

MAITRE D'OUVRAGE

MAITRE D'OEUVRE



Dott. Ing. Gabriele Ghilardi

via G. Falcone n.12/14/16 - 24048 Treviolo (Bg)
Tel: 035.215736 - Fax 035.3831266 - e-mail: info@ingsrl.it
Albo Ingegneri di Bergamo n.1796

BATI > **CALVENZANO**

Via Giulio Natta 10/12
27010 Vellezzo Bellini
Tél. : 03 87 23 12 39
Fax : 03 87 24 26 97

Nom de la plate-forme / Name of platform

CVZ - CALVENZANO

CVZ - CALVENZANO (VIA MILANO, SNC - 20040 CALVENZANO (BG))

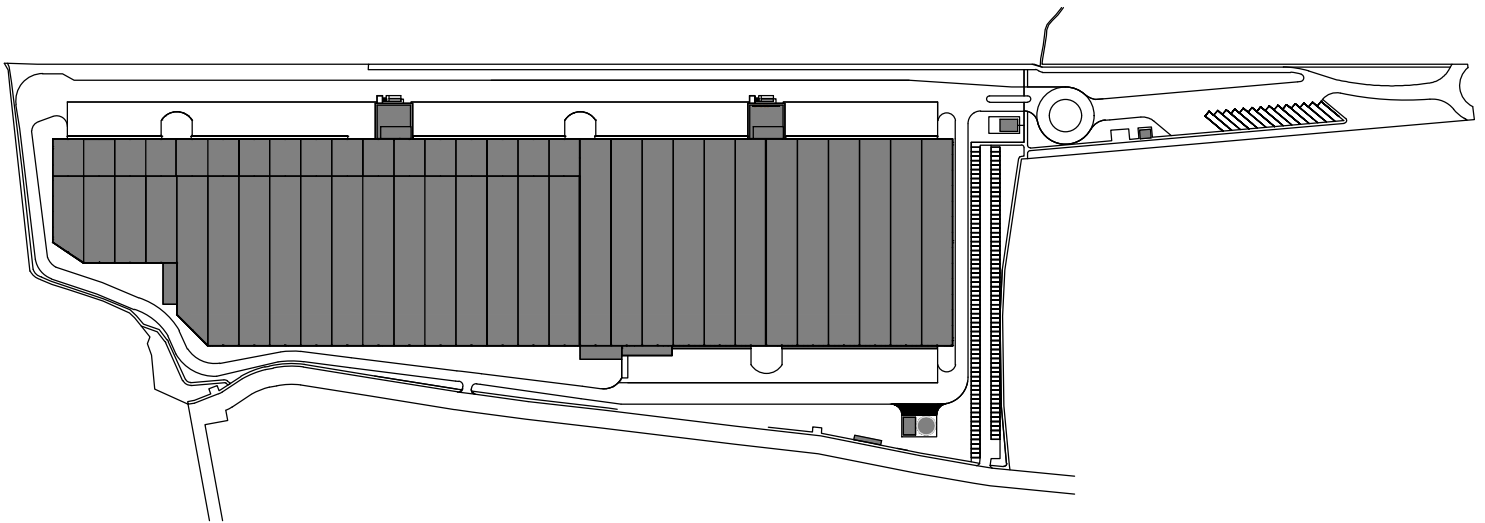
Tranche / Phase

PR.U

Contenu de la tranche / Content of the phase

ATTUAZIONE URBANISTICA
PIANO DI LOTTIZZAZIONE DI VIA MILANO
IN VARIANTE ALL'AMBITO ATP02

Plan de situation synthétique / Synthetic drawing location



Type de phase / Type of project phase

ING srl

Indice / Index

0

Date de / of révision

Nom du plan / Drawing name

**RELAZIONE IDRAULICA CON CALCOLO RETI
ACQUE REFLUE E METEORICHE E VERIFICA
INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA.**

Créé le / Created on : 07.07.2021

Dessiné par / Drawn by :

Echelle / Scale :

Approuvé par / Approved by : G.G.

Ce document est strictement confidentiel et ne peut être communiqué, copié ou reproduit sans l'accord écrit de NG Concept

This document is strictly confidential and may not be disclosed, copied or reproduced without the written consent of NG Concept

Fichier / File : Particolari 07_211

DOC. 01

Sommario

1	PREMESSE	3
2	DRENAGGIO ACQUE METEORICHE	3
3	Determinazione del sistema di smaltimento controllato	4
4	Zona Accesso e parcheggio autotreni	5
5	Verifica dell'Invarianza Idraulica	5
6	Area parcheggio autovetture	8
7	Verifica dell'Invarianza Idraulica	8
8	Riqualificazione di via Milano.....	9
9	Verifica dell'Invarianza Idraulica	10
10	Approfondimenti Tecnici.....	12
11	Descrizioni delle reti considerate.....	14
12	Calcoli idraulici per il dimensionamento delle tubazioni	16

1 PREMESSE

La presente relazione descrive le opere necessarie alla raccolta, il convogliamento ed il recapito delle acque reflue e meteoriche di via Milano e delle aree destinate ad uso pubblico a corredo del nuovo comparto logistico. Verranno anche definite le modalità di smaltimento delle acque meteoriche delle aree citate, da effettuarsi nel rispetto del principio di invarianza idraulica, come prescritto dal Regolamento Regionale n. 07/2017.

A corredo del presente documento, sono stati redatti elaborati grafici con la rappresentazione delle aree, delle canalizzazioni previste e dei manufatti relativi.

Lo studio è stato sviluppato sulla base delle seguenti premesse:

- Si è fatto riferimento al progetto relativo allo sviluppo della lottizzazione redatto dallo studio d'architettura Colombo;
- È stato analizzato lo studio geologico del dott. Invernici che, oltre a vari parametri e sondaggi, riporta i valori dei coefficienti di permeabilità dell'immediato sottosuolo e la soggiacenza della falda acquifera e delle sue variazioni per ipotizzarne il livello massimo.
- Il progetto tiene conto che la zona di rispetto del pozzo idropotabile posto in fregio a via Milano, risulta corrispondere alla zona di tutela assoluta rappresentata nel vigente PGT.

