definito che non sono soggette al rispetto dei criteri di Invarianza Idrologica e Idraulica gli interventi di manutenzione straordinaria di infrastrutture stradali.

Si riporta l’estratto della norma:

R.R. 7/2017 e s.m.i. - art. 3, comma 3

3. Nell’ambito degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, assoggettati ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, sono esclusi dall’applicazione del presente regolamento:

- a) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete ciclopedonale, stradale e autostradale;*

Le nuove opere richiedono tuttavia la regimazione delle acque meteoriche, attualmente collettate solo in parte, e pertanto il sistema di smaltimento viene organizzato con i requisiti di invarianza idrologica ed idraulica.

1.1 Generalità – ambito urbanistico e relazione geologica di riferimento

La presente relazione è relativa a una porzione dell’ambito urbanistico già affrontato dalla Relazione di Invarianza Idraulica del dott. Geol. M. Visconti, dell’ottobre 2018 con le successive modifiche e integrazioni. Committente diretto era la soc. Tigros, committente indiretto era il Comune di Vigevano, trattandosi della realizzazione di opere di urbanizzazione pubbliche a carico di privato.

Si riportano gli estratti più significativi ai fini del presente documento.

Fig.: Estratti della relazione del dott. Geol. M. Visconti

Studio dell'invarianza idraulica

Criteri e metodi per il rispetto dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della L.R. 12/2005 secondo la D.G.R. 20.11.2017, n.X/7372 e R.R. n.7 del 23.11.2017

A cura di:
Dr. Geol. Maurizio Visconti
Ordine Geologi della Regione Lombardia n. 433 AP – sez. A
Corso Milano 2 - 27029 Vigevano (PV)
contatti: 0381-74070 393-9877798
email: m.visconti@studio-visconti.it
p.e.c.: mauriziovisconti@cp.ap.sicurezza postale.it



Ottobre 2018

ALL 02.1 Comparti di intervento opere di urbanizzazione



1.2 Inquadramento

Le immagini seguenti individuano la posizione dell'intervento rispetto al contesto territoriale.

Fig.: Estratti satellitari



Per l'identificazione catastale si rimanda ai documenti preordinati all'acquisizione delle aree, predisposti dall'ufficio patrimonio del Comune di Vigevano.

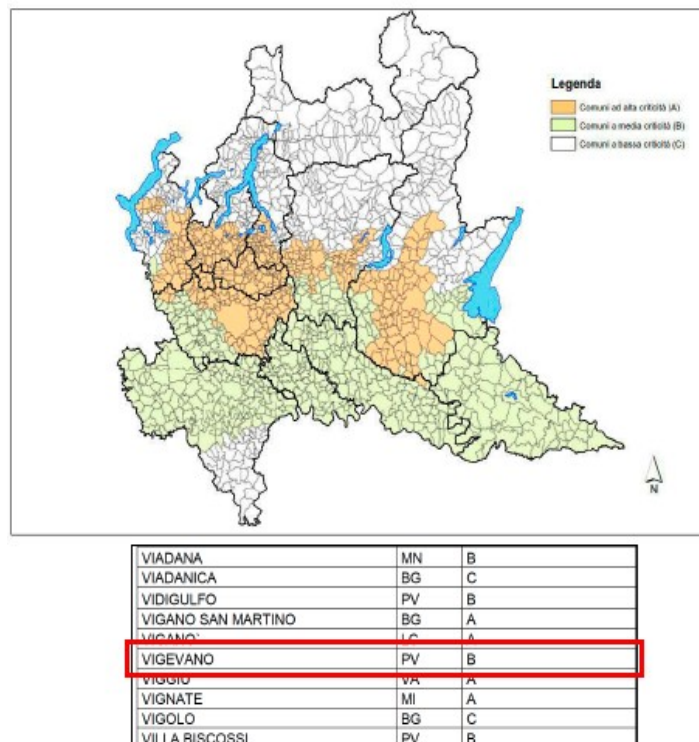
1.3 Generalità - normativa di riferimento

La superficie di intervento.

Tab.: caratteristiche bacino idraulico

SUPERFICIE IMPERMEABILE	S (mq)	coeff. Deflusso	S imp (ha)
VIA TORTONA - BACINO 1	4100	1	0,4100
VIA TORTONA - BACINO 2	1000	1	0,1000

Il Comune di Vigevano è inserito dall'Allegato C al Regolamento Regionale n. 7, in area B, ovvero in area a media criticità idraulica.



La tabella 1 del R.R. 7/2017 modificata dal R.R. 8/2019 definisce, anche in funzione della superficie interessata dall'intervento e del coefficiente di deflusso, la classe dello stesso.

Tab.: tabella 1 R.R. 8/2019

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, 8	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e Allegato G)	
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da >1.000 a ≤10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (>10.000 a ≤100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤10 ha (>10.000 a ≤100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e Allegato G)	
		> 10 ha(> 100.000 mq)	qualsiasi		
				Requisiti minimi art. 12 comma 2	

Si procede con la progettazione adottando il metodo delle sole piogge, con verifica dei requisiti minimi.

1.4 Calcolo della portata critica meteorica

1.4.1 Curve di Possibilità Pluviometrica

La determinazione della precipitazione di progetto avviene attraverso la preliminare ricostruzione di un ietogramma sintetico derivante dall'elaborazione delle piogge intense registrate all'interno e nelle aree contermini del bacino che occorre modellare. Questa fase conduce alla determinazione delle curve di possibilità pluviometrica media da associare a tale territorio ossia delle curve che legano, per assegnati tempi di ritorno, le altezze di precipitazione h alle corrispondenti durate t .

Il legame funzionale tra altezza di pioggia $h(t)$ e durata t viene di solito espresso da una relazione monomia del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

dove a ed n sono i parametri caratteristici della stazione e rappresentano rispettivamente l'altezza di precipitazione relativa alla durata di un'ora e n la pendenza della retta che rappresenta la seguente relazione in un cartogramma probabilistico:

$$\log h = \log a + n \log t$$

La stima dei parametri a ed n viene effettuata riportando su tale piano le coppie di punti (t, h) e regolarizzandoli su una retta (quando non risulti più conveniente l'uso di una spezzata a due o più lati). Tali punti devono ovviamente essere tra loro omogenei, nel senso che devono avere un medesimo tempo di ritorno T .

Per la verifica idrologica dei volumi di pioggia si fa riferimento alle portate di pioggia intense, adottando il tempo di ritorno per il dimensionamento di $T=50$ anni, suggerito dal R.R. 7/2017 e s.m.i. per la progettazione dell'invarianza idraulica, oltre a verifiche degli effetti dell'evento per $T=100$ anni.

Consultando il Portale Idrologico di Arpa Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>) è possibile ricavare le curve di interesse.

