

MENEGAZZI MICHELON ARCHITETTI ASSOCIATI

VIA FORNACE MORANDI 18/4 35133 PADOVA - TEL. 049 8644026 - FAX 049 8640600 - E MAIL mail@menegazzimichelon.it



COMMITTENTE	FASE	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
	DATA	SETTEMBRE 2016
OGGETTO	SCALA	
	TAVOLA	VERIFICA DELLA COMPATIBILITA' IDRAULICA
CODICE	NOTE	
	FILE	LAVORI\1502 - IN'S\PIANIFICAZIONE\B - PIANO DI LOTTIZZAZIONE\ITER\XXXX.XX.XX - PDL\PRODOTTI DA STUDIO\DISIGNI\DWG\nome tavola.dwg

VIA ISTITUTO SANTA MARIA DELLA PIETA' 6, 30173 VENEZIA

VIA FACCIOLATI , VIA PERTILE (PD)
P.U.A. VIA FACCIOLATI

1502-B ALL 11.1

1502



Comune di Padova (PD)

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

PROGETTAZIONE DELLA RETE DI FOGNATURA BIANCA A SERVIZIO DEL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI VIA FACCIOLATI IN COMUNE DI PADOVA (PD)



TAVOLA		TITOLO	PROGETTISTA	
Allegato 1		RELAZIONE	Ing. Mauro Tortorelli	
SCALA				
DATA ELABORATO				
Giugno 2016				
PROGETTAZIONE				
 i4 Consulting S.r.l.		Via Barroccio dal Borgo, 1 - 35124 Padova (PD) tel. 049 7966665 - fax 049 685800 info@i4consulting.it - www.i4consulting.it		
COMMESSA N.	FILE			
SO130/2016	N:\commesse\Lot_Michelon\SO130_INs\pdf\All-1_Relazione.pdf			
0	06/2016	Prima emissione	M. Tortorelli	M. Tortorelli
REV. N°	DATA	MOTIVO DELLA REVISIONE	VERIFICATO	APPROVATO

**PROGETTAZIONE DELLA RETE DI FOGNATURA BIANCA
A SERVIZIO DEL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
DA EDIFICARE IN VIA DEL GIGLIO
IN COMUNE DI PADOVA (PD)**

INDICE

1. Generalità	3
2. Caratteristiche pluviometriche della zona oggetto di intervento.....	6
3. Stima della variazione del coefficiente di deflusso	13
3.1. STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO NELLE CONDIZIONI ATTUALI.....	15
3.2. STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO NELLE CONDIZIONI DI PROGETTO	17
4. Portata smaltibile in rete pubblica di scolo.....	22
5. Calcolo dei volumi necessari per la laminazione	25
6. Dimensionamento del sistema di laminazione	27
7. Dimensionamento del manufatto di scarico	29
8. Dimensionamento della rete principale.....	34
9. Dimensionamento della rete minore.....	36
10. Caratteristiche particolari dell'area oggetto di intervento	38
11. Valutazione di possibili soluzioni alternative	39
12. Scelta dei materiali e dei dispositivi.....	40
13. Documentazione fotografica	43

1. Generalità

Il presente progetto riguarda il dimensionamento delle reti di fognatura bianca a servizio del Piano Urbanistico Attuativo da edificare in via Facciolati in Comune di Padova (PD).

L'area oggetto della presente relazione si estende per una superficie complessiva di circa 0.66 Ha, il relativo inquadramento territoriale dell'area è riportato nelle figure 1 e 2.

Per il dimensionamento della rete delle acque meteoriche si fa generalmente riferimento alla delibera di giunta regionale D.G.R. 2948 del 6/10/2009; la delibera annulla la precedente D.G.R. 1841 del 2007 emanata a modifica e integrazione delle D.G.R. 3637 del 2002 e della D.G.R. 1322 del 2006. Tutte le delibere citate in ogni caso si basano sul criterio dell'invarianza idraulica per le nuove aree urbanizzate e stabiliscono che le trasformazioni territoriali devono essere accompagnate a sistemi di limitazione delle portate scaricate e di volumi di invaso in grado di limitare le stesse al valore caratteristico del terreno antecedente all'intervento di trasformazione.

Di conseguenza, la realizzazione di superfici ad elevato coefficiente di deflusso (strade, piazzali e coperture di edifici) e la contemporanea necessità di mantenere pressoché inalterato il coefficiente udometrico dell'area, per non interferire con immissioni eccessive nella rete di fognatura bianca e nella rete idrografica superficiale, rende necessaria la laminazione delle portate generate degli eventi meteorici più intensi mediante la predisposizione di appositi volumi di invaso e manufatti di limitazione delle portate scaricate.

Il tempo di ritorno di riferimento di 50 anni stabilito dalla DGR 2948/2009 risulta particolarmente cautelativo al fine di garantire la sicurezza idraulica dell'area progettata e delle aree limitrofe, e a tale valore si farà pertanto riferimento.

A seguito degli intensi eventi meteorici avvenuti nel 2007, è stato nominato il Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 con l'obiettivo primario di ripristinare le condizioni di sicurezza nei territori colpiti. Pur essendo cessata l'attività del Commissario, numerosi comuni hanno provveduto ad inserire all'interno delle norme tecniche i contenuti delle ordinanze commissariali.

In ogni caso le ordinanze commissariali n. 2, 3 e 4 del 22/01/2008 e le "Linee Guida per la Valutazione di Compatibilità Idraulica" pubblicate nell'estate del 2009, pur essendo predisposte a tutela del territorio veneziano e quindi non risultano cogenti nel territorio oggetto di intervento, definiscono validi indirizzi per il corretto dimensionamento dei sistemi di laminazione e smaltimento delle acque meteoriche secondo il criterio dell'invarianza idraulica: a queste indicazioni si farà pertanto riferimento al fine di garantire la sicurezza idraulica dell'area progettata e delle aree contermini.



Figura 1 – Ubicazione dell'area di intervento – scala 1:25'000 – Base cartografica Carta I.G.M.

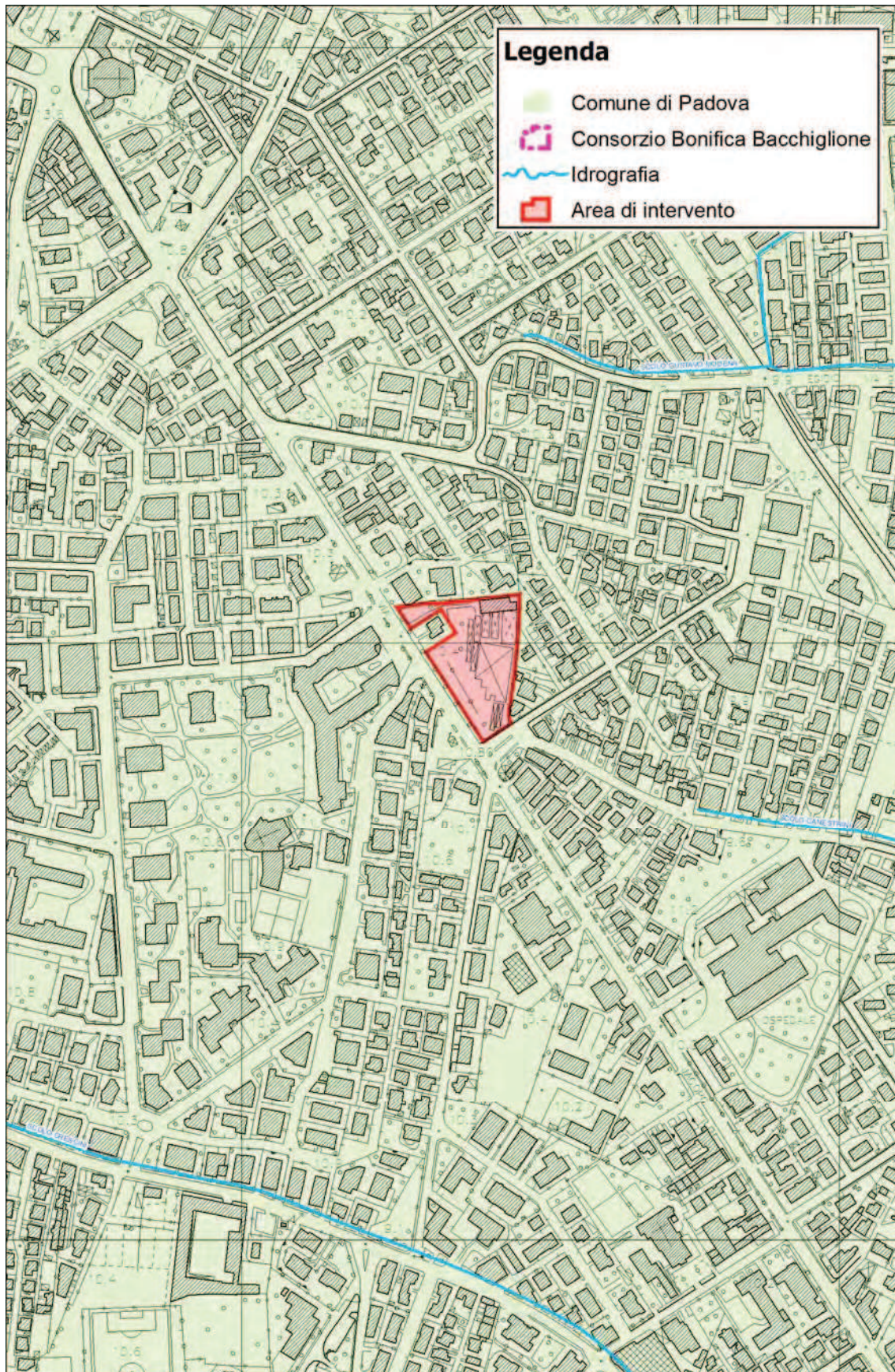


Figura 2 – Dettaglio dell'ubicazione della nuova lottizzazione – scala 1:5'000 – base cartografica C.T.R.

2. Caratteristiche pluviometriche della zona oggetto di intervento

Per lo studio delle opere di smaltimento delle acque piovane in aree di limitata estensione risulta opportuno fare riferimento, oltre che alle precipitazioni di durata oraria, anche a quelle di forte intensità e breve durata.

E' stato pubblicato, a cura del Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto, l' "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento", utile riferimento per i dimensionamenti idraulici nell'area interessata dallo studio.

Lo studio ha preso in esame un esteso numero di stazioni pluviografiche, e le ha raggruppate secondo rigorosi procedimenti statistici, individuando una serie di zone sufficientemente omogenee.

Tabella 1. Risultati della cluster analysis per l'individuazione di gruppi omogenei di stazioni.