In particolare è necessario definire sinteticamente gli interventi previsti. Il piano di lottizzazione prevede infatti, per le reti di drenaggio delle aree esterne all'insediamento le seguenti peculiarità:

- 1) Nella zona di accesso dei veicoli per il carico e lo scarico dei prodotti è prevista, oltre alla strada di accesso la realizzazione per la sosta attrezzata degli autotreni. Tale area è classificata come area privata ad uso pubblico, sarà con libero accesso e gli impianti saranno gestiti dalla proprietà. Per tale area è previsto lo smaltimento delle acque meteoriche in una batteria di pozzi perdenti (di seguito verificati);
- 2) La stessa situazione riguarda il parcheggio auto previsto sul confine est dell'insediamento, con accesso da via Milano;
- 3) Terzo intervento riguarda la riqualificazione di via Milano, il cui sedime viene ricalibrato e dotato di marciapiedi. In questo ambito saranno oggetto di progettazione e verifica la realizzazione della nuova rete fognaria ripartita in due collettori separati, per acque reflue (da collegare al collettore di pubblica fognatura) e per le acque meteoriche, da sottoporre a laminazione e da recapitare in corpo d'acqua superficiale. Le strutture di questi impianti, essendo pubbliche, saranno gestite dal Comune di Calvenzano.

2 DRENAGGIO ACQUE METEORICHE

La Regione Lombardia, già con il Regolamento Regionale in data 26/03/2006 e col Programma di Tutela ed Uso delle Acque PTUA (anno 2003), dispose che di massima le portate meteoriche dei nuovi

insediamenti non venissero convogliate nella pubblica fognatura, ma disperse nel sottosuolo o in corpi idrici superficiali nelle modalità e quantità prescritte.

Il Regolamento regionale n.7 del 23 Novembre 2017 e le successive modificazioni, impongono le linee guida per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrogeologica: gli scarichi nei corpi ricettori sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso o, nel caso sia consentito, della rete fognaria comunale.

Essendo il Comune di Calvenzano classificata come "area B", ovvero ad media criticità idraulica, il regolamento stabilisce che il valore ammissibile della portata scaricabile corrisponda ad un valore di portata pari a 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile. Per tale area viene inoltre prescritta la realizzazione di un volume minimo di "volanizzazione" pari a 500 mc/Ha di superficie impermeabile (requisito minimo).

Nel caso in esame si prevede di smaltire gran parte delle portate meteoriche, mediante un sistema di drenaggio nel sottosuolo, soluzione auspicata sia dal Regolamento Regionale che dal gestore del Servizio Idrico Integrato SII (Cogeide). Nel caso di smaltimento nel sottosuolo, mediante pozzi perdenti o trincee di subirrigazione, il requisito minimo può essere ridotto del 30%, in quanto i parametri di smaltimento sono spesso superiori al limite citato di 20 lt/s/Ha.

3 Determinazione del sistema di smaltimento controllato

Considerando che, nel caso in oggetto, la raccomandazione generale di smaltire le acque meteoriche nel sottosuolo può essere soddisfatta, il progetto prevede che le portate di pioggia vengano disperse nel sottosuolo tramite pozzi perdenti o mediante scarico regimato in corpo idrico superficiale.

Si procede pertanto alla descrizione dei tre interventi previsti che verranno trattati singolarmente.

Prima di entrare nei dettagli è utile premettere quanto segue:

- 1) Trattandosi di aree soggette a traffico veicolare (abbastanza limitato) ed alla sosta di veicoli, si prevede di sottoporre a trattamento di disoleatura le portate meteoriche di dilavamento, relative alla prima pioggia. In pratica si prevede di separare la portata afferente ai primi 5 mm di pioggia (potenzialmente contaminati), di immagazzinarla in vasca di adeguato volume, di sottoporla a decantazione ed a successivo processo di disoleatura e di convogliare l'effluente nella rete delle acque reflue, perché sia sottoposta ad ulteriore depurazione. In pratica la contaminazione è solo ipotetica, ma considerando la dispersione nel sottosuolo della seconda pioggia, la cautela è d'obbligo;
- 2) Dalla relazione geologica sono stati dedotti i livelli della falda, mediamente ad una profondità di circa 5 mt. Per evitare lo scarico diretto è stata prevista la posa di pozzi perdenti di limitata profondità (m 2-2.50) in modo da garantire uno strato filtrante superiore ad un metro anche in caso di innalzamento massimo del livello.

Dalle prove effettuate e documentate nello studio geologico redatto dal dott. Norberto Invernici di Bergamo, il coefficiente di permeabilità medio risulta $K=3 \times 10^{-3}$

Nella verifica della dispersione dei pozzi perdenti, per cautela tale coefficiente è stato ridotto a $K=1 \times 10^{-3}$ (circa tre volte), nella formula che determina la portata smaltibile è stato ulteriormente dimezzato $Q_f=(K/2)*J*A_f$.

4 Zona Accesso e parcheggio autotreni

L'area è costituita da una strada d'accesso e da un parcheggio laterale per 20 automezzi.

La planimetria allegata mostra lo sviluppo, le aree pavimentate e le aree verdi.

Il prospetto a lato, determina la capacità drenate dei pozzi previsti (9). La portata drenata viene calcolata in base alla formula $Q_f=(K/2)*J*A_f$, inoltre vengono evidenziati le caratteristiche dimensionali, la portata scaricata da ogni pozzo, il numero dei pozzi previsti e quindi la portata totale smaltibile pari a 57,43 l/s.

Sulla base della superficie impermeabile considerata, pari a 4.487 mq, viene determinato il valore parametrico riferito ad ettaro (10.000 mq), che verrà poi utilizzato nella verifica del volano necessario. Il prospetto termina con il volume d'invaso dei pozzi, ed il volume del rinfiante in ghiaione, i cui vuoti sono stati considerati pari al 30% del volume (previsto RR 07/2017).

Sulla base di tali risultati è possibile procedere al successivo calcolo del volume dell'invaso richiesto per compensare le variazioni dell'apporto meteorico durante gli eventi meteorici più intensi.

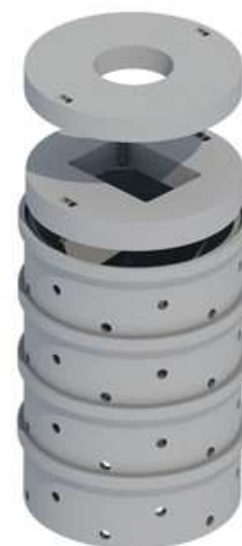
Si rimanda alla planimetria generale con l'individuazione delle superfici drenate, i tracciati dei collettori, diametri, pendenze, griglie, manufatti e della batteria di pozzi perdenti.

5 Verifica dell'Invarianza Idraulica

La nuova superficie da drenare risulta di 4.487 m², con un coefficiente di afflusso medio ponderale $\phi=1$ in quanto il deflusso in caso di pioggia risulta pari al 100%.