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: VIGEVANO

Coordinate:

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni) 50

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

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 28.28

N - Coefficiente di scala 0.31

GEV - parametro alpha 0.2971

GEV - parametro kappa -0.0656

GEV - parametro epsilon 0.8075

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:

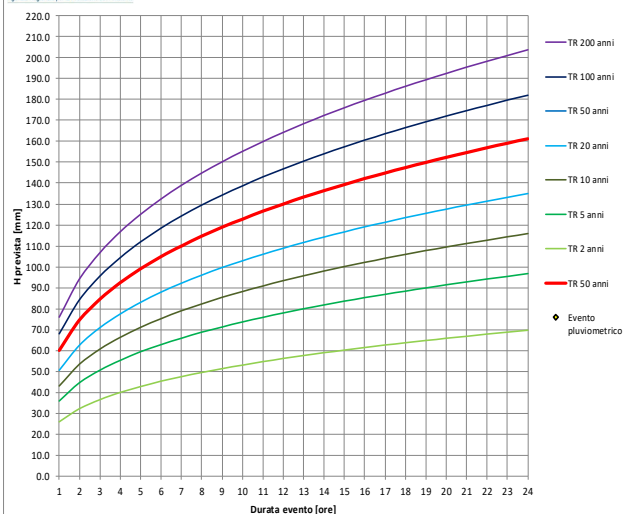
<http://idro.arpa.lombardia.it/manual/Ispp.pdf>

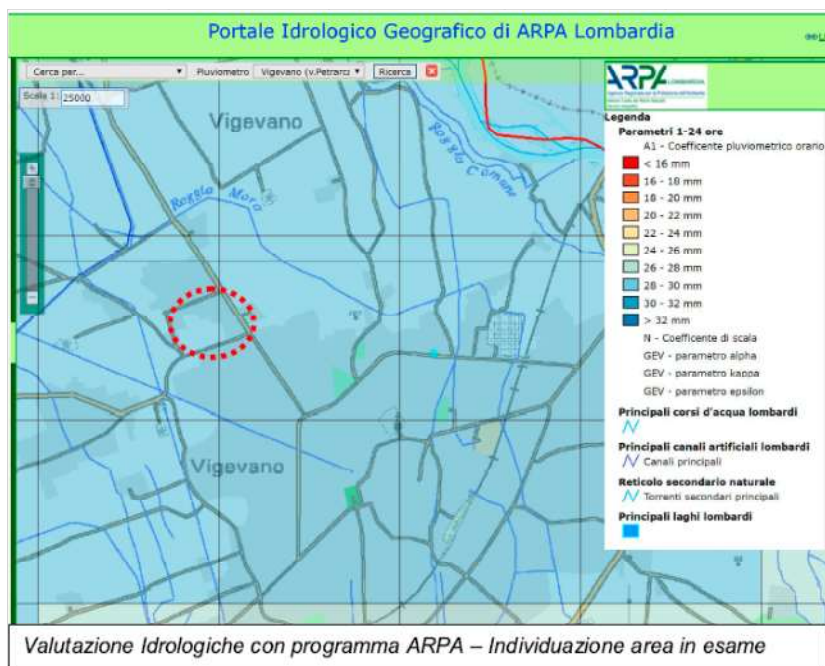
http://idro.arpa.lombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	
wT	0.91771	1.27579	1.52795	1.78178	2.12865	2.40283	2.68879	2.1286454
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	26.0	36.1	43.2	50.4	60.2	68.0	76.0	60.198092
2	32.2	44.7	53.6	62.5	74.6	84.2	94.3	74.6280382
3	36.5	50.7	60.7	70.8	84.6	95.5	106.9	84.6233698
4	39.9	55.4	66.4	77.4	92.5	104.4	116.9	92.5169536
5	42.7	59.4	71.2	83.0	99.1	111.9	125.2	99.1433131
6	45.2	62.9	75.3	87.8	104.9	118.4	132.5	104.908243
7	47.4	66.0	79.0	92.1	110.0	124.2	139.0	110.043177
8	49.4	68.7	82.3	96.0	114.7	129.5	144.9	114.69398
9	51.3	71.3	85.4	99.6	119.0	134.3	150.3	118.959164
10	53.0	73.7	88.2	102.9	122.9	138.7	155.3	122.908729
11	54.6	75.9	90.9	106.0	126.6	142.9	159.9	126.59439
12	56.1	77.9	93.4	108.9	130.1	146.8	164.3	130.055557
13	57.5	79.9	95.7	111.6	133.3	150.5	168.4	133.323027
14	58.8	81.8	97.9	114.2	136.4	154.0	172.3	136.421373
15	60.1	83.5	100.0	116.7	139.4	157.3	176.0	139.370551
16	61.3	85.2	102.1	119.0	142.2	160.5	179.6	142.18701
17	62.5	86.8	104.0	121.3	144.9	163.5	183.0	144.884489
18	63.6	88.4	105.9	123.4	147.5	166.5	186.3	147.474592
19	64.7	89.9	107.6	125.5	150.0	169.3	189.4	149.967221
20	65.7	91.3	109.4	127.5	152.4	172.0	192.5	152.370897
21	66.7	92.7	111.0	129.5	154.7	174.6	195.4	154.693016
22	67.7	94.1	112.7	131.4	156.9	177.2	198.2	156.940039
23	68.6	95.4	114.2	133.2	159.1	179.6	201.0	159.11765
24	69.5	96.6	115.7	135.0	161.2	182.0	203.7	161.230875

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica





Parametri CPP	Valore	http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	28,28	
N - Coefficiente di scala	0,31	
GEV - parametro alpha	0,2971	
GEV - parametro kappa	-0,0656	
GEV - parametro epsilon	0,8075	

Coefficienti CPP				
d<1h	T10	T20	T50	T100
a	43,210	50,389	60,198	67,952
n	0,500	0,500	0,500	0,500
d>1h	T10	T20	T50	T100
wT	1,52795	1,78178	2,12865	2,40283
a	43,210	50,389	60,198	67,952
n	0,310	0,310	0,310	0,310

Le curve di possibilità pluviometrica di riferimento per la zona di interesse sono le seguenti:

Calcolo Portate Critiche

$$\begin{aligned}
 T=20 \text{ anni} \quad t < 1 \text{ ora} \quad h &= 50,389 t^{0.5} \\
 T=20 \text{ anni} \quad t > 1 \text{ ora} \quad h &= 50,389 t^{0.310}
 \end{aligned}$$

Calcolo Laminazione e Invarianza Idraulica

$$\begin{aligned}
 T=50 \text{ anni} \quad t < 1 \text{ ora} \quad h &= 60,198 t^{0.5} \\
 T=50 \text{ anni} \quad t > 1 \text{ ora} \quad h &= 60,198 t^{0.310}
 \end{aligned}$$

1.4.2 Tempo di corrivazione

Per una fognatura urbana il tempo di corrivazione t_c può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete fognaria fino alla sezione di chiusura considerata.

Il tempo di corrivazione è dato da:

$$t_c = t_a + t_r \text{ [s]}$$

dove

t_a = tempo di accesso in rete [s]

t_r = tempo di rete [s]

Il tempo di accesso in rete è in genere di difficile determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa e dal livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché dall'altezza di pioggia precedente l'evento critico di progetto; tuttavia il valore normalmente assunto nella progettazione è sempre stato compreso entro l'intervallo di 5 – 15 minuti; i valori più bassi per le aree di minore estensione, più attrezzate e di maggiore pendenza e i valori più alti nei casi opposti.