Raggruppamento da analisi	Stazione	S_i	Raggruppamento finale
Zona sud occidentale	TEOLO (TL)	0.413	Zona sud occidentale
	LEGNARO (LE)	0.311	
	MONTEGALDA (MT)	0.264	
	CA' DI MEZZO (DI)	0.155	
	CODEVIGO (DV)	0.143	
	CAMPODARSEGO (CM)	0.126	
	GRANTORTO (GT)	0.099	
	GALZIGNANO TERME (GG)	0.421	
MIRA (MM)	-0.033	Zona costiera e lagunare	
Valle Averte	VALLE AVERTO UNO (VV)		-
Zona costiera e cittadellese	IESOLO (IE)	0.425	Zona costiera e lagunare
	MOGLIANO VENETO (OG)	0.421	
	MESTRE CITTÀ (ME)	-0.014	
	SANT'ANNA DI CHIOGGIA (CH)	0.239	Zona interna nord-occidentale
	CITTADELLA (IT)	0.224	
	TREBASELEGHE (TS)	0.052	
Zona nord-orientale	PONTE DI PIAVE (PT)	0.204	Zona nord-orientale
	NOVENTA DI PIAVE (NP)	0.521	
	VILLORBA (VB)	0.485	
	RONCADE (RC)	0.480	
	ERACLEA (ER)	0.455	
	ZERO BRANCO (ZB)	0.270	
	BREDA DI PIAVE (BP)	0.246	
CASTELFRANCO VENETO (CF)	0.202		
Zona esterna	AGNA (AA)	0.425	-
	BARBARANO VICENTINO (BB)	0.168	

Il Comune di Padova non rientra nell'elenco dei comuni colpiti dall'evento calamitoso del settembre 2007 e riportati nell'ordinanza commissariale n. 2 del 21/12/2007, tuttavia si ritiene utile fare riferimento a tale studio, poiché, oltre a coprire interamente l'area di interesse, fornisce stime delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica basate sui più recenti dati pluviometrici disponibili.

Lo studio ha previsto il raggruppamento delle stazioni pluviografiche di riferimento in base a criteri statistici di uniformità.

Il comune di Padova è stato raggruppato con altri comuni per i quali è stata riscontrata una risposta idrologica sufficientemente omogenea, e rientra nella zona denominata "Zona sud occidentale SW", come rappresentato nella seguente Figura 3. Le stazioni pluviografiche di riferimento della zona omogenea sono: Teolo (TL), Legnaro (LE), Montegalda (MT), Ca' di Mezzo (DI), Codevigo (DV), Campodarsego (CM), Grantorto (GT), Galzignano Terme (GG).

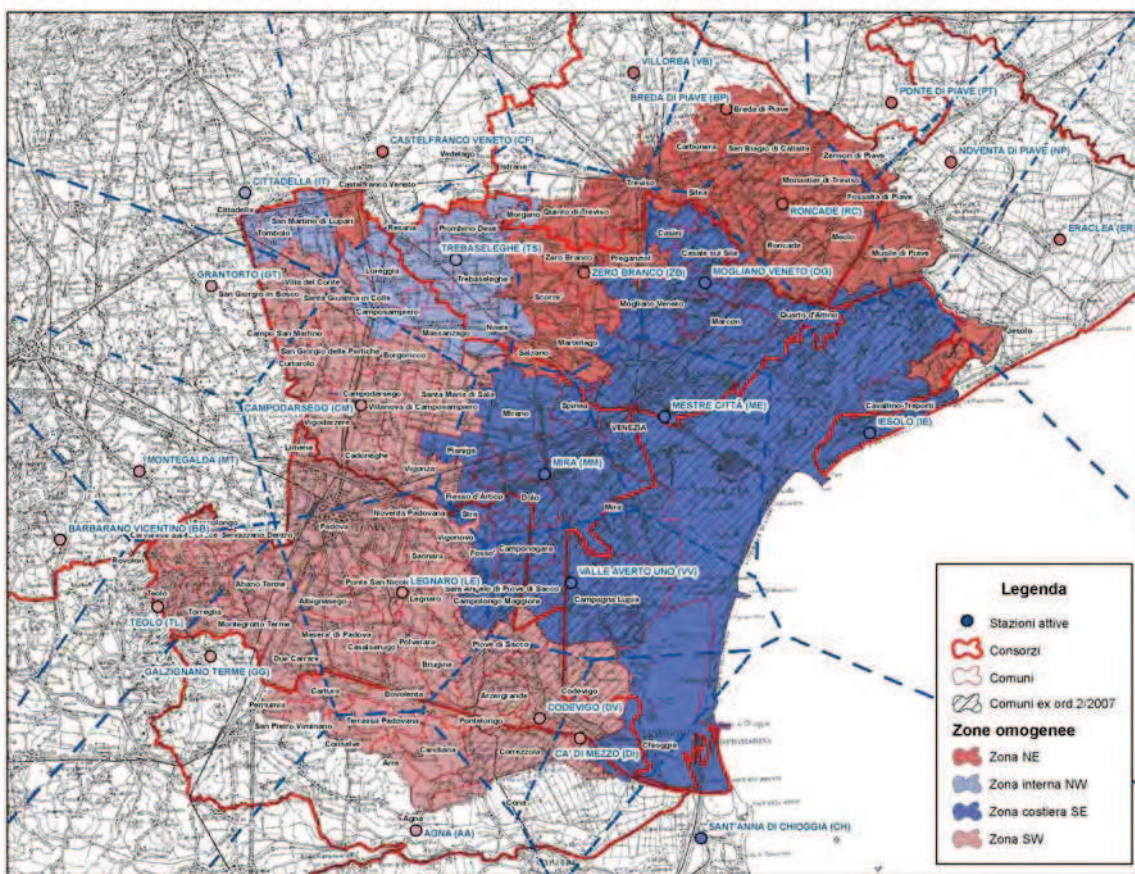


Figura 3. Ripartizione dei comuni tra le quattro zone omogenee.

Per le stesse sono state valutate alcune grandezze caratteristiche, riportate nelle seguenti tabelle.

Tabella 2 – grandezze indice per la zona sud-occidentale SW

Durata (min)	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
h	10.078	16.924	21.444	29.535	33.691	36.372	46.207	53.720	62.702	73.215

Le stesse sono poi state utilizzate per fornire i valori attesi di precipitazione, in base a durata e tempo di ritorno dell'evento di progetto.

Tabella 3 - Valori attesi di precipitazione:

T (anni)	durata (min)									
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
2	9.7	16.3	20.6	28.0	31.8	34.2	42.7	49.4	57.7	67.0
5	12.2	20.7	26.4	36.7	41.9	45.2	57.6	66.7	77.5	90.6
10	13.8	23.5	30.0	42.3	48.7	52.7	68.2	79.3	91.9	108.1
20	15.3	26.0	33.4	47.7	55.2	60.0	78.9	92.3	106.7	126.4
30	16.1	27.4	35.3	50.8	59.0	64.3	85.3	100.2	115.8	137.7
50	17.1	29.1	37.7	54.7	63.7	69.7	93.6	110.5	127.6	152.7
100	18.4	31.3	40.8	59.9	70.2	77.2	105.4	125.3	144.6	174.4
200	19.6	33.3	43.7	65.0	76.7	84.7	117.7	141.1	162.7	197.9

Nello studio "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento" la curva di possibilità pluviometrica è definita da tre parametri anziché dai due normalmente utilizzati, in maniera da fornire una relazione univoca per durate brevi ed orarie, normalmente interpolate con due differenti curve utilizzando la relazione a due parametri:

$$h = \frac{a}{(t+b)^c} t$$

Si ricorda che nell'applicazione della curva segnalatrice i tempi t devono essere espressi in minuti e il risultato è restituito in millimetri di precipitazione.

I parametri della curva segnalatrice sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 4 – parametri di possibilità pluviometrica relativi a curva a 3 parametri

T	a	b	c
2	20.6	10.8	0.842
5	27.4	12.1	0.839
10	31.6	12.9	0.834
20	35.2	13.6	0.827
30	37.1	14.0	0.823
50	39.5	14.5	0.817
100	42.4	15.2	0.808
200	45.0	15.9	0.799

La curva rappresentata dalla relazione sopra indicata è valida in un intervallo esteso e sufficientemente attendibile per durate che vanno dai 5 minuti fino alle 24 ore, senza la necessità di utilizzare curve differenti per brevi durate e per durate orarie.

Si riportano nel grafico seguente le curve ottenute dall'applicazione dei grafici sopra indicati, con riferimento a differenti tempi di ritorno.

Curve segnalatrici a 3 parametri

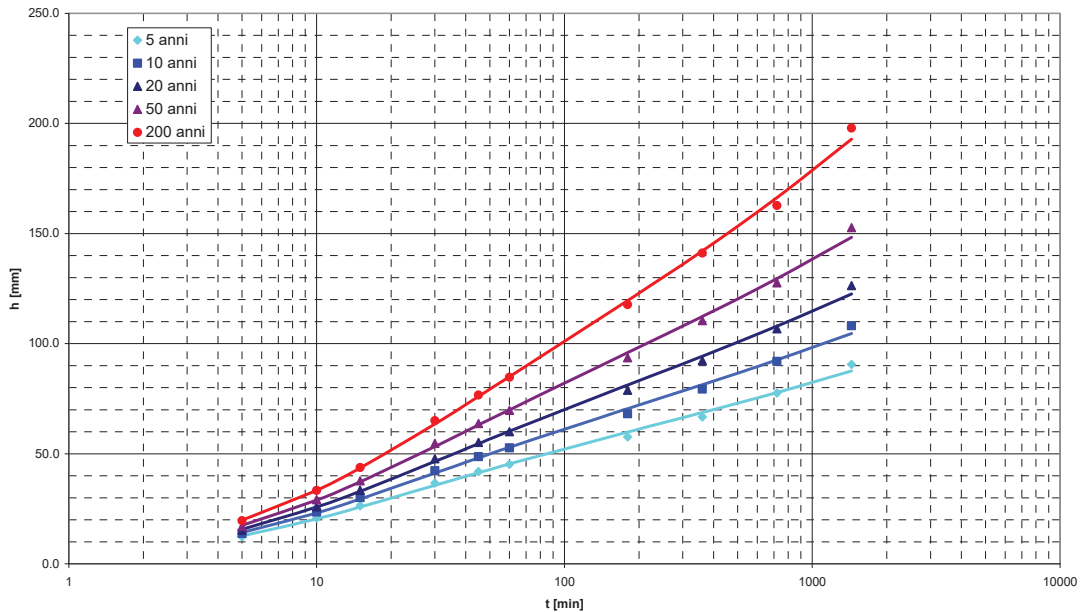


Figura 4 – Curve di possibilità pluviometrica a 3 parametri per la zona Sud-occidentale.