Per il calcolo delle portate è necessario definire l'intensità di pioggia e l'incremento dell'altezza di pioggia durante l'evento meteorico critico. Si applicano le seguenti formule i cui parametri sono estratti dal sito di **ARPA Lombardia** per il comune di **Calvenzano**.

Drenaggio in Pozzi Perdenti		
$Q_f=(K/2)*J*A_f$		
K	m/s	0,001
Ø int Pozzo	m	2,00
h pozzo	m	2,00
R raggio sez. idrica	m	2,00
Af	mq	9,42
Qf	l/s	4,71
N. Pozzi	n	9
Qf totale	l/s	42,41
Sup. servita	mq	4,487,00
Equivalenza	l/s/Ha	94,52
Volano Pozzi	mc	56,55
Volano rinfiante	mc	50,87
Volano Totale	mc	107,42



Il prospetto seguente riporta tali valori e definisce i parametri necessari al calcolo, fra cui la definizione delle superfici da servire e la percentuale di deflusso:

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore						
		Località:	Calvenzano			
		Coordinate:		Linea segnalatrice
Parametri ricavati da:		http://idro.arpalombardia.it		Tempo di ritorno (anni)	50	
a1 - Coefficiente pluviometrico orario		29,0000000				
n - Coefficiente di scala		0,2854000		Q scarico	l/s/Ha	89,45
GEV - parametro alpha		0,2889000				
GEV - parametro kappa		-0,0372000		Incremento	in minuti	5
GEV - parametro epsilon		0,8220000				
				Minuti primo step		5
Scarico	l/s/Ha					
	mq	% deflusso	S ragguagliata			
Superficie 1	3431,00	100%	3.431,00	NB. Per piogge di durata minore di un'ora n=0,5		
Superficie 2	1310,00	100%	1.310,00			
Superficie 5		30%	-	Req. Min.	165,94	
Totali	4741,00	100%	4741,00	Q scarico	42,41	
Formulazione analitica						
$h_T(D) = a_1 w_T D^n$		$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$				

Dove: h [mm]: altezza di pioggia di durata T
 a_1 [mm/ora n]: coefficiente pluviometrico orario
 D [ore]: durata pioggia
 n [-]: parametro di scala
 w_T [-]: coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T [anni]
 $\varepsilon, \alpha, \kappa$ [-]: parametri della legge probabilistica GEV (Generalized Extreme Values).

Il Regolamento Regionale n.7 del 2017 stabilisce l'utilizzo dei seguenti valori di tempo di ritorno:

$T = 50$ anni: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere d'invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani;

Il seguente prospetto determina l'incremento dell'altezza di pioggia in funzione della progressione temporale dell'evento, calcola le portate da smaltire (in rapporto alle superfici e alla permeabilità) e determina la cubatura del volano idraulico necessario, risultante quale differenza fra volumi di pioggia e volumi progressivi scaricabili nel vaso recettore (pozzi perdenti).

Come già detto la portata scaricabile nel sottosuolo è pari ad un indice di 94.52 l/s/Ha.

Il calcolo di verifica sviluppa risultati così interpretabili partendo dalla colonna di sinistra:

- 1) elenca i tempi in frazione di ora;
- 2) determina l'altezza di pioggia in base ai parametri Arpa per la zona in oggetto;
- 3) determina la portata di pioggia in mc/s (superficie ragguagliata)
- 4) incrementa la cubatura meteorica drenata nel sottosuolo;
- 5) calcola il volume di volano necessario, ricavato dalla differenza fra i volumi della colonna (Q pioggia) e della colonna (Q scarico)

Simulazione del fenomeno meteorologico e calcolo del volume del volano						
Tr	50	Q	Q	Volano	Intensità	
wT	2,03519	pioggia	scarico	richiesto	pioggia	
Durata (ore)	h pioggia mm	mc	mc	mc	l/s	
0,083	17,038	80,776	12,72	68,05	269,3	▼ -
0,167	24,095	114,234	25,45	88,79	111,5	▼ -
0,250	29,510	139,908	38,17	101,74	85,6	▼ -
0,333	34,075	161,552	50,89	110,66	72,1	▼ -
0,417	38,098	180,621	63,62	117,01	63,6	▼ -
0,500	41,734	197,860	76,34	121,52	57,5	▼ -
0,583	45,078	213,713	89,06	124,65	52,8	▼ -
0,667	48,190	228,469	101,78	126,68	49,2	▼ -
0,750	51,113	242,328	114,51	127,82	46,2	▼ -
0,833	53,878	255,436	127,23	128,21	43,7	-
0,917	56,508	267,904	139,95	127,95	41,6	-

Il calcolo dimostra il rispetto del principio di invarianza idraulica e del requisito minimo

Il valore massimo della colonna azzurra (mc 128,21) indica il volume del volano necessario.

La verifica del volume di volano disponibile può essere determinata come segue:

Volume relativo al vuoto dei 9 pozzi perdenti (Ø200 h 200 cm)= mc 56.55

Contenuto dell'involucro drenante costituito da ghiaia e pietrisco

(30%) = $9 \times ((2.5 \times 2.5 \times 3.14) - (1 \times 1 \times 3.14)) \times 2.00 \times 30\% =$ mc 50.87

Invaso superficiale (velo liquido e piccoli specchi 6 mm)

V= mq 4.741 x 0.006 mc 28,45

Invaso tubazioni e camerette d'ispezione mc 10.50

Volume invaso vasca separazione prima pioggia

V=mq 4741 x 0.005 = mc 23.71

Sommano mc 170,08

Tale valore, di **170 mc**, risulta maggiore del volano necessario di 128,21 mc e anche del requisito minimo imposto dal regolamento per le aree B -> $R_m = 4741 \times 500 / 10000 \times (1 - 0.3) =$ mc **165,94**

6 Area parcheggio autoveature

L'area è accessibile da via Milano ed è costituita da una corsia centrale, di circa 177 mt, con parcheggi laterali, per una larghezza totale di mt 16 ed una superficie pavimentata di 2.932 mq. (marciapiedi compresi). Il parcheggio è di proprietà ma adibito ad uso pubblico. Potrà quindi essere utilizzato dai dipendenti, dai visitatori e dai normali cittadini.

Come nel caso precedente le acque meteoriche saranno convogliate alla vasca di separazione della prima pioggia da sottoporre a disoleatura. Le portate di seconda pioggia verranno avviate ad una batteria di n. 6 pozzi perdenti, la cui capacità drenante risulta dal prospetto a lato.

Sulla base di tali risultati è possibile procedere al successivo calcolo del volume dell'invaso richiesto per compensare le variazioni dell'apporto meteorico durante gli eventi meteorici più intensi.