Nel caso in esame, vista la modesta estensione delle aree scolanti viene assunto pari a $t_a = 5$ minuti. Il tempo di rete t_r può essere stimato come rapporto tra la lunghezza del punto più lontano e la velocità che si assume in prima approssimazione pari a $V = 1$ m/s. Quindi t_r risulta pari a $t_r = L / V$. Ove la lunghezza L non sia lineare e misurabile si assume $L = \text{radq} (1,5 A)$ con A = area del bacino scolante.

1.4.3 Portata al colmo

La portata al colmo viene calcolata con il metodo cinematico o della corrivazione, essendo verosimile l'ipotesi che le precipitazioni abbiano durata superiori o uguali al tempo di corrivazione. La formula di calcolo è data da:

$$Q_c = \varphi i S / 360$$

con

Q_c = portata massima al colmo [m^3 / s]

φ = valore del coefficiente di afflusso del bacino [-]

$i = a / T^{(1-n)}$ = intensità media della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione t_c [mm/h]

S = superficie del bacino [ha]

Il tempo di ritorno assunto per la valutazione della portata al colmo è **T=20 anni**

1.4.4 Dimensionamento e verifica dei collettori

Per il calcolo idraulico delle condotte si utilizza l'espressione di Chezy, ovvero:

$$Q = A \chi \sqrt{R i}$$

dove:

Q = portata (m^3/s);

A = sezione bagnata della tubazione (m^2);

χ = coefficiente di resistenza al moto della tubazione;

R = raggio idraulico della tubazione (m);

i = pendenza del tratto di tubazione.

Il coefficiente di resistenza al moto χ viene espresso secondo la formula di Gauckler-Strickler:

$$\chi = k R^{1/6}$$

nella quale compare l'indice di scabrezza delle tubazioni "k".

Dopo le adeguate sostituzioni si ricava la seguente espressione monomia:

$$Q = kAR^{\frac{2}{3}}\sqrt{i}$$

La portata al colmo interessa il collettore di allontanamento al sistema di dispersione.

Si riportano le verifiche, con l'assunzione delle seguenti condizioni:

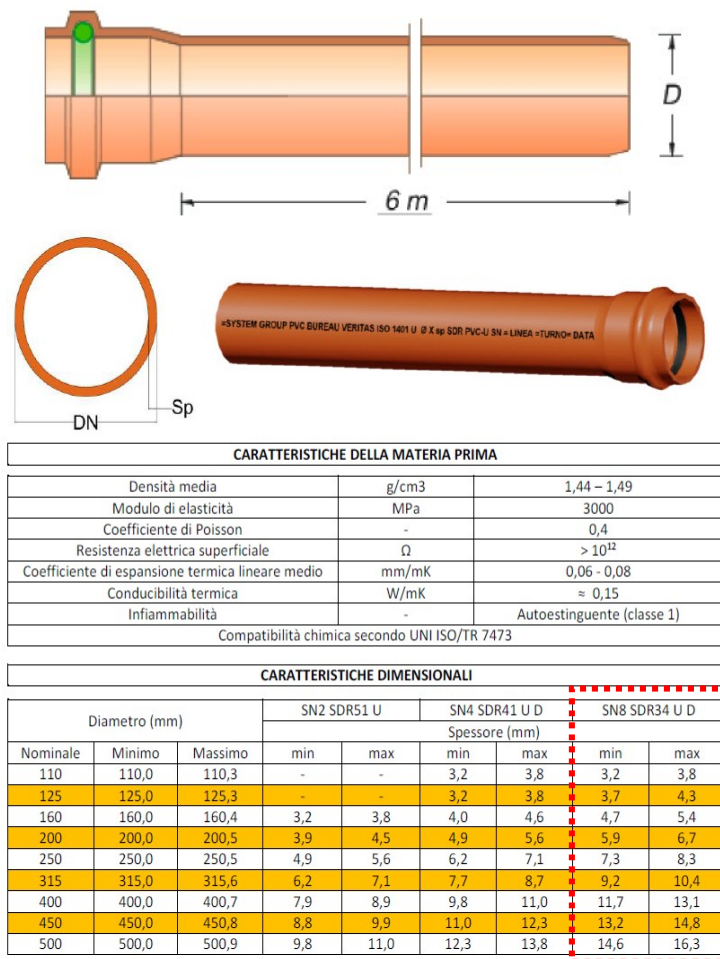
- riempimento inferiore o uguale a 75%;
- velocità minima maggiore di 0,5 m/s;
- velocità massima minore di 3 m/s.

Tab.: Dimensionamento e Verifica collettori

Curva Possibilità Pluviometrica																										
T	20																									
d	< 1 ora																									
a	50,389																									
n	0,5																									
Tempo di ingresso in rete																										
Ti	5																									
ID BACINO	Ramo	Lu	La	Adrenata (m2)	Adrenata cumulata (m2)	Materiale	Coeff. Afflusso	Diametro (mm)	Diametro Interno (m)	Pendenza (m/m)	Ks (m ^{1/3} /s)	Ti (min)	v pieno riempim. (m/s)	T traslaz. singolo ramo (min)	Max T traslaz. (min)	Tc (min)	i (mm/h)	Ocritica (m3/s)	Qmax riempim. (m3/s)	h (m)	GR	β (gradi)	Aw (m3)	v (m/s)	Verifica collettore	ricerca obiettivo
B1-2		50	12	600	600	PVC	1	315	0,2966	0,002	80	5	0,63	1,32	1,32	6,32	155,3	0,026	0,044	0,164	0,55	193	0,04	0,66	VERO	- 0,00
B1-3		50	12	600	1200	PVC	1	400	0,3766	0,002	80	5	0,74	1,13	2,45	7,45	143,0	0,048	0,082	0,206	0,55	191	0,06	0,77	VERO	- 0,00
B1-4		50	12	600	1800	PVC	1	400	0,3766	0,002	80	5	0,74	1,13	3,57	8,57	133,3	0,067	0,082	0,257	0,68	223	0,08	0,82	VERO	- 0,00
B1-5		50	12	600	2400	PVC	1	500	0,4708	0,002	80	5	0,86	0,97	4,54	9,54	126,4	0,084	0,150	0,253	0,54	189	0,10	0,88	VERO	- 0,00
B1-6		50	12	600	3000	PVC	1	500	0,4708	0,002	80	5	0,86	0,97	5,51	10,51	120,4	0,100	0,150	0,282	0,60	203	0,11	0,92	VERO	- 0,00
B1-7		50	12	600	3600	PVC	1	500	0,4708	0,002	80	5	0,86	0,97	6,48	11,48	115,2	0,115	0,150	0,31	0,66	217	0,12	0,95	VERO	0,00
B1-8		10	12	120	3720	PVC	1	500	0,4708	0,002	80	5	0,86	0,19	6,67	11,67	114,2	0,118	0,150	0,316	0,67	220	0,12	0,95	VERO	- 0,00
B2-10		50	12	600	600	PVC	1	315	0,2966	0,002	80	5	0,63	1,32	1,32	6,32	155,3	0,026	0,044	0,164	0,55	193	0,04	0,66	VERO	- 0,00
B2-11		50	12	600	1200	PVC	1	400	0,3766	0,002	80	5	0,74	1,13	1,13	6,13	157,7	0,053	0,082	0,219	0,58	198	0,07	0,78	VERO	- 0,00
B2-12		20	12	240	1440	PVC	1	400	0,3766	0,002	80	5	0,74	0,45	0,45	5,45	167,2	0,067	0,082	0,258	0,68	223	0,08	0,82	VERO	- 0,00
B2-13		10	0	0	1440	PVC	1	400	0,3766	0,002	80	5	0,74	0,23	0,23	5,23	170,8	0,068	0,082	0,262	0,70	226	0,08	0,83	VERO	- 0,00
B2-14		10	0	0	1440	PVC	1	400	0,3766	0,002	80	5	0,74	0,23	0,23	5,23	170,8	0,068	0,082	0,261	0,69	226	0,08	0,83	VERO	0,00