Pertanto la relazione che definisce l'altezza di precipitazione attesa per una determinata durata di pioggia, per l'area di interesse e con riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni, è data dalla seguente:

$$h = \frac{39.5}{(t + 14.5)^{0.817}} t$$

Per l'applicazione delle formule del metodo cinematico e del metodo dell'invaso, lo studio fornisce una serie di parametri di possibilità pluviometrica, da utilizzare con riferimento alla durata di precipitazione (t_p):

Tabella 5 – parametri di possibilità pluviometrica - Zona sud-occidentale

T_R	$t_p \approx 15$ minuti			$t_p \approx 30$ minuti			$t_p \approx 45$ minuti			$t_p \approx 1$ ora			$t_p \approx 3$ ore			$t_p \approx 6$ ore		
	da 5 min a 45 min			da 10 min a 1 ora			da 15 min a 3 ore			da 30 min a 6 ore			da 45 min a 12 ore			da 1 ora a 24 ore		
anni	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ
2	4.5	0.533	6.4%	6.6	0.412	3.2%	10.2	0.287	5.0%	13.5	0.221	1.3%	14.2	0.212	0.5%	14.2	0.212	0.4%
5	5.4	0.556	6.2%	7.9	0.437	3.3%	12.4	0.307	5.3%	16.9	0.235	1.5%	18.2	0.220	0.4%	18.5	0.218	0.2%
10	6.0	0.570	6.0%	8.6	0.453	3.3%	13.6	0.322	5.4%	18.8	0.247	1.6%	20.6	0.229	0.7%	21.1	0.224	0.4%
20	6.4	0.582	5.8%	9.2	0.470	3.3%	14.5	0.337	5.5%	20.3	0.260	1.7%	22.6	0.238	1.0%	23.4	0.232	0.7%
30	6.7	0.590	5.7%	9.4	0.479	3.3%	15.0	0.346	5.5%	21.0	0.268	1.7%	23.6	0.244	1.2%	24.6	0.237	0.9%
50	7.0	0.598	5.5%	9.8	0.491	3.3%	15.5	0.358	5.6%	21.9	0.278	1.8%	24.8	0.252	1.4%	26.1	0.243	1.1%
100	7.3	0.610	5.2%	10.1	0.507	3.3%	16.1	0.373	5.6%	22.8	0.292	1.8%	26.3	0.263	1.6%	27.9	0.253	1.4%
200	7.7	0.621	4.9%	10.4	0.524	3.3%	16.5	0.390	5.6%	23.5	0.307	1.9%	27.5	0.275	1.9%	29.5	0.263	1.7%

Tuttavia, con opportuni accorgimenti, è stato possibile adattare le note formule del metodo cinematico e del metodo dell'invaso alla curva di possibilità pluviometrica a 3 parametri.

A queste formule si farà riferimento per i calcoli nella presente relazione.

Si riportano nelle seguenti tabelle 6 e 7 le tabulazioni dei coefficienti udometrici calcolati mediante l'applicazione del metodo dell'invaso o del metodo cinematico ottenuti dall'applicazione della curva di possibilità pluviometrica a 3 parametri.

Tabella 6

Zona sud occidentale - Coefficienti udometrici ricavati con il metodo dell'invaso [$l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$]																
T_R [anni]	k	Volume di invaso [m^3/ha]														
		50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270	290	310	330
2	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	10.8	3.9	1.4	0.5	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3	34.4	19.0	9.9	4.9	2.4	1.2	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
	0.4	64.9	42.7	27.3	16.9	10.2	6.0	3.5	2.1	1.3	0.8	0.5	0.4	0.2	0.2	0.1
	0.5	99.2	71.8	51.2	35.8	24.5	16.5	10.9	7.1	4.6	3.1	2.0	1.4	1.0	0.7	0.5
	0.6	135.8	104.1	79.2	59.6	44.3	32.4	23.4	16.6	11.7	8.2	5.8	4.1	2.9	2.1	1.5
	0.7	174.1	138.9	110.3	87.1	68.1	52.8	40.5	30.7	23.0	17.2	12.7	9.4	6.9	5.1	3.8
	0.8	213.5	175.2	143.6	117.2	95.1	76.7	61.3	48.7	38.3	29.9	23.2	17.9	13.7	10.5	8.1
	0.9	253.8	212.9	178.5	149.4	124.5	103.3	85.2	69.9	56.9	46.1	37.1	29.6	23.6	18.7	14.8
5	0.1	2.1	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	24.5	12.6	6.1	2.9	1.4	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3	61.0	40.8	26.5	16.8	10.4	6.3	3.8	2.3	1.4	0.9	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1
	0.4	103.6	77.4	57.2	41.7	29.9	21.1	14.7	10.1	6.9	4.7	3.3	2.3	1.6	1.1	0.8
	0.5	149.6	118.8	93.9	73.8	57.4	44.2	33.7	25.5	19.0	14.1	10.4	7.7	5.7	4.2	3.2
	0.6	197.7	163.1	134.5	110.5	90.3	73.4	59.3	47.5	37.8	29.8	23.4	18.3	14.2	11.0	8.6
	0.7	247.1	209.5	177.7	150.5	127.1	106.9	89.6	74.7	61.9	51.1	41.9	34.2	27.8	22.5	18.2
	0.8	297.5	257.3	222.8	192.8	166.6	143.7	123.6	105.9	90.4	76.9	65.1	54.9	46.1	38.6	32.2
	0.9	348.7	306.2	269.3	237.0	208.4	182.9	160.3	140.2	122.3	106.3	92.2	79.6	68.6	58.9	50.4
10	0.1	4.3	1.3	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	34.8	20.5	11.6	6.3	3.4	1.9	1.0	0.6	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0
	0.3	78.9	56.7	40.3	28.1	19.2	12.9	8.6	5.7	3.8	2.5	1.7	1.2	0.8	0.6	0.4
	0.4	128.7	101.0	78.9	61.2	47.0	35.7	26.9	20.0	14.8	10.9	8.0	5.8	4.3	3.2	2.4
	0.5	181.5	149.6	123.2	101.1	82.6	67.1	54.2	43.4	34.6	27.4	21.5	16.9	13.2	10.3	8.0
	0.6	236.3	201.0	171.1	145.4	123.4	104.3	87.9	73.7	61.5	51.1	42.3	34.8	28.6	23.3	19.0
	0.7	292.3	254.1	221.3	192.8	167.7	145.6	126.2	109.0	93.9	80.7	69.0	58.9	50.0	42.4	35.8
	0.8	349.2	308.7	273.4	242.3	214.7	190.0	167.9	148.2	130.5	114.6	100.5	87.8	76.6	66.6	57.8
	0.9	406.8	364.2	326.8	293.4	263.6	236.6	212.3	190.2	170.2	152.1	135.7	120.8	107.3	95.1	84.2
20	0.1	7.1	2.6	1.0	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	44.9	29.0	18.2	11.1	6.7	4.0	2.4	1.5	1.0	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1
	0.3	95.6	72.3	54.2	40.3	29.5	21.4	15.4	10.9	7.8	5.5	3.9	2.9	2.1	1.5	1.2
	0.4	151.6	123.1	99.8	80.6	64.8	51.7	41.0	32.3	25.2	19.6	15.2	11.8	9.1	7.1	5.5
	0.5	210.4	178.0	150.7	127.4	107.5	90.4	75.7	63.1	52.4	43.4	35.7	29.3	23.9	19.5	15.9
	0.6	271.0	235.5	204.9	178.3	155.1	134.6	116.6	100.8	86.9	74.6	63.9	54.6	46.5	39.5	33.4
	0.7	332.8	294.6	261.4	232.1	206.0	182.8	161.9	143.3	126.5	111.5	98.1	86.1	75.4	65.9	57.5
	0.8	395.5	355.0	319.5	287.8	259.4	233.7	210.4	189.3	170.2	152.7	136.9	122.5	109.4	97.6	86.9
	0.9	458.7	416.4	378.8	345.1	314.6	286.8	261.4	238.1	216.8	197.2	179.2	162.7	147.5	133.6	120.8
50	0.1	11.5	5.2	2.3	1.0	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	57.9	40.5	28.0	19.0	12.7	8.4	5.6	3.7	2.5	1.7	1.2	0.9	0.6	0.5	0.4
	0.3	116.4	92.2	72.8	57.2	44.7	34.6	26.7	20.4	15.6	11.8	9.0	6.9	5.3	4.0	3.1
	0.4	179.7	150.7	126.5	106.1	88.7	74.0	61.4	50.8	41.9	34.4	28.1	23.0	18.7	15.2	12.4
	0.5	245.6	213.0	185.1	160.9	139.8	121.3	105.0	90.8	78.2	67.3	57.7	49.4	42.1	35.9	30.5
	0.6	313.1	277.6	246.8	219.6	195.4	173.8	154.5	137.1	121.6	107.6	95.1	83.9	73.8	64.9	57.0
	0.7	381.6	343.8	310.5	280.8	254.0	229.9	207.9	188.0	169.8	153.3	138.2	124.4	111.9	100.5	90.2
	0.8	451.0	411.1	375.7	343.8	314.9	288.5	264.4	242.2	221.7	202.9	185.6	169.6	154.9	141.3	128.7
	0.9	520.9	479.3	442.0	408.3	377.5	349.2	323.0	298.9	276.5	255.7	236.3	218.3	201.6	186.1	171.6