Drenaggio in Pozzi Perdenti		
$Q_f = (K/2) \cdot J \cdot A_f$		
K	m/s	0,001
Ø int Pozzo	m	2,00
h pozzo	m	2,50
R raggio sez. idrica	m	2,25
A _f	mq	12,76
Q _f	l/s	6,38
N. Pozzi	n	6
Q _f totale	l/s	38,29
Sup. servita	mq	2.932,00
Equivalenza	l/s/Ha	130,58
Volano Pozzi	mc	47,13
Volano rinfianco	mc	42,39
Volano Totale	mc	89,52

7 Verifica dell'Invarianza Idraulica

Come per il calcolo precedente, il prospetto sotto riportato definisce i parametri necessari al calcolo, fra cui la definizione delle superfici da servire e la percentuale di deflusso:

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore						
		Località:	Calvenzano			
		Coordinate:		Linea segnatrice
Parametri ricavati da:	http://idro.arpalombardia.it			Tempo di ritorno (anni)	50	
a1 - Coefficiente pluviometrico orario		29,0000000				
n - Coefficiente di scala		0,2854000		Q scarico	l/s/Ha	130,58
GEV - parametro alpha		0,2889000				
GEV - parametro kappa		-0,0372000		Incremento	in minuti	10
GEV - parametro epsilon		0,8220000				
				Minuti primo step		10
Scarico	l/s/Ha					
	mq	% deflusso	S ragguagliata			
Superficie 1	2798,00	100%	2.798,00	Parcheggio	NB. Per piogge di durata minore di un'ora n=0,5	
Superficie 2	134,00	100%	134,00			
Superficie 5		20%	-	Req. Min.	102,62	mc
Totali	2932,00	100%	2932,00	Q disp	38,29	l/s

Il prospetto seguente simula l'evento meteorico e determina il volume di volano necessario per compensare le differenze fra portate di pioggia e portate drenate.

Simulazione del fenomeno meteorologico e calcolo del volume del volano						
Tr	50	Q	Q	Volano	Intensità	
wT	2,03519	pioggia	scarico	richiesto	pioggia	
Durata (ore)	h pioggia mm	mc	mc	mc	l/s	
0,167	24,095	70,647	22,97	47,67	117,7	▼
0,333	34,075	99,909	45,94	53,96	48,8	-
0,500	41,734	122,363	68,92	53,45	37,4	-
0,667	48,190	141,293	91,89	49,40	31,5	-
0,833	53,878	157,971	114,86	43,11	27,8	-

Il valore massimo della colonna azzurra (mc 53,96) indica il volume del volano necessario.

La verifica del volume di volano disponibile può essere determinata come segue:

Volume relativo al vuoto dei 6 pozzi perdenti ($\varnothing 200$ h 250 cm) = mc 47.13

Contenuto dell'involucro drenante costituito da ghiaia e pietrisco

(30%) = $6 \times ((2.5 \times 2.5 \times 3.14) - (1 \times 1 \times 3.14)) \times 2.50 \times 30\% =$ mc 42.39

Invaso superficiale (velo liquido e piccoli specchi 6 mm)

$V = m_q 2932 \times 0.006$ mc 17.59

Invaso canalizzazioni e camerette mc 3.54

Volume invaso vasca separazione prima pioggia

$V = m_q 4.487 \times 0.005 =$ mc 14,66

Sommano mc 125,31

Tale valore, di **125.31 mc**, risulta maggiore del volano necessario di 53.96 mc e anche del requisito minimo imposto dal regolamento per le aree B -> $R_m = 2932 \times 500 / 10000 \times (1 - 0.3) =$ mc 102.62

8 Riqualficazione di via Milano

L'intervento prevede la riqualficazione di via Milano, strada comunale che si dirama dalla SP 136 (via per Vailate) e permette l'accesso alla zona industriale posta a sud di Calvenzano.

Nell'ambito di tale sistemazione è previsto anche il rifacimento di gran parte della rete fognaria.

E' infatti prevista la posa di un nuovo collettore per acque reflue che si allaccerà al collettore intercomunale (Cogeide) posto a monte della SP 185. Contemporaneamente è previsto il rifacimento del collettore di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche di pertinenza stradale, con la realizzazione della nuova tubazione, delle caditoie stradali sifonate, delle camerette d'ispezione e delle opere necessarie per il rispetto dell'invarianza idraulica e lo scarico controllato in corpo idrico superficiale.

La via Milano è una strada di penetrazione a fondo chiuso che si sviluppa in direzione est-ovest per una lunghezza di oltre 700 mt. Purtroppo tale tratto non ha dislivello, è completamente pianeggiante con ondulazioni di pochi centimetri. Ciò risulta problematico per la realizzazione dei nuovi collettori in quanto per raggiungere i recapiti finali è necessario conferire pendenze minime e limitate profondità di

posa, almeno per i tratti iniziali.

In questo ambito ci occuperemo della sola rete meteorica e dell'impianto di volanizzazione previsto prima dello scarico finale.

La lunghezza del nuovo collettore è di 497 mt ed una pendenza media di circa il 2,3 per mille 0.233%.

Il collettore sarà realizzato con tubazioni in PVC SN4, opportunamente rinfiancate, tali tubazioni verranno posate nel tratto iniziale ove la pendenza è più limitata. Gli ultimi 200 mt saranno realizzati con tubazioni in calcestruzzo turbo-centrifugato con giunti a bicchiere ed anello di tenuta elastomerico.

Al termine le portate confluiranno in una cameretta di separazione della prima pioggia. Le prime portate, quelle di dilavamento della pavimentazione, per spessore di 5 mm verranno recapitate in una vasca separata per procedere alla successiva disoleatura. Poiché la superficie stradale da drenare risulta di 5480,72 mq il volume della vasca di prima pioggia dovrà essere pari a $5.480,72 \cdot 0,005 = 27,40$ mc.

Poiché lo scarico delle portate è previsto in corpo idrico superficiale (fosso irriguo), è necessario determinare il volume di volano necessario.