Per le condotte di drenaggio delle acque meteoriche si prevede la posa di collettori in PVC rigido, secondo la norma UNI-EN 1401 Serie SN8 – SDR 34 con guarnizioni elastomeriche. Le caratteristiche delle tubazioni sono riportate di seguito:

Fig. / tab.: caratteristiche tubazioni in PVC



Tab.: valori dei coefficienti di scabrezza delle tubazioni

Tubazione	$\sqrt{\epsilon}$ mm	Bazin γ mm ^{1/2}	Kutter m mm ^{1/2}	Strickler k mm ^{1/3} · s ⁻¹
Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox	0 - 0,02	-	-	-
Tubi nuovi Gres, Ghisa rivestita, Acciaio	0,05 - 0,15	< 0,06	< 0,12	120 - 100
Tubi in Cemento ordinario, tubi con lievi incrostazioni	0,10 - 0,4	0,10	0,12	105 - 85
Tubi con incrostazioni e depositi	0,6 - 0,8	0,18	0,25	80 - 90

1.5 Verifica statica delle condotte fognarie

I collettori fognari di smaltimento acque meteoriche, sono realizzati in PVC classe di resistenza SN 8 (cioè caratterizzati da una rigidezza minima anulare di 8 kN/mq).

Le tubazioni in pvc appartengono alla categoria delle tubazioni flessibili; in questo caso la verifica statica non consiste in una verifica di rottura come quella prevista per i tubi rigidi, ma in una verifica di deformazione massima.

Lo scopo del calcolo statico applicato alle tubazioni interrate oggetto della presente relazione, e quello di determinare la deformazione diametrale a breve e medio termine, di un tubo flessibile interrato soggetto a carichi esterni quali il peso del terreno, i carichi mobili derivanti da traffico e la presenza di falda.

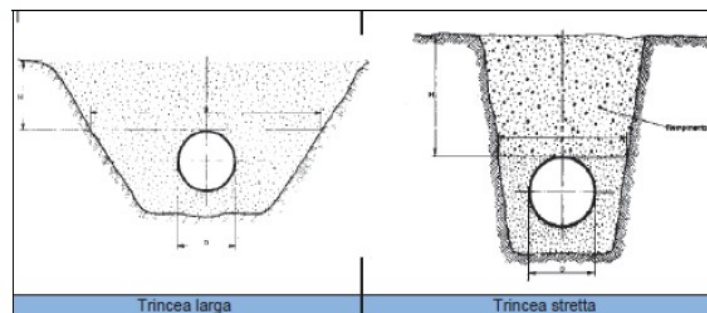
L'esperienza fissa i valori ammessi per le deformazioni che devono essere a breve termine inferiori al 2,5% e, a lungo termine inferiori al 5%.

MODALITÀ DI POSA

In conformità a quanto proposto dalla normativa UNI 7517 occorre distinguere fra:

- posa in trincea stretta;
- posa in trincea larga.

Nella figura successiva se ne mostra una rappresentazione schematica.



CALCOLO DEL CARICO ESTERNO

Nella determinazione del carico permanente che sollecita una condotta interrata un ruolo importante è dato dall'azione del rinterro. Tra le diverse metodologie utilizzate nella comune prassi ingegneristica si è scelto di utilizzare il metodo di Marston Spangler – Iowa State College Engineering Experiment Station [Da Deppo, 2009 Fognature]

Il carico esterno q per unità di superficie (espresso in kg/mq) è dato dalla somma dei contributi:

1. q_t carico del terreno
2. q_m carichi mobili (traffico)
3. q_f carico di falda

Il carico esterno Q per unità di lunghezza (espresso in kg/m) è dato $q \cdot D_e$ dove D_e è il diametro esterno nominale della tubazione espresso in m .

Per la trincea sono definiti i parametri:

B = larghezza della trincea in metri ovvero distanza delle pareti della trincea in corrispondenza della generatrice superiore del tubo;

H = profondità dell'interro ovvero la distanza fra la generatrice superiore del tubo e il piano di calpestio.

Carico del terreno

Trincea stretta

Nella posa in trincea stretta, il peso del rinterro che grava sull'estradosso della tubazione Q_{st} è minore del peso del relativo volume, per effetto dell'attrito presente tra il terreno indisturbato posto ai lati della trincea ed il terreno di rinterro. Tale azione è funzione del peso specifico, dell'angolo di attrito del terreno indisturbato e del coefficiente d'attrito con il rinterro.

Il valore di carico Q_{st} del rinterro è calcolabile mediante la relazione:

$$q_t = C \cdot \gamma \cdot B \quad [A]$$

in cui:

- qt indica il carico dovuto al rinterro [daN/m];
- B indica la larghezza della trincea [m];
- DN il diametro esterno della tubazione fognaria [m];
- γ indica il peso specifico del terreno di rinterro [daN/m³];
- C indica il coefficiente di Marston [-].

Il coefficiente di Marston si valuta mediante la relazione

$$C = (1 - e^{-2 * K \tan \theta * H/B}) / 2 * K \tan \theta$$

dove:

$K = \tan^2(45 - \phi/2)$ = coefficiente di spinta attiva

γ = peso specifico del terreno [daN/m³]

θ = angolo di attrito tra materiale di riempimento e pareti della trincea [°]

ϕ = angolo di attrito interno del materiale di riempimento [°]

Nel caso di trincea stretta, al carico Qst corrisponde una pressione verticale qst valutabile con la relazione:

$$q_{st} = \frac{2Q_{st}}{\sqrt{2}DN}$$

in cui:

- qst pressione verticale agente sulla parte superiore del tubo per una lunghezza pari alla corda compresa in un angolo al centro di 90°;
- DN il diametro esterno della tubazione [m];
- Qst indica il sovraccarico indotto dal rinterro [daN/m]

Trincea infinita o terrapieno

Si definisce trincea infinita o terrapieno lo scavo ove si verifica $B \leq 10D$ e $B \leq H/2$. Il carico è dato dall'espressione

$$Q_{st} = C_i \gamma_i BDN$$

dove C assume il valore costante di 1.