Tabella 7

Zona sud occidentale - Coefficienti udometrici ricavati con il metodo cinematico [$l\ s^{-1}ha^{-1}$]																
T_R [anni]	k	Tempo di corrivazione [ore]														
		0.25	0.5	1	2	3	4	5	6	12	24	36	48	72	96	120
2	0.1	22.2	15.1	9.5	5.7	4.1	3.3	2.7	2.4	1.3	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
	0.2	44.5	30.2	19.0	11.3	8.3	6.6	5.5	4.7	2.7	1.5	1.1	0.8	0.6	0.5	0.4
	0.3	66.7	45.4	28.5	17.0	12.4	9.8	8.2	7.1	4.0	2.2	1.6	1.3	0.9	0.7	0.6
	0.4	89.0	60.5	38.0	22.7	16.5	13.1	10.9	9.4	5.3	3.0	2.1	1.7	1.2	0.9	0.8
	0.5	111.2	75.6	47.5	28.3	20.6	16.4	13.7	11.8	6.7	3.7	2.7	2.1	1.5	1.2	1.0
	0.6	133.4	90.7	57.0	34.0	24.8	19.7	16.4	14.1	8.0	4.5	3.2	2.5	1.8	1.4	1.2
	0.7	155.7	105.8	66.5	39.7	28.9	22.9	19.1	16.5	9.3	5.2	3.7	2.9	2.1	1.6	1.4
	0.8	177.9	121.0	76.0	45.4	33.0	26.2	21.9	18.9	10.7	6.0	4.3	3.3	2.4	1.9	1.6
	0.9	200.2	136.1	85.6	51.0	37.1	29.5	24.6	21.2	12.0	6.7	4.8	3.8	2.7	2.1	1.7
5	0.1	28.7	19.8	12.6	7.6	5.5	4.4	3.7	3.2	1.8	1.0	0.7	0.6	0.4	0.3	0.3
	0.2	57.3	39.6	25.2	15.2	11.1	8.8	7.4	6.4	3.6	2.0	1.4	1.1	0.8	0.6	0.5
	0.3	86.0	59.4	37.8	22.8	16.6	13.2	11.1	9.5	5.4	3.0	2.2	1.7	1.2	1.0	0.8
	0.4	114.7	79.2	50.4	30.4	22.2	17.6	14.8	12.7	7.2	4.1	2.9	2.3	1.6	1.3	1.1
	0.5	143.3	99.0	63.1	37.9	27.7	22.1	18.4	15.9	9.0	5.1	3.6	2.8	2.0	1.6	1.3
	0.6	172.0	118.8	75.7	45.5	33.3	26.5	22.1	19.1	10.8	6.1	4.3	3.4	2.4	1.9	1.6
	0.7	200.6	138.7	88.3	53.1	38.8	30.9	25.8	22.3	12.6	7.1	5.1	4.0	2.8	2.2	1.9
	0.8	229.3	158.5	100.9	60.7	44.3	35.3	29.5	25.5	14.4	8.1	5.8	4.6	3.2	2.6	2.1
	0.9	258.0	178.3	113.5	68.3	49.9	39.7	33.2	28.6	16.2	9.1	6.5	5.1	3.7	2.9	2.4
10	0.1	32.8	22.9	14.7	8.9	6.5	5.2	4.4	3.8	2.1	1.2	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3
	0.2	65.6	45.8	29.4	17.8	13.1	10.4	8.7	7.5	4.3	2.4	1.7	1.4	1.0	0.8	0.6
	0.3	98.4	68.7	44.2	26.8	19.6	15.7	13.1	11.3	6.4	3.6	2.6	2.1	1.5	1.2	1.0
	0.4	131.2	91.6	58.9	35.7	26.2	20.9	17.5	15.1	8.6	4.9	3.5	2.7	2.0	1.5	1.3
	0.5	164.0	114.6	73.6	44.6	32.7	26.1	21.8	18.9	10.7	6.1	4.3	3.4	2.4	1.9	1.6
	0.6	196.8	137.5	88.3	53.5	39.2	31.3	26.2	22.6	12.9	7.3	5.2	4.1	2.9	2.3	1.9
	0.7	229.6	160.4	103.1	62.5	45.8	36.5	30.6	26.4	15.0	8.5	6.1	4.8	3.4	2.7	2.2
	0.8	262.4	183.3	117.8	71.4	52.3	41.7	35.0	30.2	17.2	9.7	6.9	5.5	3.9	3.1	2.6
	0.9	295.2	206.2	132.5	80.3	58.9	47.0	39.3	34.0	19.3	10.9	7.8	6.2	4.4	3.5	2.9
20	0.1	36.6	25.9	16.8	10.2	7.5	6.0	5.1	4.4	2.5	1.4	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4
	0.2	73.3	51.7	33.5	20.5	15.1	12.1	10.1	8.8	5.0	2.8	2.0	1.6	1.2	0.9	0.8
	0.3	109.9	77.6	50.3	30.7	22.6	18.1	15.2	13.1	7.5	4.3	3.1	2.4	1.7	1.4	1.1
	0.4	146.6	103.4	67.1	41.0	30.1	24.1	20.2	17.5	10.0	5.7	4.1	3.2	2.3	1.8	1.5
	0.5	183.2	129.3	83.8	51.2	37.7	30.1	25.3	21.9	12.5	7.1	5.1	4.0	2.9	2.3	1.9
	0.6	219.9	155.1	100.6	61.4	45.2	36.2	30.3	26.3	15.0	8.5	6.1	4.8	3.5	2.7	2.3
	0.7	256.5	181.0	117.4	71.7	52.7	42.2	35.4	30.6	17.5	10.0	7.1	5.6	4.0	3.2	2.6
	0.8	293.1	206.8	134.1	81.9	60.3	48.2	40.5	35.0	20.0	11.4	8.2	6.4	4.6	3.6	3.0
	0.9	329.8	232.7	150.9	92.2	67.8	54.3	45.5	39.4	22.5	12.8	9.2	7.2	5.2	4.1	3.4
50	0.1	41.5	29.6	19.4	12.0	8.9	7.1	6.0	5.2	3.0	1.7	1.2	1.0	0.7	0.6	0.5
	0.2	82.9	59.3	38.9	24.0	17.8	14.3	12.0	10.4	6.0	3.4	2.5	2.0	1.4	1.1	0.9
	0.3	124.4	88.9	58.3	36.0	26.6	21.4	18.0	15.6	9.0	5.1	3.7	2.9	2.1	1.7	1.4
	0.4	165.8	118.5	77.8	48.0	35.5	28.5	24.0	20.8	12.0	6.9	4.9	3.9	2.8	2.2	1.9
	0.5	207.3	148.2	97.2	60.0	44.4	35.6	30.0	26.0	15.0	8.6	6.2	4.9	3.5	2.8	2.3
	0.6	248.7	177.8	116.7	72.0	53.3	42.8	36.0	31.2	18.0	10.3	7.4	5.9	4.2	3.3	2.8
	0.7	290.2	207.4	136.1	84.0	62.2	49.9	42.0	36.4	21.0	12.0	8.6	6.8	4.9	3.9	3.2
	0.8	331.7	237.0	155.6	96.0	71.0	57.0	48.0	41.6	24.0	13.7	9.9	7.8	5.6	4.5	3.7
	0.9	373.1	266.7	175.0	108.0	79.9	64.2	54.0	46.8	27.0	15.4	11.1	8.8	6.3	5.0	4.2

3. Stima della variazione del coefficiente di deflusso

Per stimare i volumi che defluiscono attraverso la rete di fognatura risulta indispensabile conoscere le caratteristiche dei terreni, per valutare la porzione di pioggia che viene naturalmente assorbita dal terreno e separarla quindi dalla porzione che giunge in rete. Questa caratteristica è espressa dal coefficiente di deflusso, che indica la frazione del volume di pioggia che giunge alla rete di fognatura.

Per individuare quanto l'intervento in progetto sia in grado di modificare il regime idraulico dell'area, il coefficiente di deflusso risulta un parametro fondamentale per determinare il comportamento di un'area. Questo parametro viene calcolato con riferimento all'area nelle condizioni antecedenti e successive alla realizzazione dell'intervento.

Una variazione del coefficiente di deflusso in aumento determina generalmente un aggravio di volumi scaricati e un incremento delle portate di punta, e di conseguenza richiede interventi per la laminazione delle portate di piena mediante realizzazione di volumi di invaso e di manufatti di controllo delle portate scaricate.

Tuttavia in situazioni di urbanizzazione preesistente è possibile ottenere anche variazioni negative del coefficiente di deflusso. In questi casi la trasformazione urbanistica permette già una riduzione di portate e volumi scaricati, e eventuali interventi sono mirati a ridurre ulteriormente l'apporto dell'area oggetto di intervento alla rete ricettrice al fine di garantire un miglioramento alla situazione idraulica generale del bacino di appartenenza.

La D.G.R. 2948/2009, riprendendo quanto già esposto nelle delibere precedenti, definisce i seguenti valori guida da utilizzare quali coefficienti di deflusso, nel caso in cui non vengano calcolati analiticamente:

Tabella 8: Coefficienti di deflusso suggeriti dalla D.G.R. 2948/2009.

Superficie	Coefficiente di deflusso ϕ
Aree agricole	0.10
Aree verdi (giardini)	0.20
Aree semipermeabili (grigliati drenanti)	0.60
Aree impermeabilizzate (tetti, strade, terrazze)	0.90

La successiva nota integrativa del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007, prot. n. 191991 del 09/04/2008, fornisce alcuni chiarimenti sulla metodologia di calcolo da adottare per la valutazione dell'impatto idraulico dell'intervento, e definisce ulteriori coefficienti di deflusso per alcuni tipi comuni di pavimentazione semipermeabile.

Tabella 9: Coefficienti di deflusso suggeriti dal Commissario Delegato nella nota del 09/04/2008.

Superficie	Coefficiente di deflusso φ
Superfici in ghiaia sciolta	0.30
Grigliati garden	0.40
Pavimentazione in ciottoli su sabbia	0.40
Pavimentazioni in cubetti o pietre con fuga non sigillata su sabbia	0.70

Il coefficiente di deflusso medio viene stimato sulla base della suddivisione in aree caratterizzate da coefficiente di deflusso omogeneo.

Il coefficiente di deflusso, viene calcolato come valore medio pesato sull'area:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

Viene quindi valutato il coefficiente di deflusso nelle condizioni attuali, e nella situazione di progetto, per valutare l'incidenza dell'intervento sul regime idraulico.

3.1. Stima del coefficiente di deflusso nelle condizioni attuali

L'area oggetto di intervento edificatorio era in precedenza soggetta ad attività vivaistica, con ampia presenza di serre e superfici impermeabilizzate.

A favore di sicurezza tuttavia sono state considerate impermeabilizzate le sole pertinenze effettivamente rilevate, poiché la cartografia regionale e catastale riportano una incidenza di superfici impermeabili ben maggiore.

Inoltre, sempre a favore di sicurezza, le superfici pertinenziali sono state tutte considerate a verde, pur essendo presenti superfici pavimentate.

La figura 5 riporta in forma schematica l'utilizzo del suolo allo stato attuale, con le considerazioni di cui sopra, all'interno delle aree di intervento.

Utilizzando i valori del coefficiente di deflusso riportati nelle tabelle 8 e 9 si può stimare, seppur indirettamente, la portata attualmente scaricata dall'area verso la rete di scolo, al fine di garantire successivamente l'invarianza idraulica o un eventuale miglioramento alla stessa.

Tabella 10: Calcolo del coefficiente medio di deflusso allo stato attuale

Superficie	ϕ	area effettiva (m²)	area efficace (m²)
Aree verdi (aree a verde)	0.20	4706.2	941.2
Aree impermeabili (edifici e serre – aree impermeabilizzate)	0.90	1939.4	1745.5
TOTALE Area di intervento	0.40	6645.6	2686.7

Sulla base delle considerazioni sopra esposte è stato stimato il coefficiente di deflusso medio attuale per l'area di intervento, che risulta pari a **0.40**, e che rappresenta un valore minimo cautelativo relativo allo stato di fatto.