9 Verifica dell'Invarianza Idraulica

Come per i calcoli precedenti, le variabili ed i parametri da utilizzare sono sempre quelle che Arpa Lombardia ha fissato per il comune di Calvenzano. Il prospetto sotto riportato definisce i parametri necessari al calcolo dell'intensità di pioggia critica, fra cui la definizione delle superfici da servire, la percentuale di deflusso e la portata scaricabile, per legge fissata in 20 lt/s/Ha:

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore						
		Località:	Calvenzano			
		Coordinate:		Linea segnatrice
Parametri ricavati da:	http://idro.arpalombardia.it		Tempo di ritorno (anni)			50
a1 - Coefficiente pluviometrico orario			29,0000000			
n - Coefficiente di scala			0,2854000	Q scarico	l/s/Ha	20
GEV - parametro alpha			0,2889000			
GEV - parametro kappa			-0,0372000	Incremento	in minuti	15
GEV - parametro epsilon			0,8220000			
				Minuti primo step		15
Scarico	l/s/Ha					
	mq	% deflusso	S ragguagliata			
Superficie 1	5480,72	100%	5.480,72	Strada	NB. Per piogge di durata minore di un'ora n=0,5	
Superficie 2		100%	-			
Superficie 5		10%	-	Req. Min.	191,83	mc
Totali	5480,72	100%	5480,72	Q disp	10,96	l/s

Il solito prospetto simulando l'evento meteorico, permette di determinare il volume di volano necessario per compensare le differenze fra portate di pioggia e portate scaricate.

Simulazione del fenomeno meteorologico e calcolo del volume del volano							
Tr	50	Q	Q	Volano	Intensità		
wT	2,03519	pioggia	scarico	richiesto	pioggia		
Durata (ore)	h pioggia mm	mc	mc	mc	l/s		
0,250	29,510	161,737	9,87	151,87	179,7	▼	-
0,500	41,734	228,731	19,73	209,00	74,4	▼	-
0,750	51,113	280,137	29,60	250,54	57,1	▼	-
1,000	59,020	323,475	39,46	284,01	48,2	▼	-
1,250	62,901	344,745	49,33	295,42	23,6	▼	-
1,500	66,261	363,159	59,19	303,97	20,5	▼	-
1,750	69,241	379,493	69,06	310,44	18,1	▼	-
2,000	71,931	394,234	78,92	315,31	16,4	▼	-
2,250	74,390	407,712	88,79	318,92	15,0	▼	-
2,500	76,661	420,158	98,65	321,50	13,8	▼	-
2,750	78,775	431,744	108,52	323,23	12,9	▼	-
3,000	80,756	442,599	118,38	324,22	12,1	▼	-
3,250	82,622	452,827	128,25	324,58	11,4		-
3,500	84,388	462,506	138,11	324,39	10,8		-
3,750	86,066	471,703	147,98	323,72	10,2		-

Il valore massimo della colonna azzurra (mc 324,58) indica il volume del volano necessario.

La verifica del volume di volano disponibile può essere determinata come segue:

Volume contenuto nella vasca volano prevista	mc	190,00
Invaso superficiale (velo liquido e piccoli specchi 6 mm)		
$V = mq \ 5480,72 \times 0.006$	mc	32,88
Invaso canalizzazioni e camerette	mc	78,28
Volume invaso vasca separazione prima pioggia		
$V = mq \ 5480,72 \times 0.005 =$	mc	27,14
Sommano	mc	328,30

Tale valore, di **328,30 mc**, risulta maggiore del volano necessario di 324,58 mc e anche del requisito minimo imposto dal regolamento per le aree B -> $R_m = 5480,72 \times 500 / 10000 = mc \ 274,04$.

La portata di scarico limitata a 10,96 lt/s richiede la posa di un impianto di sollevamento dotato di n. 2 pompe a funzionamento alternato con una prevalenza di circa 6 mt. Le portate verranno immesse nel canale irriguo adiacente, appartenente al reticolo idrico minore di competenza comunale.

10 Approfondimenti Tecnici

Con riferimento agli impianti sopra descritti, risulta opportuno illustrare i criteri progettuali e le caratteristiche costruttive dei manufatti.

Poiché le tre superfici sono destinate al transito e alla sosta di veicoli a motore, è necessario che le acque di dilavamento, potenzialmente contaminate, non siano recapitate in corpo idrico superficiale o drenate nell'immediato sottosuolo.

Pertanto, risultando impossibile trattare tutte le portate meteoriche derivanti da grandi superfici, portate che nelle punte possono superare i 100 l/s, si prevede di riservare, alle portate potenzialmente contaminate, il trattamento di disoleatura col criterio riservato alle "acque di prima pioggia"

La Regione Lombardia con regolamento n. 4 del 24 /05/2006, prevede, all' articolo 3, una lista di attività, potenzialmente inquinanti, per le quali è prescritta la separazione della prima pioggia ed il relativo trattamento e scarico.

Il termine "acque di prima pioggia" riguarda le portate della prima parte di ogni evento meteorico, corrispondenti ad una precipitazione di 5 mm, uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante, servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche.

Per le attività elencate, con superficie superiore ai 2.000 mq, è necessario rispettare le seguenti fasi:

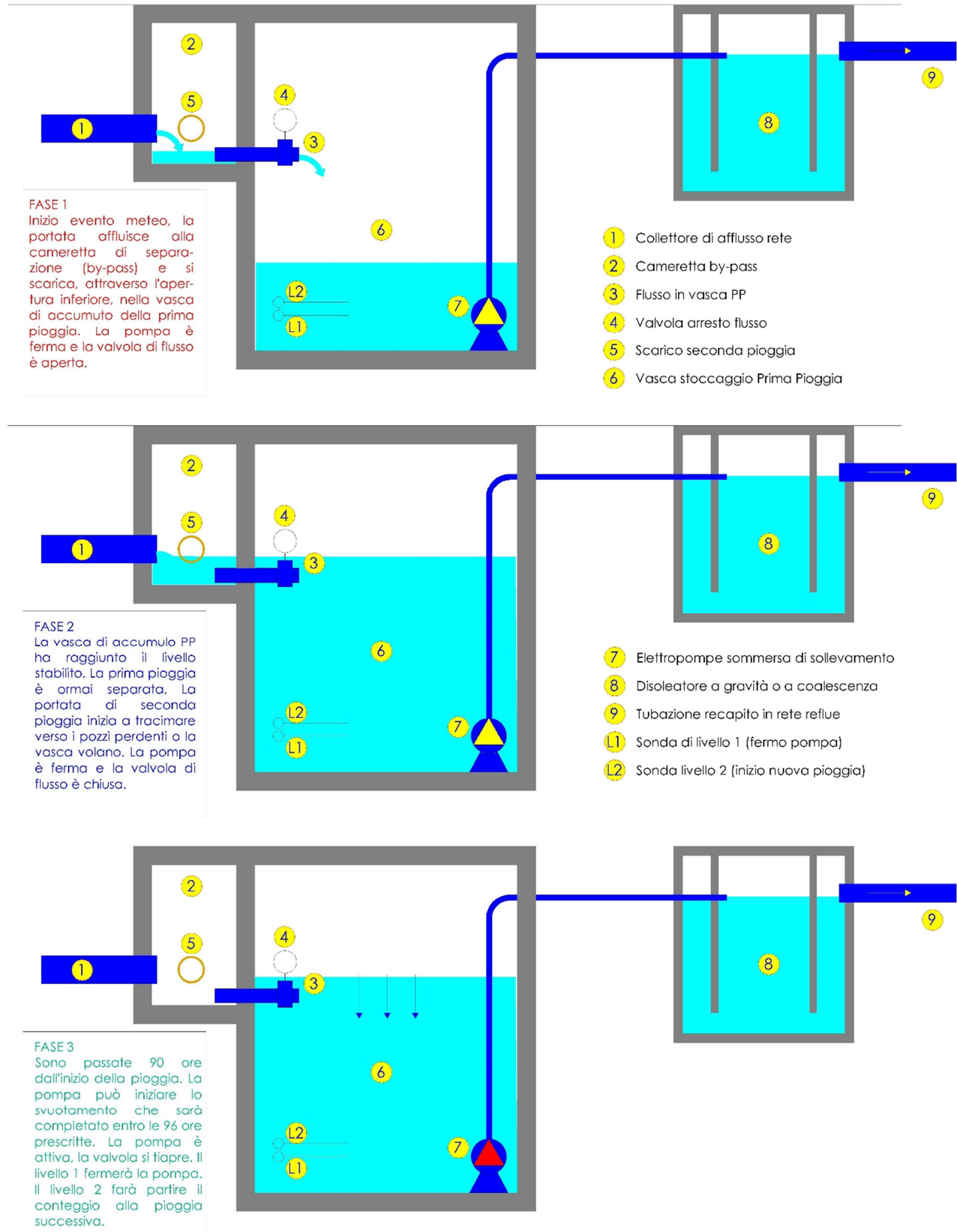
- 1) Convogliamento della rete drenante ad una cameretta realizzata in modo da permettere la deviazione dei volumi relativi alla prima pioggia e l'avvio a recapito finale della successiva seconda pioggia;
- 2) Realizzazione di una vasca di accumulo con capacità almeno pari al volume derivante dal prodotto fra superficie scolante ed un velo liquido di 5 mm ($Vm^3 = Sm^2 \times 0.005$);
- 3) L'afflusso alla vasca di accumulo dovrà essere dotato di un dispositivo di chiusura automatico da attivare al raggiungimento del livello massimo;
- 4) Entro 96 ore dall'inizio dell'evento meteorico, la vasca dovrà essere svuotata, il contenuto dovrà essere avviato a trattamento e scarico, l'afflusso dovrà essere riattivato.

Nonostante le superfici stradali non siano elencate nelle attività regolamentate, si prevede di applicare, anche ad esse, lo stesso principio per la separazione della prima pioggia, con successivo trattamento e scarico in pubblica fognatura acque reflue.

Pertanto ogni rete di raccolta sarà dotata di un sistema di separazione, accumulo e trattamento della prima pioggia, con recapito in una rete fognaria per acque reflue.

Nella pagina successiva viene schematizzato il processo di separazione e trattamento.

SCHEMA FUNZIONALE SEPARAZIONE PRIMA PIOGGIA



Sulla base di quanto già esposto, sulla base delle verifiche effettuate, è possibile riepilogare, per ogni zona considerata, è possibile sintetizzare processi, volumi e recapiti per la prima e la seconda pioggia.

Zona	Superficie	Vasca PP	trattamenti	recapito	2a pioggia	
	mq	mc	1a pioggia	1a pioggia	recapito	n./mc
Area ingresso e parcheggio autocarri	4.487,00	22,44	disoleatura	rete reflue	Pozzi P.	n. 9
Parcheggio auto	2.932,00	14,66	disoleatura	rete reflue	Pozzi P.	n. 6
Tratti via Milano	5.480,72	27,40	disoleatura	rete reflue	Vasca Vol.	mc 190

11 Descrizioni delle reti considerate

Prima di passare ai calcoli per il dimensionamento dei collettori, ritengo opportuno fare brevi approfondimenti sulle caratteristiche delle tre reti indipendenti considerate:

Raccolta e convogliamento acque meteoriche zona ingresso

Come risulta dalla planimetria allegata, la zona d'ingresso risulta costituita dalla strada di collegamento fra il nuovo centro logistico e la strada provinciale n.136. A lato delle corsie è prevista la creazione di un'area di sosta per autotreni con 20 piazzole. Tutta l'area sarà dotata di caditoie stradali con griglia in ghisa sferoidale, localizzate nei punti di convergenza dei flussi di ruscellamento. La rete di collettamento sarà realizzata con tubazioni in PVC SN4 con giunto a bicchiere e guarnizione di tenuta. Le tubazioni avranno una profondità limitata in considerazione dei trattamenti finali e della presenza della falda acquifera. Nei tratti in cui il franco, fra estradosso della tubazione e piano stradale, sarà inferiore ad 1 m, è previsto il rinfianco in calcestruzzo. Tale getto sarà interrotto in corrispondenza dei giunti allo scopo di assorbire eventuali assestamenti.

Nei punti di confluenza e lungo il tracciato dei collettori, è prevista la posa di camerette d'ispezione 80x80 cm con fondello in PVC e chiusino in ghisa stradale.

Tutte le portate saranno convogliate nella cameretta di separazione della prima pioggia. La prima pioggia sarà inviata a trattamento di disoleatura e quindi recapitata nella rete acque reflue. La seconda pioggia sarà disperda in nove pozzi perdenti, previsti all'interno dell'aiuola della rotatoria.

I pozzi avranno un diametro di 2 m ed una profondità di 2 m, al fine di garantire un franco, fra fondo pozzi e livello falda, superiore ad un metro.

La vasca di prima pioggia sarà dotata di un impianto di sollevamento con portata limitata ad 1 l/s, in modo da non sovraccaricare il disoleatore e di sonde di livello. Il consenso al sollevamento sarà impartito da un quadro elettrico dotato di logica programmabile che tenga conto dei tempi necessari alla riapertura della valvola di afflusso e del manifestarsi di un nuovo evento piovoso.

Raccolta e convogliamento acque meteoriche zona parcheggio auto

La rete di raccolta delle acque meteoriche di quest'area risulta abbastanza semplice trattandosi di

un'area con larghezza regolare. La raccolta delle acque meteoriche è prevista sull'asse stradale, a cui le due falde stradali ed i parcheggi convergeranno le rispettive portate.