Caratteristiche dei terreni

Nella successiva tabella sono elencate le caratteristiche geotecniche dei terreni da assumere per la definizione del carico indotto dal rinterro:

Tipo di terreno	Peso specifico γ_t [kN/m ³]	Peso immerso γ' [kN/m ³]	Angolo di attrito interno φ [°]
Argilla fangosa	20	16.9	20
Argilla sabbiosa	18	15.9	14
Argilla umida comune	20	16.4	12
Fango con polvere di roccia	18	16.9	25
Loess	21	15.9	18
Marna	21	16.9	22
Misto di cava di ghiaia e ciottoli	20	16.8	37
Misto di cava di sabbia e ghiaia	20	16.5	33
Sabbia argillosa	18	15.9	15
Sabbia secca	15	15.9	31
Sabbia umida	17	16.4	34
Terra secca	17	15.5	14
Terra umida	20	16.0	25
Terreno misto compatto	20	16.4	33
Terreno misto sciolto	18	15.9	15
Terreno paludoso	17	9.9	12
Terreno sabbioso	19	15.8	30

Carico mobile

Sul terreno sovrastante la tubazione interrata oltre al rinterro possono agire altri carichi.

Questi si suddividono in dinamici, relativi al traffico stradale e/o ferroviario, e statici, associati a corpi posti sul terreno che grava sul tubo.

Per il calcolo del carico veicolare si fa riferimento a quanto espresso dalla normativa DIN 1072 secondo cui il traffico veicolare può essere suddiviso nelle seguenti classi di carico:

- HT autocarro pesante;
- LT autocarro leggero

Per la determinazione del contributo del carico da traffico è usata l'espressione:

$$q_m = [3/2\pi * P * \phi] / [(H + D_e/2)^2] \quad (\text{per traffico stradale pesante – convoglio HT})$$

dove :

D_e = diametro esterno nominale della tubazione [m]

H = altezza del riempimento misurato dalla generatrice superiore del tubo [m];

ϕ = coefficiente correttivo pari a

- ❖ $1 + 0,3/H$ per i soli mezzi stradali,
- ❖ $1 + 0,3/H$ per i soli mezzi ferroviari nel caso il tubo non sia incamiciato da un tubo di acciaio così come previsto dalle normative di legge vigenti.

P = carico per ruota. I valori di carico per ruota dei veicoli per classe DIN sono riassunti nella successiva tabella.

Classe	Carico per ruota P (KN)	Tipologia
HT60	100	Traffico pesante
HT45	75	
HT38	62.5	
HT30	50	
HT26	35	
LT12	20	Traffico leggero
LT6	10	
LT3	5	

Carico di falda

Per la determinazione del carico di falda (eventuale), è usata l'espressione:

$$qf = \gamma_{H2O} * (H - H1 + De/2)$$

dove:

γ_{H2O} = peso specifico dell'acqua di falda [daN/m³] che per semplicità si assume uguale a 1;

H = altezza del riempimento misurato dalla generatrice superiore del tubo [m];

H1 = altezza del riempimento misurato a partire dal livello dell'acqua di falda [m];

De = diametro nominale esterno della tubazione [m].

CALCOLO DELLE INTERAZIONI TUBO / TERRENO

Il metodo adottato per la determinazione delle interazioni tubo terreno e quello di Spangler.

Si assume per semplicità che il carico sovrastante sia distribuito sull'intera semisezione, siamo nel caso di tubi lisci e al tempo t=0 la formula di Spangler applicata è:

$$\Delta x = \Delta y = (0.125 * Q) / (E * (s/De)^3 + 0.0915 * E1)$$

dove :

$\Delta x = \Delta y$ = deformazione diametrale, differenza tra il diametro del tubo a riposo e il diametro dopo la deformazione;

Q = carico complessivo [daN/m] derivante dai contributi peso del terreno, traffico ed eventuale falda;

E = modulo di elasticità del tubo (PE o PVC-U) [daN/m²];

s = spessore della tubazione, nel caso di pareti struttura e lo spessore equivalente [m];

De = diametro esterno della tubazione [m];

E1 = modulo di elasticità del terreno [daN/m²].

Il modulo di elasticità del terreno cui è proporzionata la contropinta del terreno stesso sulle pareti laterali della tubazione è dato dalla espressione:

$$E1 = (9 * 10^4) * (H + 4) / \alpha'$$

dove:

α' = fattore numerico che dipende dalla compattazione (vedi tab. seguente)

Compattazione Proctor (%)	α'
95	1.0
90	1.5
85	1.5 ²
80	1.5 ³
75	1.5 ⁴

H = altezza del riempimento a partire dalla generatrice superiore del tubo [m].

Per la determinazione della deformazione diametrale a lungo termine si utilizza la stessa formula introducendo un fattore correttivo T:

$$\Delta x = \Delta y = (0.125 * T * Q) / ((E/T) * (s/De)^3 + 0.0915 * E1)$$

dove :

T = 2 (valore raccomandato)

Per il calcolo della deformazione percentuale è applicata la formula:

$$Def\% = (\Delta x / De) * 100$$

Di seguito si riportano i calcoli statici relativi alle tubazioni del sistema fognario.