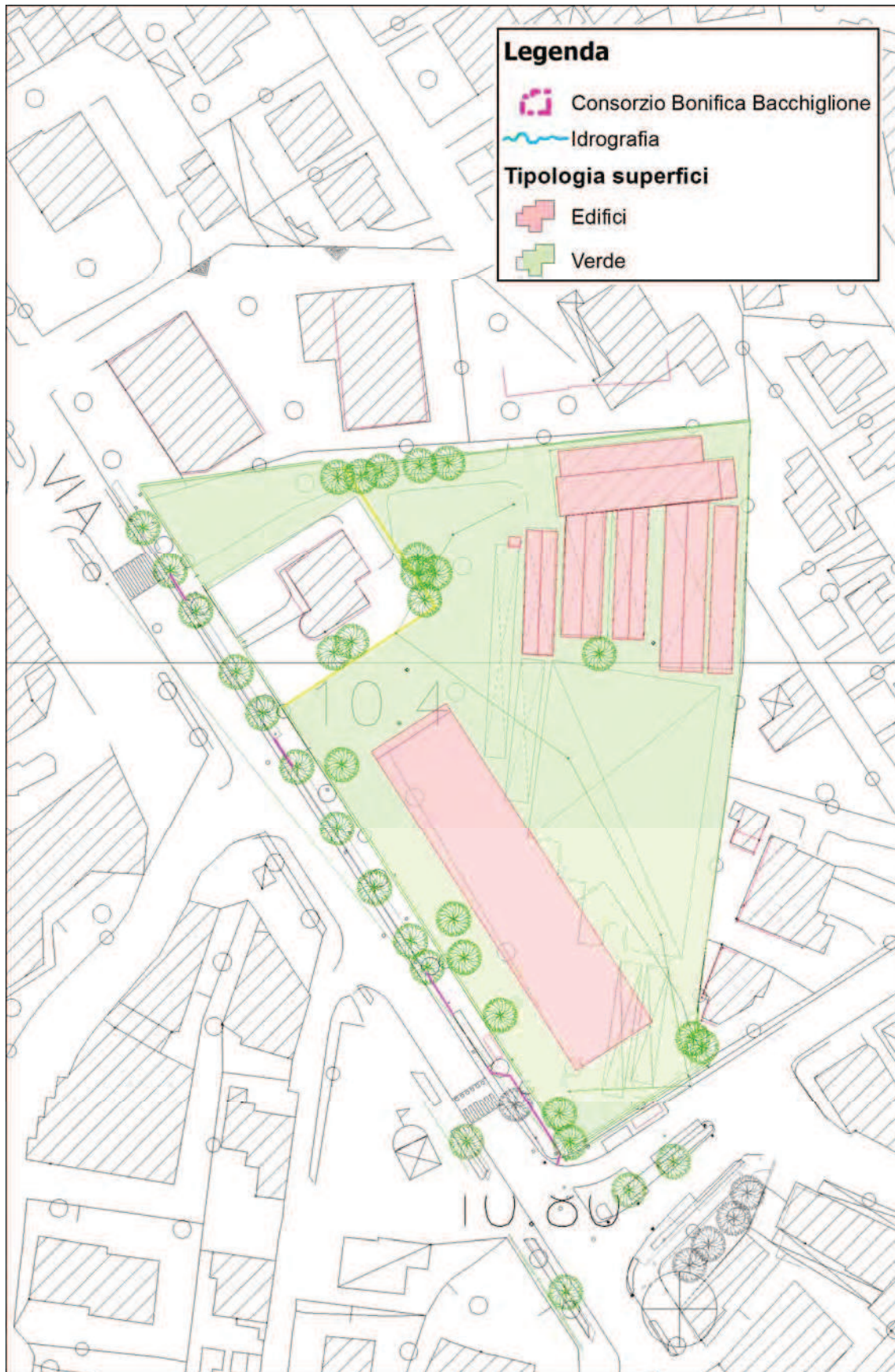


Figura 5 – Stato attuale dell’area di intervento – scala 1:1’000

3.2. Stima del coefficiente di deflusso nelle condizioni di progetto

L'intervento prevede la realizzazione di due distinti comparti edificatori: un edificio a carattere residenziale e relativa viabilità di accesso e aree di parcheggio e verde pubblico nella parte più a nord dell'ambito, e un edificio a scopo commerciale e relativa viabilità di accesso e aree di parcheggio e verde pubblico nella parte a sud dell'ambito del PUA.

L'ambito di intervento, come indicato nella figura 6, è stato suddiviso in zone omogenee secondo l'uso del suolo previsto, e ad ogni tipologia è stato associato un coefficiente di deflusso secondo i valori di letteratura e le indicazioni commissariali riportate in tabella 9.

Si riporta nella seguente tabella 11 il calcolo del coefficiente di deflusso medio delle due aree nelle condizioni di progetto.

Tabella 11: Calcolo del coefficiente medio di deflusso nelle condizioni di progetto.

Superficie	ϕ	area effettiva (m ²)	area efficace (m ²)
Aree verdi (verde pubblico)	0.20	576.1	115.2
Aree semipermeabili (parcheggi in green parking)	0.40	128.4	51.4
Aree semipermeabili (marciapiedi)	0.70	102.9	72.0
Aree impermeabilizzate (strade)	0.90	639.3	575.4
Aree impermeabilizzate (edifici)	0.90	551.5	496.3
TOTALE Area di intervento blocco residenziale	0.656	1998.2	1310.3
Aree verdi (verde pubblico)	0.20	496.2	99.2
Aree semipermeabili (parcheggi in green parking)	0.40	1035.0	414.0
Aree semipermeabili (marciapiedi)	0.70	134.7	96.2
Aree impermeabilizzate (strade)	0.90	1897.0	1707.3
Aree impermeabilizzate (edifici)	0.90	1084.5	976.1
TOTALE Area di intervento blocco commerciale	0.708	4647.4	3292.8
TOTALE Area d'ambito	0.69	6645.6	4603.1

Sulla base dei parametri sopra riportati si sono stimati i coefficienti di deflusso medio nelle condizioni di progetto per l'area di intervento residenziale che risulta pari a **0.656** e per l'area di intervento commerciale che risulta pari a **0.708**. Il valore medio relativo all'intero ambito risulta pari a 0.69

Le figure 7 e 8 riportano un confronto tra i volumi generati dalle aree nelle condizioni attuali e nelle condizioni di progetto durante una precipitazione caratterizzata da un tempo di ritorno di 50 anni, per entrambi i comparti.



Figura 6 – Suddivisione dell'area dell'intervento in zone omogenee – scala 1:1'000

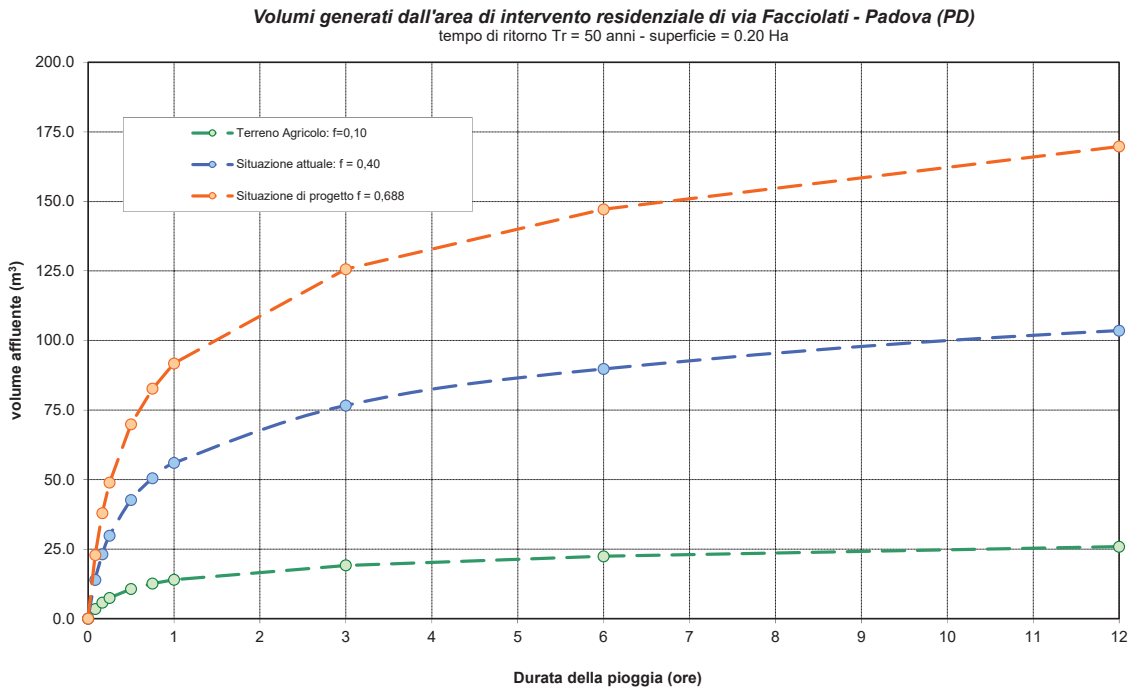


Figura 7: Stima dei volumi generati dall'area di intervento residenziale nelle condizioni attuali e di progetto

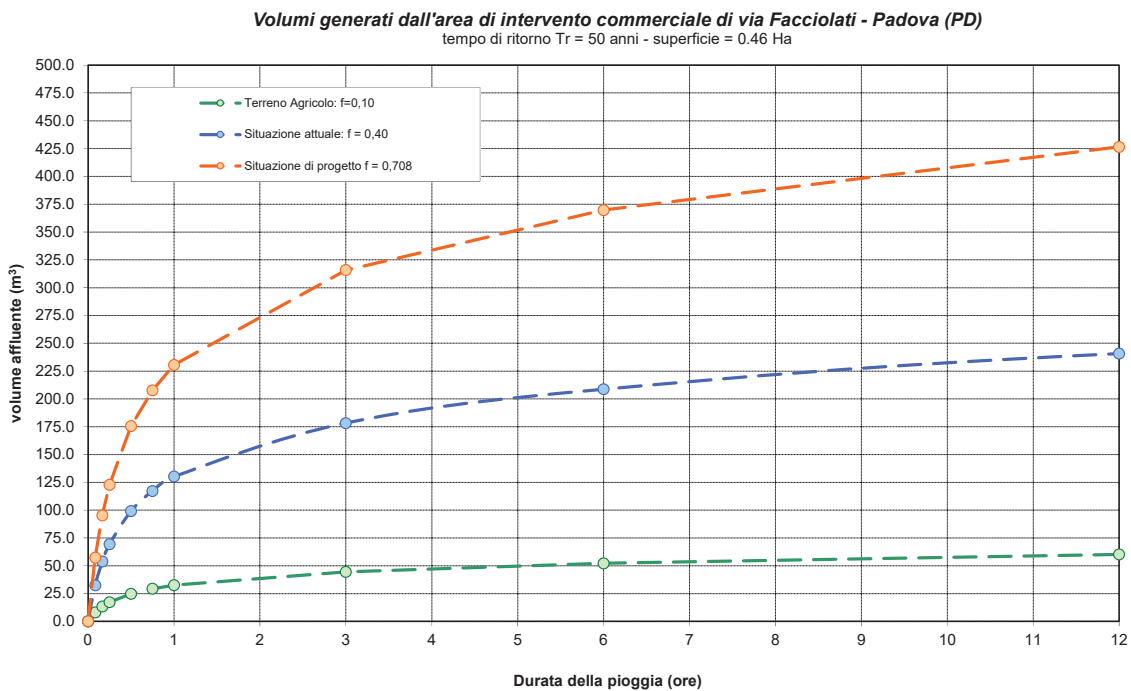


Figura 8: Stima dei volumi generati dall'area di intervento commerciale nelle condizioni attuali e di progetto

Risulta evidente come l'intervento in progetto sia sul comparto residenziale che sul comparto commerciale generi una sensibile variazione del comportamento idraulico dell'area, a causa dell'incremento del coefficiente di deflusso e , e di conseguenza, determini un incremento del volume generato durante un evento di pioggia. Ma risulta altresì evidente come il comportamento dell'area nelle condizioni attuali risulti già assai distante dal comportamento di un terreno agricolo.