Come in precedenza è prevista la separazione delle acque di prima pioggia con medesima procedura. Le portate di seconda pioggia saranno smaltite in una batteria di 6 pozzi perdenti.

Nuova fognatura separata di via Milano

Il primo tratto di via Milano è già dotato di fognatura separata che recapita nel collettore posto in via per Vailate. Per il lungo tratto stradale residuo, oggetto di riqualificazione con nuovi marciapiedi, è prevista la posa di due collettori, paralleli per un lungo tratto.

Collettore acque reflue, raccoglierà gli scarichi reflui della zona ovest di via Milano, scarichi provenienti dalle attività produttive e commerciali dirimpettaie.

Precedentemente si è già fatto cenno all'assoluta mancanza di pendenza del piano stradale, ciò si ripercuote sui nuovi collettori che, dovendo raggiungere recapiti esistenti con quota già definita, non possono usufruire delle pendenze canoniche.

Collettore acque reflue

Il nuovo collettore avrà una lunghezza di 455 mt ed una pendenza del 3,16 per mille. Inizialmente la profondità del piano di scorrimento, sarà limitata a m 1.10, mentre la profondità massima (-2,048) sarà raggiunta alla confluenza del collettore esistente posto in fregio alla S.P. 185.

La portata da convogliare è stata calcolata pari allo scarico relativo a 500 AE, con una dotazione giornaliera di 200 l/ab/g ed un coefficiente di contemporaneità pari a 15x. Per cui la portata massima risulterebbe di 26,20 l/s. Bisogna infatti considerare che molti allacciamenti potrebbero essere effettuati con il sollevamento meccanico da parte delle utenze. Ciò, potrebbe essere necessario nel tratto, a causa della limitata profondità del collettore. In questo caso, l'afflusso di portate sollevate, risulta auspicabile in quanto, le portate concentrate in breve tempo, possono fungere da camera di cacciata, con un salutare lavaggio della tubazione. Pertanto, tenendo conto della possibile contemporaneità dei sollevamenti e di probabili incrementi delle utenze, per tutto il tratto è stata prevista la posa di una tubazione in PVC SN8 Ø315 mm, che permette il convogliamento di 77 l/s a tubo pieno (90%).

Collettore acque meteoriche

La via Milano, avrà una larghezza di 12 m, compresi marciapiedi. Sull'asse stradale è prevista la raccolta, mediante caditoie, delle acque meteoriche. Come per le altre reti, di seguito, vengono riportati i prospetti della verifica idraulica e tutti gli elementi relativi.

Poiché questo collettore ha una lunghezza maggiore ed un dislivello minore, nel tratto iniziale, sono state adottate pendenze minime dell'1,5 per mille. Tale tratto sarà realizzato con tubazioni in PVC SN8, caratterizzate da un miglior coefficiente di scabrezza. Il tratto successivo sarà realizzato con tubazioni in cemento turbo centrifugato con giunti a bicchiere ed anelli di tenuta in neoprene. Questo tratto avrà la stessa pendenza del collettore acque reflue, in modo che i due collettori possano essere affiancati alla stessa quota. Al recapito finale è prevista la realizzazione

dell'impianto per la separazione ed il trattamento della prima pioggia. La seconda pioggia affluirà nella vasca di laminazione da 190 mc, il cui effluente sarà sollevato nel vicino fosso irriguo gestito dal Comune di Calvenzano. La portata di scarico sarà di circa 11 l/s corrispondente al parametro imposto di 20 lt/s/Ha.

12 Calcoli idraulici per il dimensionamento delle tubazioni

Il calcolo idraulico delle tubazioni è stato effettuato con formule per la verifica di canali aperti, in cui viene considerato il moto laminare, che si realizza per valori del numero di Reynolds $Re \leq 2000$; il moto comunque può essere laminare fino a $Re=10.000$. Per il moto in canali aperti $Re=4RV/v$, in cui R è il raggio idraulico, V la velocità e v la viscosità cinematica.

La formula di CHEZY per il moto uniforme e permanente calcola:

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

In cui v = velocità media in mt/s

K = Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler

R = Raggio Medio = Area bagnata/Contorno bagnato

i = Pendenza della superficie libera dell'acqua, o della linea di energia, o del fondo del canale (nel caso di moto permanente queste linee sono parallele)

Coefficienti di scabrezza di Gauckler-Strickler:

120 Tubi Pe, PVC, PRFV

100 Tubi nuovi gres o ghisa rivestita

80 Tubi con lievi incrostazioni, cemento ord.

60 Tubi con incrostazioni e depositi

40 Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo

La portata risulta $Q=A \cdot V$ dove A è la sezione idraulica della tubazione.

Nei prospetti di calcolo sotto riportati, le varie colonne identificano il tronco e le caratteristiche idrauliche in base ai seguenti elementi:

Collettori acque reflue

- 1) Nodo iniziale (il riferimento ai nodi trova riscontro nelle tavole di progetto);
- 2) Nodo finale;
- 3) Lunghezza del tratto sotteso da nodo a nodo;
- 4) Diametro della tubazione in mm;
- 5) Quota del terreno al nodo iniziale;
- 6) Quota del terreno al nodo finale;

- 7) Quota fondo canale al nodo iniziale;
- 8) Quota fondo canale al nodo finale;
- 9) Pendenza % del canale;
- 10) Abitanti equivalenti afferenti al tronco
- 11) Abitanti equivalenti progressivi
- 12) Portata media giornaliera l/s
- 13) Portata di punta
- 14) Portata massima teorica del tubo con riempimento al 90% (Qr);

Collettore acque reflue di via Milano

Ni	Nf	Lung.	Diam	Q.terr.	Q.terr.	Q.fondo	Q.fondo	pend	abitanti equiv.		Q nera	Qp	Qr
		mt	mm	iniz.	finale	iniz.	finale	assoluta	parz.	progress.	media	15x	tubo
											l/s	l/s	
1	2	49,60	315	108,60	108,60	107,60	107,44	0,32%	252	252,00	0,88	13,13	77,045
2	3	43,60	315	108,60	108,60	107,44	107,31	0,32%	45	298,00	1,03	15,52	77,045
3	4	44,40	315	108,60	108,60	107,31	107,17	0,32%	46	345,00	1,20	17,97	77,045
4	5	30,30	315	108,60	108,60	107,17	107,07	0,32%	32	377,00	1,31	19,64	77,045
5	6	44,20	315	108,60	108,60	107,07	106,93	0,32%	46	423,00	1,47	22,03	77,045
6	7	19,10	315	108,60	108,60	106,93	106,87	0,32%	20	443,00	1,54	23,07	77,045
7	8	18,00	315	108,60	108,60	106,87	106,81	0,32%	19	462,00	1,60	24,06	77,045
8	9	38,92	315	108,60	108,60	106,81	106,69	0,32%	40	503,00	1,75	26,20	77,045
9	10	38,00	315	108,60	108,40	106,69	106,57	0,32%		503,00	1,75	26,20	77,045
10	11	38,00	315	108,40	108,26	106,57	106,45	0,32%		503,00	1,75	26,20	77,045
11	12	38,00	315	108,26	108,15	106,45	106,33	0,32%		503,00	1,75	26,20	77,045
12	13	28,00	315	108,15	108,13	106,33	106,24	0,32%		503,00	1,75	26,20	77,045
13	14	25,00	315	108,13	108,11	106,24	106,16	0,32%		503,00	1,75	26,20	77,045