Tab.: verifiche statiche delle tubazioni allo schiacciamento

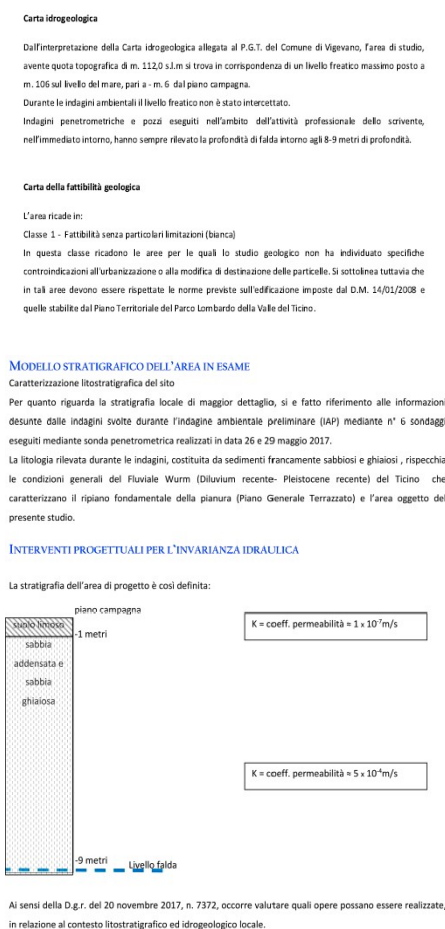
VERIFICA STATICA TUBAZIONE PVC-UNI EN 1401 - DN 500 - SN8				
TIPOLOGIA SCAVOSCAVO	trincea stretta B =< 3D e B =< H/2			
TIPOLOGIA TERRENO RINTERRO	sabbioso, sabbia argillosa			
ANGOLO ATTRITO materiale riempimento/pareti trincea		$\gamma =$	2000	daN/mc
ANGOLO ATTRITO INTERNO		$\phi =$	30	
LARGHEZZA scavo		$\theta =$	33	
ALTEZZA scavo		B =	0.8	m
		H =	1	m
		$K = \frac{tg^2(\pi/4 - \phi/2)}{1 - \sin \phi} =$	0.333	
		$tg \theta =$	0.649	
		$C = \frac{(1 - e^{-2 * K * tg \theta * H/B})}{2 * K * tg \theta} =$	0.97	
DIAMETRO ESTERNO		De =	0.5	m
SPESSORE		s =	0.00146	m
TIPOLOGIA CARICHI	carichi stradali	P =	6000	daN
ALTEZZA riempimento sopra falda		H1 =	0	m
COEFFICIENTE COMPATTAZIONE		$\alpha' =$	1	
MODULO ELASTICITA' TERRENO		$E1 = (9 * 10^4) * (H + 4) / \alpha' =$	450.000	daN/mq
MODULO ELASTICITA' TUBO PE o PVC-U - breve termine		E(B) =	300.000.000	daN/mq
MODULO ELASTICITA' TUBO PE o PVC-U - lungo termine		E(L) =	150.000.000	daN/mq
RISULTATI				
CARICO DEL TERRENO		$qt1 = C * \gamma * B =$	1545	daN/mq
CARICO MOBILE		$qm = (3/2\pi * P * \phi) / (H + De/2)^2 =$	2385	daN/mq
CARICO DI FALDA		$qf = \gamma H2O * (H - H1 + De/2) =$	1250	daN/mq
			5180	daN/mq
		pari a	2590	daN/m
VERIFICHE				
DEFORMAZIONE A BREVE TERMINE (T=0)				
formula di Sapngler $\Delta x = \Delta y = (0.125 * Q) / (E * (s/De)^3 + 0.0915 * E1) =$		0,008	m	
	deformazione percentuale	1,6%		
	limite ammissibile =	2,5%	==>	VERIFICATO
DEFORMAZIONE A LUNGO TERMINE				
formula di Sapngler $\Delta x = \Delta y = (0.125 * T * Q) / ((E/T) * (s/De)^3 + 0.0915 * E1) =$		0,016	m	
	deformazione percentuale	3%		
	limite ammissibile =	5,0%	==>	VERIFICATO

1.6 Dimensionamento sistema disperdente

1.6.1 Permeabilità del terreno

Si fa riferimento alle indicazioni del dott. Geologo M. Visconti, riportate nella relazione geologica predisposta per il comune di Vigevano nell'ambito dell'attuazione dell'ambito "Tigros" in corso Novara. In fase esecutiva verrà effettuata preliminare prova di permeabilità per la conferma della coerenza dei valori assunti a base di calcolo.

Fig.: Estratti da relazione agli atti



1.6.2 Dimensionamento sistema disperdente

Applicando le indicazioni del R.R. n. 7/2017 e s.m.i. si determinano i valori di interesse per il caso in esame. Il dimensionamento della dispersione è condotto ipotizzando la dispersione delle portate determinate dall'intera superficie impermeabile.

Il procedimento è presentato, separatamente, per:

- **Bacino 1**
- **Bacino 2**

Tab.: dimensionamento sistema laminazione e dispersione – Bacino B1

VIGEVANO (PV)			
Criticità idraulica	B = MEDIA		
Superficie dell'intervento	0,4100	ha	
Coefficiente deflusso	1,000		
Impermeabilizzazione potenziale	MEDIA		
Metodo	Sole Pioggie	le verifica requisiti minimi	

Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia

Valutazione Idrologiche con programma ARPA – Individuazione area in esame

Parametri CPP	Valore	http://idro.arpalombardia.it/omapper-4.0/map.ghml
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	28,28	
N - Coefficiente di scala	0,31	
GEV - parametro alpha	0,2971	
GEV - parametro kappa	-0,0656	
GEV - parametro epsilon	0,8075	

Coefficienti CPP				
d<1h	T10	T20	T50	T100
a	43,210	50,389	60,198	67,952
n	0,500	0,500	0,500	0,500
d>1h	T10	T20	T50	T100
wT	1,52795	1,78178	2,12865	2,40283
a	43,210	50,389	60,198	67,952
n	0,310	0,310	0,310	0,310

Calcolo Volume Volano			
Dati geometrici di progetto		BATTERIA N. 1	BATTERIA N. 2
permeabilità	0,000500	m/s	
larghezza scavo	5	m	
lunghezza scavo	17,6	m	
area dispersione	88,0	m2	
portata dispersione	44,0	l/s	
n° pozzi	8		
diametro PP	2,0	m	
spessore PP	0,1	m	
altezza utile	3,5	m	
volume vuoti PP	87,9	m3	
volume dreni	220,1	m3	
porosità dreni	0,3	ciotoli	
volume vuoti dreni	66,0	m3	
volume totale accumulato	153,9	m3	

Dati geometrici di progetto cumulati		
permeabilità	0,000500	m/s
portata dispersione	44,0	l/s
volume rete	3,1	m3
volume totale accumulato	157	m3
volume minimo accumulato T=50	96	m3
volume minimo accumulato T=100	123	m3
Requisito minimo	500,0	m3/ha imp
pari a	205,0	m3
riducibile 70% pari a	143,5	m3
Verifica Volume Laminazione T=50 / calcoli	verificato	
Verifica Volume Laminazione T=50/requisito min	verificato	
Verifica Volume Laminazione T=100	verificato	
Tempo svuotamento T=50	0,61	verificato

Calcolo volume necessario		
portata scarico media	44,0	l/s
superficie impermeabile drenata	4100	m2

Materiali	Porosità [%]
Sistemi geotessili	0,9-0,95
Pietrame	0,4-0,5
Ghiaia	0,3-0,4
Sabbia	0,2-0,3

VIGEVANO, 29-10-19
ING. ANTONIO RANDONI

T=50						
durata minuti	durata h	hpioggia mm	volume in m3	volume out m3	accumulo m3	portata in l/s
0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,08	17,4	71,2	13,2	58,0	237,5
10	0,17	24,6	100,8	26,4	74,4	167,9
15	0,25	30,1	123,4	39,6	83,8	137,1
20	0,33	34,8	142,5	52,8	89,7	118,7
25	0,42	38,9	159,3	66,0	93,3	106,2
30	0,50	42,6	174,5	79,2	95,3	97,0
35	0,58	46,0	188,5	92,4	96,1	89,8
40	0,67	49,2	201,5	105,6	95,9	84,0
45	0,75	52,1	213,7	118,8	94,9	79,2
50	0,83	55,0	225,3	132,0	93,3	75,1
55	0,92	57,6	236,3	145,2	91,1	71,6
60	1,00	60,2	246,8	158,4	88,4	68,6