Infatti l'area di intervento nelle condizioni attuali, come visibile nei diagrammi di figure 7 e 8 genera un apporto alla rete di fognatura pari a circa 4 volte l'apporto caratteristico di un terreno adibito a scopi agricoli. L'intervento in progetto incrementa ulteriormente di circa una volta e mezzo l'apporto in termini di volume di afflusso, ma permetterà una riduzione delle portate di picco grazie alla predisposizione di appositi manufatti.

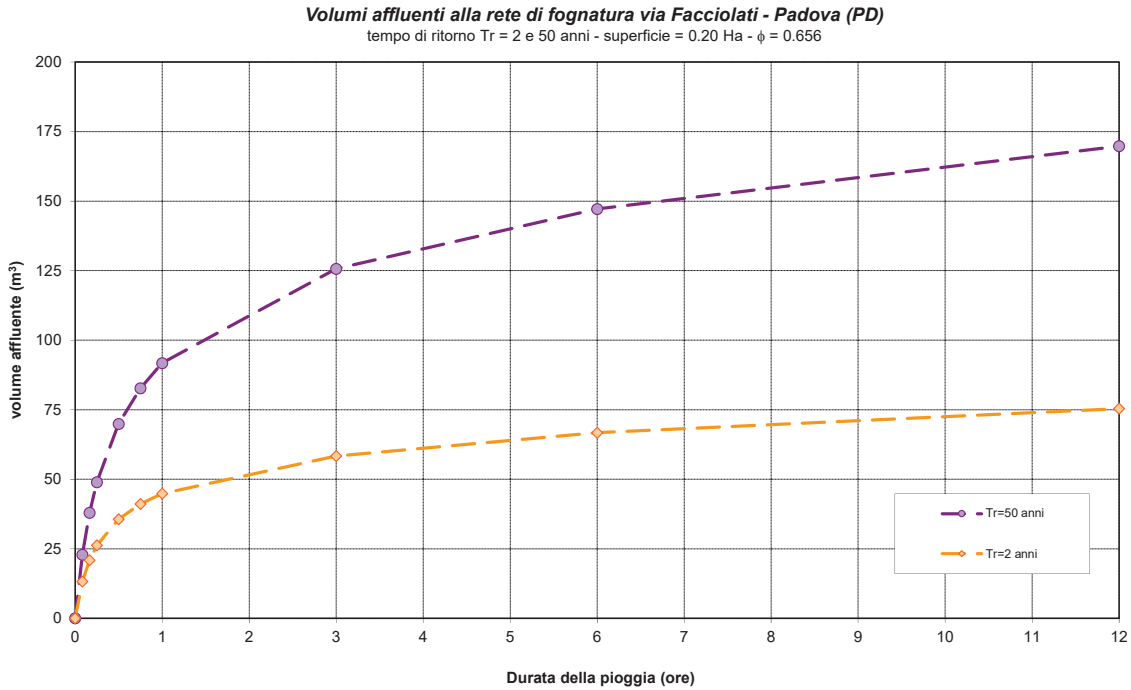


Figura 9: Volume generato da un evento piovoso avente tempo di ritorno $Tr = 2$ o 50 anni per l'area di intervento residenziale

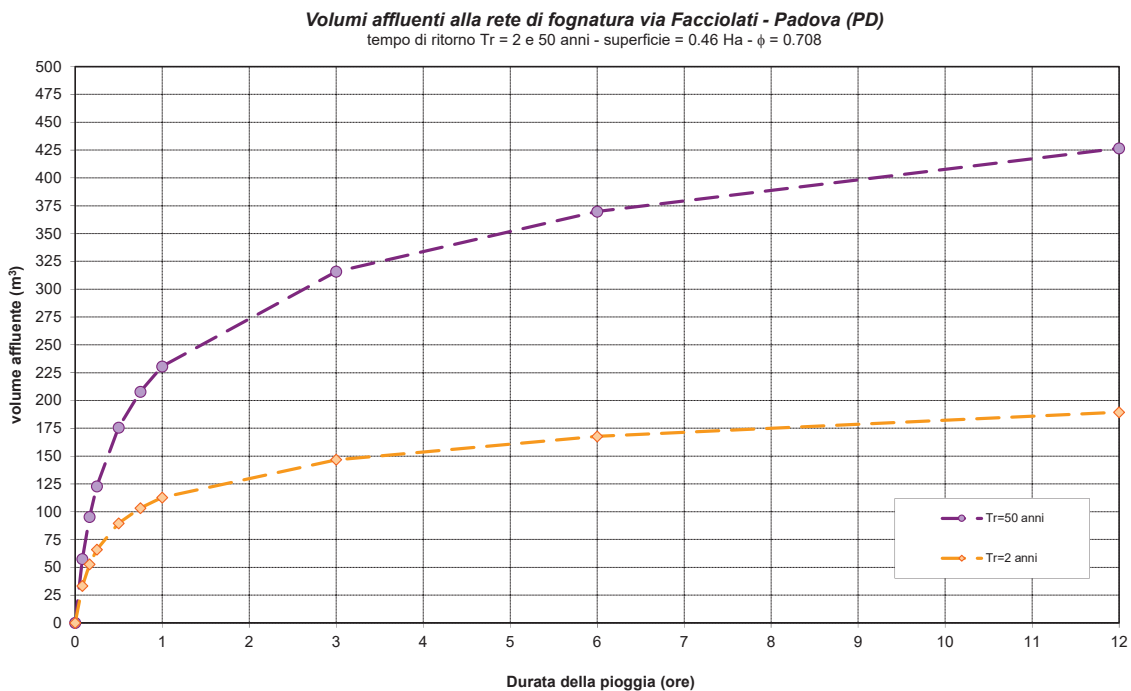


Figura 10: Volume generato da un evento piovoso avente tempo di ritorno $Tr = 2$ o 50 anni per l'area di intervento commerciale

A partire dalle relazioni di possibilità pluviometrica di cui al paragrafo 2, si possono quindi stimare le altezze di precipitazione per le varie durate, e quindi i volumi di afflusso complessivi per eventi di durata variabile tra 5 minuti e 24 ore relativi alle due zone, per eventi caratterizzati da differenti tempi di ritorno, come ad esempio indicato nelle Figure 9 e 10.

4. Portata smaltibile in rete pubblica di scolo

L'invarianza idraulica in una trasformazione urbanistica che prevede la sostituzione di terreno agricolo o di terreno lasciato incolto con terreno urbanizzato può essere ottenuta con la realizzazione di un manufatto di recapito che impedisca lo scarico di portate più elevate di quanto ottenuto con riferimento alle condizioni precedenti alla trasformazione. Le maggiori portate devono quindi essere invase per un certo periodo all'interno dell'area stessa, laminando il picco di portata generato dagli eventi pluviometrici brevi ed intensi.

A titolo di esempio si può notare nella tabella 6 come un'area agricola, caratterizzata da un volume di invaso tipico di circa 130 m³/Ha e coefficiente di deflusso pari a 0.1, possa determinare allo scarico una portata dell'ordine di 0.5 l/s·Ha, con riferimento a un tempo di ritorno di 50 anni.

Eventi con tempo di ritorno di 50 anni su aree urbanizzate risultano invece caratterizzati da volumi di invaso ridotti e coefficienti udometrici assai elevati, che possono raggiungere e superare valori dell'ordine di 200 l/s·Ha.

Nel caso in esame si possono stimare i coefficienti udometrici con i due modelli per i coefficienti di deflusso individuati nelle condizioni attuali, valutando adeguatamente il tempo di corrivazione e il volume specifico di invaso avvalendosi delle tabelle 6 e 7.

Per un coefficiente di deflusso di 0.40 corrispondente alle condizioni attuali e per una superficie complessiva di 0.66 Ha, utilizzando la formula di *Ventura* si può calcolare il tempo di corrivazione di circa 36 minuti (0.6 ore) e si può assumere un volume specifico di invaso medio di 100 m³/Ha, valore tipico di aree a limitata urbanizzazione con ampie superfici a verde non soggette a lavorazioni agronomiche.

$$t_c = 7.56 \cdot \sqrt{S} \quad (S \text{ in km}^2, t_c \text{ in ore})$$

Tabella 12: Calcolo del coefficiente udometrico con il metodo cinematico e il metodo dell'invaso

Condizioni ATTUALI – area = 0.66 Ha – $\phi=0.40$	
Metodo Cinematico	Metodo dell'Invaso
Tempo di corrivazione stimato: 36 minuti	Invaso specifico stimato: 100 m³/Ha
Coefficiente udometrico: $u = 106.9 \text{ l/s} \cdot \text{Ha}$	Coefficiente udometrico: $u = 115.9 \text{ l/s} \cdot \text{Ha}$
Portata scaricata: $Q = 70.5 \text{ l/s}$	Portata scaricata: $Q = 76.5 \text{ l/s}$

La media dei valori precedentemente calcolati suggerisce di non superare, al fine di garantire l'invarianza idraulica dell'intervento secondo quanto previsto dalla D.G.R. 2948/2009, il coefficiente udometrico corrispondente al valor medio di **111.4 l/s·Ha**, corrispondenti ad un apporto alla rete di fognatura bianca, per l'intero ambito, pari a **73.5 l/s**.

Al fine di garantire un miglioramento dell'impatto idraulico dell'area di intervento, potrebbe risultare inoltre opportuno applicare un'ulteriore riduzione al coefficiente udometrico di progetto, al fine di contribuire con l'intervento ad una riduzione del grado di rischio idraulico delle aree idraulicamente connesse all'ambito di intervento.