Collettori acque meteoriche

- 1) Nodo iniziale (il riferimento ai nodi trova riscontro nelle tavole di progetto);
- 2) Nodo finale;
- 3) Lunghezza del tratto sotteso da nodo a nodo;
- 4) Diametro della tubazione in mm;
- 5) Quota del terreno al nodo iniziale;
- 6) Quota del terreno al nodo finale;
- 7) Quota fondo canale al nodo iniziale;
- 8) Quota fondo canale al nodo finale;
- 9) Pendenza % del canale;
- 10) Superficie competente al singolo tronco
- 11) Superficie progressiva
- 12) Portata di pioggia massima (0.033 l/s/mq)
- 13) Portata massima teorica del tubo con riempimento al 90% (Qr);

Collettore acque meteoriche di via Milano

Ni	Nf	Lung.	Diam	Q.terr.	Q.terr.	Q.fondo	Q.fondo	pend	Superfici		Q pioggia	Qr
		mt	mm	iniz.	finale	iniz.	finale	assoluta	parz.	progress.	l/s	tubo
									mq	mq		
1	2	47,15	250	108,60	108,60	107,80	107,73	0,15%	566	566,00	18,68	32,592
2	3	47,10	315	108,60	108,60	107,73	107,66	0,15%	565	1132,00	37,36	52,442
3	4	49,80	315	108,60	108,60	107,66	107,57	0,18%	598	1730,00	57,09	67,317
4	5	50,79	400	108,60	108,60	107,57	107,48	0,18%	609	2340,00	77,22	107,079
5	6	51,01	400	108,60	108,60	107,48	107,39	0,18%	612	2953,00	97,45	124,996
6	7	50,83	400	108,60	108,60	107,39	107,29	0,18%	610	3563,00	117,58	124,996
7	8	51,24	500	108,60	108,60	107,29	107,13	0,32%	615	4178,00	137,87	194,623
8	9	50,22	500	108,60	108,60	107,13	106,97	0,32%	603	4781,00	157,77	235,100
9	10	38,91	500	108,60	108,40	106,97	106,85	0,32%	467	5247,92	173,18	235,100
10	11	18,40	500	108,40	108,26	106,85	106,79	0,32%	221	5468,72	180,47	235,100
11	12	31,00	500	108,26	108,15	106,79	106,69	0,32%	372	5840,72	192,74	235,100
12	13	10,50	400	108,15	108,13	106,69	106,64	0,50%		5840,72	192,74	251,655

Dal nodo 5 al nodo 12 è prevista la posa di collettori in cemento TC Ø500, il resto sarà realizzato con tubazioni in PVC SN8.

Rete drenaggio acque meteoriche strada di accesso e parcheggio autotreni

Ni	Nf	Lung.	Diam	Q.terr.	Q.terr.	Q.fondo	Q.fondo	pend	Superfici		Q pioggia	Qr
		mt	mm	iniz.	finale	iniz.	finale	assoluta	parz.	progress.	l/s	tubo
									mq	mq		
1	2	40,00	200	109,41	108,90	108,61	108,01	1,50%	352	353,00	11,65	58,370
2	3	20,60	250	108,90	108,60	108,01	107,70	1,50%	181	535,00	17,66	91,088
3	4	14,00	250	108,60	108,50	107,70	107,49	1,50%	168	704,00	23,23	105,653
4	5	56,00	315	108,50	108,15	107,49	107,13	0,65%	672	1377,00	45,44	110,582
5	8	59,00	315	108,15	107,68	107,13	106,74	0,65%	413	1791,00	59,10	129,067
6	7	9,00	200	107,68	107,68	106,98	106,94	0,50%	63	63,00	2,08	45,623
7	8	37,00	200	107,68	107,68	106,94	106,75	0,50%	296	360,00	11,88	33,700
8	14	14,70	315	107,68	107,70	106,75	106,60	1,00%	0	2151,00	70,98	118,251
9	10	18,50	200	107,68	107,68	106,98	106,89	0,50%	148	148,00	4,88	45,623
10	14	35,20	250	107,68	107,70	106,89	106,71	0,50%	246	394,40	13,02	52,589
11	12	48,20	250	108,51	108,20	107,71	107,40	0,65%	651	650,70	21,47	69,550
12	13	48,20	315	108,20	107,88	107,40	106,96	0,90%	651	1301,40	42,95	130,122
13	14	39,30	315	107,88	107,70	106,96	106,60	0,92%	0	1301,40	42,95	153,835
14	15	15,00	315	107,70	107,68	106,60	106,38	1,50%	0	3846,80	126,94	196,067

Rete drenaggio acque meteoriche parcheggio autovetture.

Ni	Nf	Lung.	Diam	Q.terr.	Q.terr.	Q.fondo	Q.fondo	pend	Superfici		Q pioggia	Qr
		mt	mm	iniz.	finale	iniz.	finale	assoluta	parz.	progress.	l/s	tubo
									mq	mq		
1	2	42,50	200	108,60	108,60	107,80	107,59	0,50%	680	681,00	22,47	33,700
2	3	42,50	250	108,60	108,60	107,59	107,38	0,50%	680	1362,00	44,95	52,589
3	5	42,50	315	108,60	108,60	107,38	107,16	0,50%	680	2043,00	67,42	96,987
4	5	42,50	200	108,60	108,60	107,80	107,16	1,51%	680	680,00	22,44	79,176
5	6	9,50	315	108,60	108,60	107,16	107,07	1,00%		2723,00	89,86	118,251
6	7	34,00	315	108,60	108,60	107,07	106,90	0,50%		2724,00	89,89	113,199

Per ulteriori informazioni fare riferimento agli elaborati grafici.

Treviolo lì Maggio 2021

Rev. 01 in data 07.07.2021

Dott. Ing. Gabriele Ghilardi