Durata critica e volume critico di laminazione

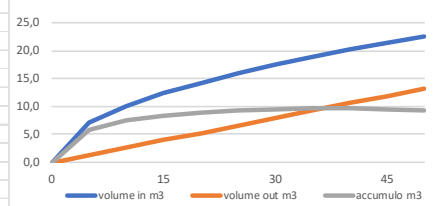
$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w$$

con

T	T=50	--	Tempo di Ritorno
φ	1	--	coefficiente deflusso
a	60,2	mm/ora^n	
n	0,500	--	
u lim	44,00	l/s ha	portata specifica limite
S	4100	mq	superficie impermeabile
S	0,410	ha	superficie impermeabile
Qu lim	44,00	l/s	portata uscente
Dw	0,61	ore	DURATA CRITICA PER L'INVASO
W0	96,1	mc	VOLUME DI LAMINAZIONE
wo	234,5	mc/ha imp	volume specifico di invaso

Evento critico e Volume critico



T=100						
durata minuti	durata h	hpioggia mm	volume in m3	volume out m3	accumulo m3	portata in l/s
0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,08	19,6	80,4	13,2	67,2	268,1
10	0,17	27,7	113,7	26,4	87,3	189,6
15	0,25	34,0	139,3	39,6	99,7	154,8
20	0,33	39,2	160,9	52,8	108,1	134,0
25	0,42	43,9	179,8	66,0	113,8	119,9
30	0,50	48,0	197,0	79,2	117,8	109,4
35	0,58	51,9	212,8	92,4	120,4	101,3
40	0,67	55,5	227,5	105,6	121,9	94,8
45	0,75	58,8	241,3	118,8	122,5	89,4
50	0,83	62,0	254,3	132,0	122,3	84,8
55	0,92	65,1	266,7	145,2	121,5	80,8
60	1,00	68,0	278,6	158,4	120,2	77,4

Durata critica e volume critico di laminazione

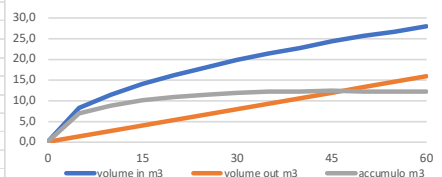
$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w$$

con

T	T=100	--	Tempo di Ritorno
φ	1	--	coefficiente deflusso
a	68,0	mm/ora^n	
n	0,500	--	
u lim	44,00	l/s ha	portata specifica limite
S	4100	mq	superficie impermeabile
S	0,410	ha	superficie impermeabile
Qu lim	44,00	l/s	portata uscente
Dw	0,77	ore	DURATA CRITICA PER L'INVASO
W0	122,5	mc	VOLUME DI LAMINAZIONE
wo	298,8	mc/ha imp	volume specifico di invaso

Evento critico e Volume critico



Tab.: dimensionamento sistema laminazione e dispersione – Bacino B2

VIGEVANO (PV)			
Criticità idraulica	B = MEDIA		
Superficie dell'intervento	0,1000	ha	
Coefficiente deflusso	1,000		
Impermeabilizzazione potenziale	MEDIA		
Metodo	Sole Piogge	e verifica requisiti minimi	

Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia

Valutazione Idrologiche con programma ARPA – Individuazione area in esame

Parametri CPP	Valore
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	28,28
N - Coefficiente di scala	0,31
GEV - parametro alpha	0,2971
GEV - parametro kappa	-0,0656
GEV - parametro epsilon	0,8075

<http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>

Coefficienti CPP	T10	T20	T50	T100
d<1h				
a	43,210	50,389	60,198	67,952
n	0,500	0,500	0,500	0,500
d>1h				
wT	1,52795	1,78178	2,12865	2,40283
a	43,210	50,389	60,198	67,952
n	0,310	0,310	0,310	0,310

Calcolo Volume Volano	BATTERIA N. 1	BATTERIA N. 2	BATTERIA N. 3
Dati geometrici di progetto			
permeabilità	0,000500	m/s	
larghezza scavo	4	m	
lunghezza scavo	15	m	
area dispersione	60,0	m2	
portata dispersione	30,0	l/s	
n° pozzi	0		
diametro PP	2,0	m	
spessore PP	0,1	m	
altezza utile	2,0	m	
volume vuoti PP	0,0	m3	
volume dreni	120,0	m3	
porosità dreni	0,3	ciotoli	
volume vuoti dreni	36,0	m3	
volume totale accumulo	36,0	m3	

Dati geometrici di progetto cumulati		
permeabilità	0,000500	m/s
portata dispersione	30,0	l/s
volume rete	3,1	m3
volume totale accumulo	39	m3
volume minimo accumulo T=50	8	m3
volume minimo accumulo T=100	11	m3
Requisito minimo	500,0	m3/ha imp
pari a	50,0	m3
riducibile 70% pari a	35,0	m3
Verifica Volume Laminazione T=50 / calcoli	verificato	
Verifica Volume Laminazione T=50/requisito min	verificato	
Verifica Volume Laminazione T=100	verificato	
Tempo svuotamento T=50	0,08	verificato

Calcolo volume necessario		
portata scarico media	30,0	l/s
superficie impermeabile drenata	1000	m2

POROSITA'

T=50						
durata minuti	durata h	hpioggia mm	volume in m3	volume out m3	accumulo m3	portata in l/s
0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,08	17,4	17,4	9,0	8,4	57,9
10	0,17	24,6	24,6	18,0	6,6	41,0
15	0,25	30,1	30,1	27,0	3,1	33,4
20	0,33	34,8	34,8	36,0	-1,2	29,0
25	0,42	38,9	38,9	45,0	-6,1	25,9
30	0,50	42,6	42,6	54,0	-11,4	23,6
35	0,58	46,0	46,0	63,0	-17,0	21,9
40	0,67	49,2	49,2	72,0	-22,8	20,5
45	0,75	52,1	52,1	81,0	-28,9	19,3
50	0,83	55,0	55,0	90,0	-35,0	18,3
55	0,92	57,6	57,6	99,0	-41,4	17,5
60	1,00	60,2	60,2	108,0	-47,8	16,7

Durata critica e volume critico di laminazione

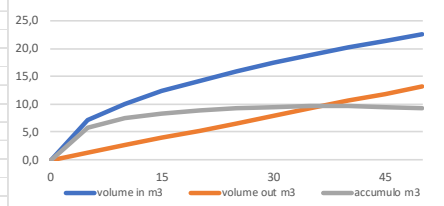
$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_o = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w$$

con

T	T=50	--	Tempo di Ritorno
φ	1	--	coefficiente deflusso
a	60,2	mm/ora^n	
n	0,500	--	
u lim	30,00	l/s ha	portata specifica limite
S	1000	mq	superficie impermeabile
S	0,100	ha	superficie impermeabile
Qu lim	30,00	l/s	portata uscente
Dw	0,08	ore	DURATA CRITICA PER L'INVASO
W0	8,4	mc	VOLUME DI LAMINAZIONE
wo	83,9	mc/ha imp	volume specifico di invaso