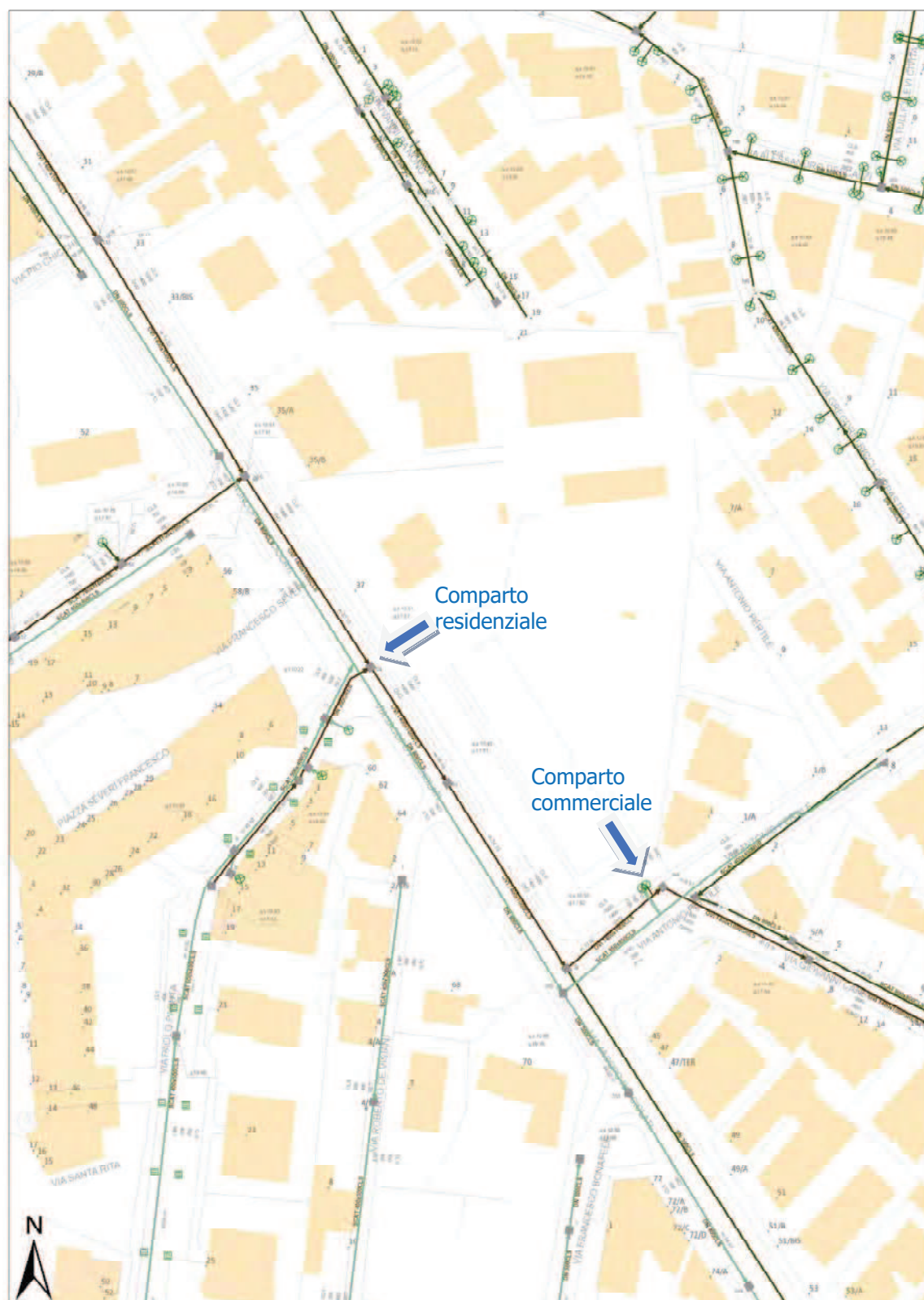
Il recapito finale è stato individuato nelle reti di fognatura mista presenti lungo via Facciolati (per l'ambito residenziale) e lungo via Pertile (ambito commerciale), costituita da tubazioni in cls di ampio diametro.

Indicazioni di cautela ricevute dal Consorzio di bonifica Bacchiglione, vista la generale criticità delle reti di fognatura cittadine ove afferiscono le aree drenate dalla rete di fognatura bianca in progetto, rendono opportuno un ulteriore contenimento delle portate scaricate.

Per tale motivo si ritiene prudente dimensionare i manufatti di laminazione su un valore maggiormente cautelativo, applicando un coefficiente di abbattimento alla portata scaricata rispetto allo stato di fatto.

Pur senza raggiungere il coefficiente udometrico di 10 l/s caratteristico di superfici agricole, in considerazione del fatto che l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica sancito dalla D.G.R. n. 2948/2009 permetterebbe l'adozione di un coefficiente udometrico di progetto di oltre 110 l/s·Ha, si ritiene utile applicare un abbattimento tale da ridurre il coefficiente a non più di 22.5 l/s·Ha, che corrisponde ad un abbattimento rispetto allo stato attuale dell'80%, che consente quindi di ridurre la portata generata dall'ambito di intervento in non più di 1/5 di quanto generato dalla stessa nelle condizioni attuali.

In virtù di tale considerazione la portata scaricabile dal manufatto di laminazione nelle condizioni di massimo invaso è fissata in **14.9 l/s** complessivi, ripartiti in **4.5 l/s** per una superficie di 0.20 Ha riferita al blocco residenziale e **10.4 l/s** per una superficie di 0.46 Ha riferita al blocco commerciale.



Autore: Sheila Silvestri - AcegasApsAmga S.p.A.

Scala: 1:300

Figura 11: recapiti in rete di fognatura (mista) esistente in via Facciolati

5. Calcolo dei volumi necessari per la laminazione

Il calcolo dei volumi richiesti per la laminazione può essere condotto, con buona approssimazione, considerando il bilancio tra portate entranti, ovvero gli afflussi meteorici, e la portata uscente determinata al precedente paragrafo 4.

Per quanto riguarda le precipitazioni, si considera prudenzialmente una precipitazione che fornisca il massimo afflusso per ciascuna durata, quindi quello fornito dalle curve di possibilità pluviometrica individuate per un tempo di ritorno di 50 anni, riportate nelle figure 9 e 10.

La portata scaricata dall'area di intervento viene limitata al valore massimo calcolato con riferimento alle condizioni attuali con applicazione del coefficiente di abbattimento, come individuato al precedente paragrafo 4; per questo si rende necessaria la realizzazione di invasi per la laminazione della portata generata durante gli eventi pluviometrici più intensi.

Per le portate uscenti è stato considerato un ritardo di 5 minuti, che simula il tempo di propagazione della piena all'interno delle condotte della fognatura.

Il volume massimo da invasare può essere individuato con l'ausilio del grafico riportato nella figura 12 per il blocco residenziale e nella figura 13 per il blocco commerciale che, oltre a riportare la curva dei volumi di afflusso, indica i volumi netti all'interno della rete di fognatura per alcuni valori di portata scaricata.

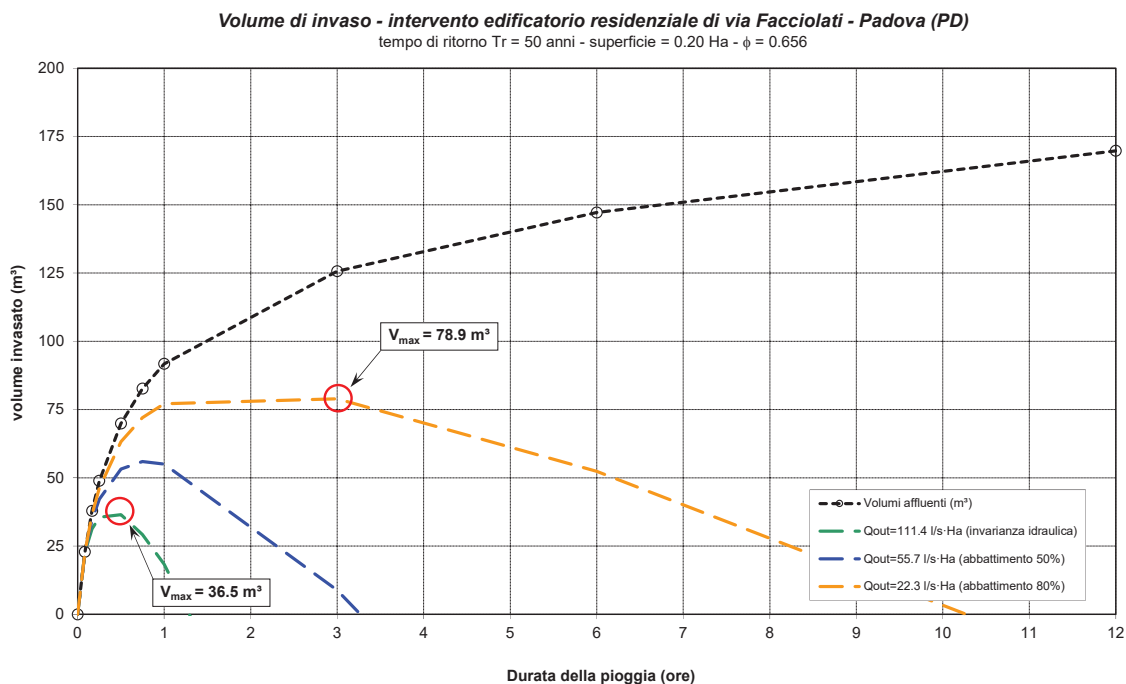


Figura 12: volume da invasare nella rete di fognatura dell'intervento residenziale per un tempo di ritorno $T_r = 50$ anni

Dal bilancio tra i volumi affluenti alla rete e i volumi scaricati, con riferimento ad una portata complessivamente scaricata dall'area residenziale di circa 4.5 l/s, e una pioggia caratterizzata da tempo di ritorno di 50 anni, risulta necessario un volume di invaso complessivo di **78.9 m³**, corrispondente ad un volume specifico di invaso di circa **395 m³/Ha**. Da notare

che l'abbattimento dell'80% applicato alle portate scaricate rispetto allo stato attuale comporta le realizzazione di un volume più che doppio rispetto a quello strettamente necessario per garantire l'invarianza idraulica dell'intervento, con riferimento alle condizioni attuali.

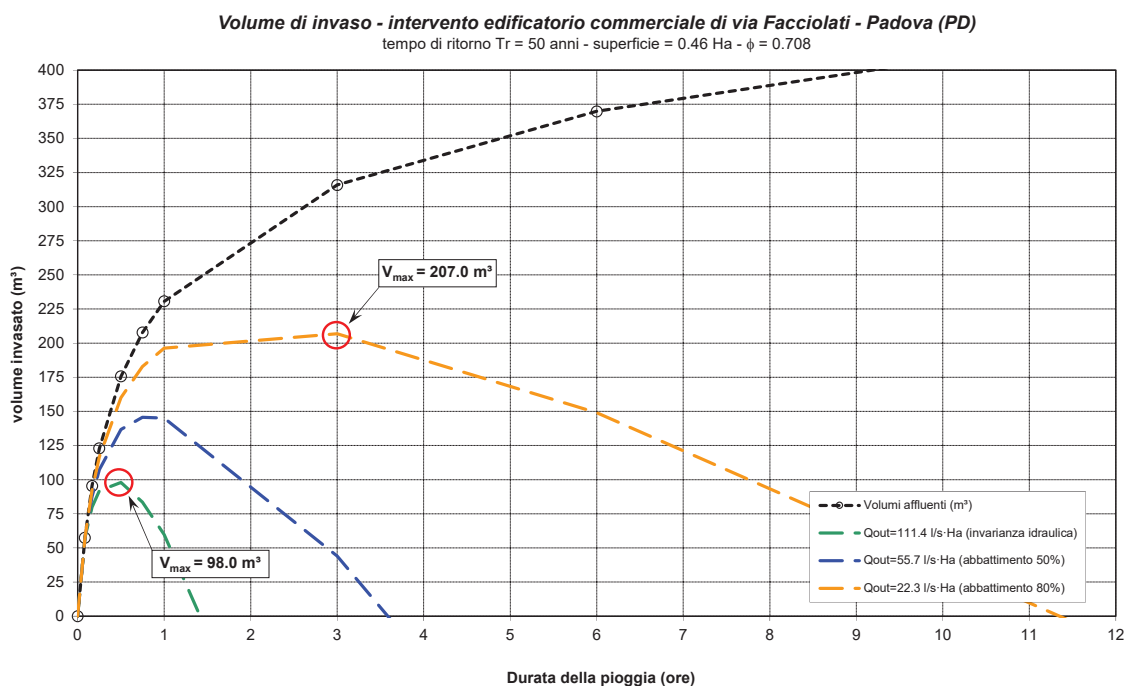


Figura 13: volume da invasare nella rete di fognatura dell'intervento commerciale per un tempo di ritorno $T_r = 50$ anni

Con riferimento ad una portata complessivamente scaricata dall'area commerciale di circa 10.4 l/s, e una pioggia caratterizzata da tempo di ritorno di 50 anni, risulta necessario un volume di invaso complessivo di **207.0 m³**, corrispondente ad un volume specifico di invaso di circa **450 m³/Ha**.