Evento critico e Volume critico



T=100						
durata minuti	durata h	hpioggia mm	volume in m3	volume out m3	accumulo m3	portata in l/s
0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,08	19,6	19,6	9,0	10,6	65,4
10	0,17	27,7	27,7	18,0	9,7	46,2
15	0,25	34,0	34,0	27,0	7,0	37,8
20	0,33	39,2	39,2	36,0	3,2	32,7
25	0,42	43,9	43,9	45,0	-1,1	29,2
30	0,50	48,0	48,0	54,0	-6,0	26,7
35	0,58	51,9	51,9	63,0	-11,1	24,7
40	0,67	55,5	55,5	72,0	-16,5	23,1
45	0,75	58,8	58,8	81,0	-22,2	21,8
50	0,83	62,0	62,0	90,0	-28,0	20,7
55	0,92	65,1	65,1	99,0	-33,9	19,7
60	1,00	68,0	68,0	108,0	-40,0	18,9

Durata critica e volume critico di laminazione

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_o = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w$$

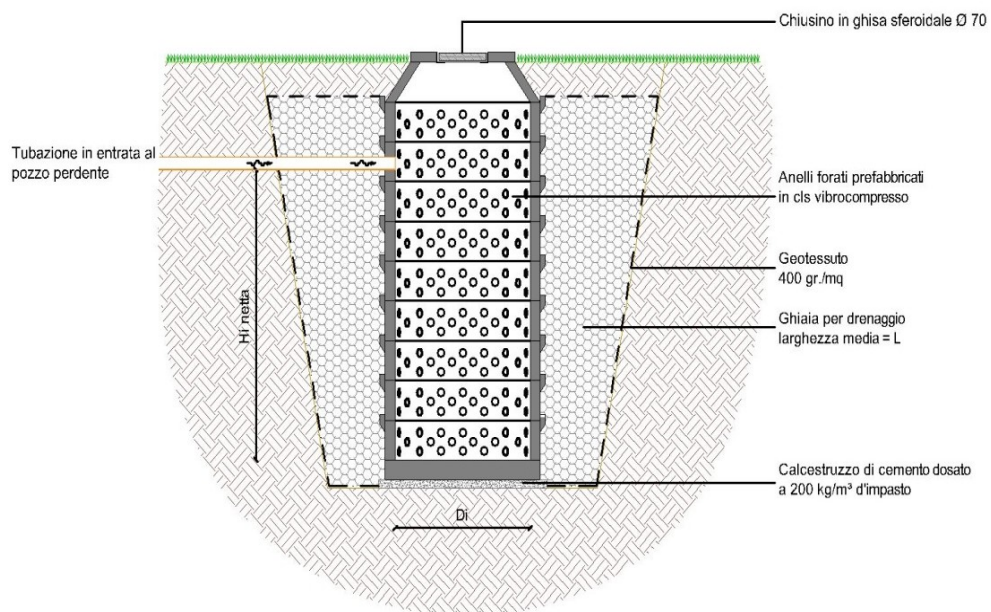
con

T	T=100	--	Tempo di Ritorno
φ	1	--	coefficiente deflusso
a	68,0	mm/ora^n	
n	0,500	--	
u lim	30,00	l/s ha	portata specifica limite
S	1000	mq	superficie impermeabile
S	0,100	ha	superficie impermeabile
Qu lim	30,00	l/s	portata uscente
Dw	0,10	ore	DURATA CRITICA PER L'INVASO
W0	10,7	mc	VOLUME DI LAMINAZIONE
wo	106,9	mc/ha imp	volume specifico di invaso

Per garantire l'accumulo e lo smaltimento delle portate meteoriche sono necessari:

BACINO B1

- n. 8 pozzi perdenti
- con
- D pozzo = 2 metri
 - H utile pozzo = min 3,5 metri



BACINO B2

- Trincea drenante
- con
- V dreno= 120 mc

1.6.3 Piano di Manutenzione

Si richiama l'art. 13 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i. che indica i contenuti del Piano di Manutenzione:

a) elencazione e caratteristiche tecniche di tutti le strutture componenti il sistema di drenaggio delle acque pluviali preposto all'invarianza idraulica e idrologica;

b) descrizione e periodicità delle corrispondenti operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, con particolare riferimento alle modalità da seguire per il mantenimento o il ripristino periodico dell'efficienza nel tempo di:

- 1. punti di ricezione delle acque meteoriche, quali pluviali, grondaie, caditoie;*
- 2. condotti, tubazioni e canali di convogliamento delle acque pluviali fino ai punti di scarico terminale*
- 3. vasche di infiltrazione, del loro sistema di drenaggio nel sottosuolo e dell'apparato vegetale ove previsto;*
- 4. vasche di laminazione e dei loro apparati di controllo e di sicurezza;*
- 5. eventuale sistema di pompaggio di scarico nel ricettore;*
- 6. tubazione di collegamento con lo scarico terminale nel ricettore.*

2. I costi di gestione e di manutenzione ordinaria e straordinaria ai fini dell'efficienza nel tempo dell'intero sistema ricadono interamente ed esclusivamente sul titolare, il quale deve fare in modo che non si verifichino:

- a. allagamenti provocati da insufficienze dimensionali o da inefficienze manutentive del sistema di invarianza idraulica e idrologica, ivi inclusi eventuali stati di pre-riempimento delle vasche di infiltrazione e laminazione tali da non rendere disponibile il volume calcolato come da articolo 11, comma 2, lettera e), come specificato nell'articolo 11, comma 2, lettere f) ed g);*
- b. allagamenti provocati da sovraccarichi e/o rigurgiti del ricettore, essendo previsti nel progetto di invarianza idraulica e idrologica i dispositivi di cui all'articolo 11, comma 2, lettera g).*

Punti di ricezione delle acque meteoriche: pluviali, grondaie, canali

Manutenzione ordinaria:	pulizia
Verifica:	visiva
Periodicità:	1 volta ogni 6 mesi
Addetto:	personale non specializzato

Manutenzione straordinaria:	sostituzione porzioni
Verifica:	visiva
Periodicità:	1 volta all'anno
Addetto:	ditta specializzata

Condotti, tubazioni e canali di convogliamento delle acque pluviali fino ai punti di scarico terminale

Manutenzione ordinaria:	pulizia
Verifica:	visiva
Periodicità:	1 volta all'anno
Addetto:	ditta specializzata

Manutenzione straordinaria:	sostituzione porzioni
Verifica:	visiva
Periodicità:	1 volta ogni 2 anni
Addetto:	ditta specializzata

Pozzi disperdenti;

Manutenzione ordinaria:	pulizia
Verifica:	visiva
Periodicità:	1 volta ogni 6 mesi
Addetto:	ditta specializzata (ambiente confinato)

Manutenzione straordinaria:	sostituzione porzioni
Verifica:	visiva
Periodicità:	1 volta ogni 2 anni
Addetto:	ditta specializzata (ambiente confinato)