È importante ricordare che il volume utile realizzato all'interno della rete tubata dovrà risultare completamente al di sopra della quota di recapito finale, al fine di consentire il naturale svuotamento dei volumi predisposti al termine dell'evento pluviometrico, e garantire quindi la presenza del volume richiesto al momento del bisogno.

L'invaso complessivo verrà ricavato realizzando una rete di raccolta con tubazioni sovradimensionate in grado di contenere al proprio interno il volume necessario ad invasare l'afflusso di pioggia massimo generato da eventi pluviometrici caratterizzati da tempo di ritorno di 50 anni.

Per garantire il regolare funzionamento della rete di fognatura bianca anche in condizioni di piena, è necessario che tutte le immissioni avvengano nei pozzetti di collegamento a quota superiore alla quota di massimo invaso, ovvero alle quote indicate nella allegata planimetria di progetto, rispettando scrupolosamente quote e pendenze di posa.

Nel funzionamento ordinario, per eventi caratterizzati da tempo di ritorno di 2-5 anni e quindi con minor volume di pioggia, le portate scaricate risulteranno inferiori, per via del minor tirante assunto all'interno della rete di accumulo.

6. Dimensionamento del sistema di laminazione

Per la laminazione della piena dovuta ad eventi meteorologici caratterizzati da tempo di ritorno di 50 anni si rende necessaria la realizzazione di un volume di invaso minimo pari a circa 395 m³/Ha (ambito residenziale) e di 450 m³/Ha (ambito commerciale) e garantisce non solo il pieno rispetto del criterio dell'invarianza idraulica, ma anche un significativo miglioramento del comportamento idraulico dell'area sulla rete di scolo, avendo previsto la riduzione dell'80% della portata scaricata rispetto allo stato attuale. Da evidenziare inoltre che tale volume si origina nelle condizioni di massimo invaso previsto, durante il quale è garantito ancora un regolare funzionamento della rete di fognatura bianca.

Di seguito sono riportate le caratteristiche principali della rete.

AMBITO RESIDENZIALE (0.20 Ha):

➤ 96 m di tubazioni in calcestruzzo DN1000	71.6 m ³
➤ N. 6 pozzetti di raccordo dimensioni 125x125 cm	8.9 m ³
➤ Manufatto di laminazione in pozzettone 150x150 cm	1.0 m ³
➤ TOTALE	81.5 m³

Lo scarico della rete interna avverrà nella rete principale di fognatura esistente posta su via Facciolati. Verrà realizzato un manufatto di laminazione costituito da un pozzetto con all'interno un setto trasversale nel punto terminale della rete in progetto la cui soglia superiore si trova alla quota di massimo invaso prevista.

In questo modo è possibile ottenere un volume complessivo di invaso disponibile pari a **81.5 m³**, corrispondente a 407 m³/Ha, superiore al valore minimo necessario, che è di 78.9 m³, corrispondente a in invaso specifico di 395 m³/Ha.

AMBITO COMMERCIALE (0.46 Ha):

➤ 246 m di tubazioni in calcestruzzo DN1000	183.5 m ³
➤ N. 17 pozzetti di raccordo dimensioni 125x125 cm	25.2 m ³
➤ Manufatto di laminazione in pozzettone 150x150 cm	1.0 m ³
➤ TOTALE	209.7 m³

Lo scarico della rete interna avverrà nella rete principale di fognatura esistente posta su via A. Pertile. Verrà realizzato un manufatto di laminazione costituito da un pozzetto con all'interno un setto trasversale nel punto terminale della rete in progetto la cui soglia superiore si trova alla quota di massimo invaso prevista.

In questo modo è possibile ottenere un volume complessivo di invaso disponibile pari a **209.7 m³**, corrispondente a 455 m³/Ha, superiore al valore minimo necessario, che è di 207.0 m³, corrispondente a in invaso specifico di 450 m³/Ha.

In entrambi i comparti il tirante massimo in corrispondenza del manufatto di laminazione è pari all'altezza della condotta con funzioni di invaso e pertanto in occasione degli eventi caratterizzati da tempo di ritorno superiori 50 anni, nella parte terminale risulterà completamente riempita; tuttavia ciò non impedisce il regolare funzionamento della stessa e non altera le condizioni di sicurezza idraulica del sistema.

Per questo motivo è importante che gli allacci siano sempre realizzati all'interno dei pozzetti di ispezione collegando il cielo delle tubazioni sopra la quota di massimo invaso.

7. Dimensionamento del manufatto di scarico

La variazione delle portate scaricate verrà effettuata per mezzo di una luce calibrata in funzione del tirante presente all'interno del manufatto di scarico.

Il tirante corrispondente al tempo di ritorno di 50 anni, è stato imposto pari al massimo riempimento ammesso all'interno del manufatto di laminazione, pari a 100 cm.

Risulta necessario laminare le portate:

- a non più di 4.5 l/s dal comparto residenziale;
- a non più di 10.4 l/s dal comparto commerciale.

La modulazione della portata in uscita verrà effettuata per mezzo di un manufatto di scarico provvisto di una luce di fondo calibrata in modo da restituire, nella condizione di massimo invaso, la portata massima ammessa per il tempo di ritorno di progetto.

Si è scelto di utilizzare uno scarico costituito da una luce di fondo e sfioratore di sicurezza a quota superiore al livello di massimo invaso previsto.

La portata smaltibile attraverso la luce di fondo è data dalla seguente relazione:

$$Q = c_q \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

- dove:
- c_q = coefficiente di portata, che per le modalità di realizzazione in parete grossa posto pari a 0.5;
 - g = accelerazione di gravità, pari a 9.806 m/s²;
 - A [m²] = area della luce di fondo;
 - h [m] = carico rispetto all'asse della sezione di scarico.

COMPARTO RESIDENZIALE:

La portata viene limitata al valore massimo di 4.5 l/s mediante una luce di fondo del diametro di **51 mm (2")**: nelle condizioni di invaso massimo consentito, in corrispondenza ad un evento avente tempo di ritorno di 50 anni, risulta infatti:

$$Q = 0.5 \cdot \frac{\pi \cdot 0.051^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(1.00 - \frac{0.051}{2}\right)} = \mathbf{4.4 \text{ l/s} \leq 4.5 \text{ l/s}}$$

COMPARTO COMMERCIALE:

La portata viene limitata al valore massimo di 10.4 l/s mediante una luce di fondo del diametro di **78 mm (3")**: nelle condizioni di invaso massimo consentito, in corrispondenza ad un evento avente tempo di ritorno di 50 anni, risulta infatti:

$$Q = 0.5 \cdot \frac{\pi \cdot 0.078^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(1.00 - \frac{0.078}{2}\right)} = \mathbf{10.4 \text{ l/s} \leq 10.4 \text{ l/s}}$$

Si ritiene non conveniente ridurre ulteriormente il diametro della luce di fondo, al fine di evitare facili intasamenti.

In figura 14 e 15 è illustrato schematicamente il prospetto della luce di scarico calcolata per i comparti residenziale e commerciale.

In Figura 16 e 17 sono rappresentate le scale delle portate dei sistemi di laminazione per i due comparti. Le limitate dimensioni delle luci di scarico consentono un rapido innalzamento del livello all'interno della rete e la limitazione della portata massima ai valori massimi ammessi solo in corrispondenza al massimo riempimento previsto (1.00 m rispetto alla quota di fondo della luce di laminazione).

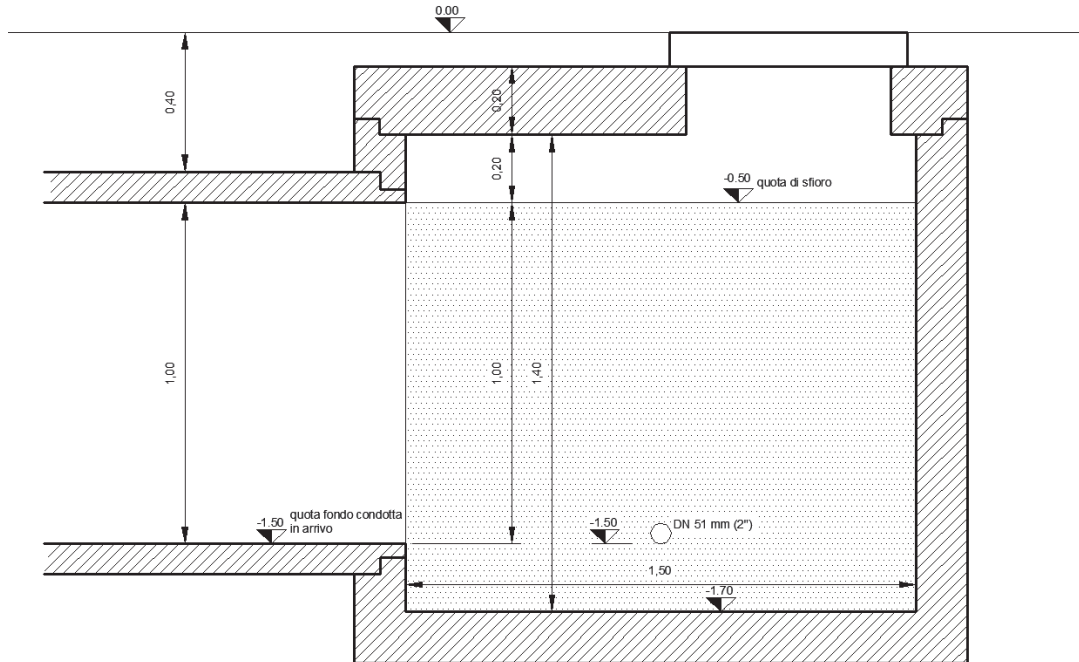


Figura 14: dimensioni caratteristiche della luce di scarico nel pozzetto di laminazione LAM1 – comparto RESIDENZIALE

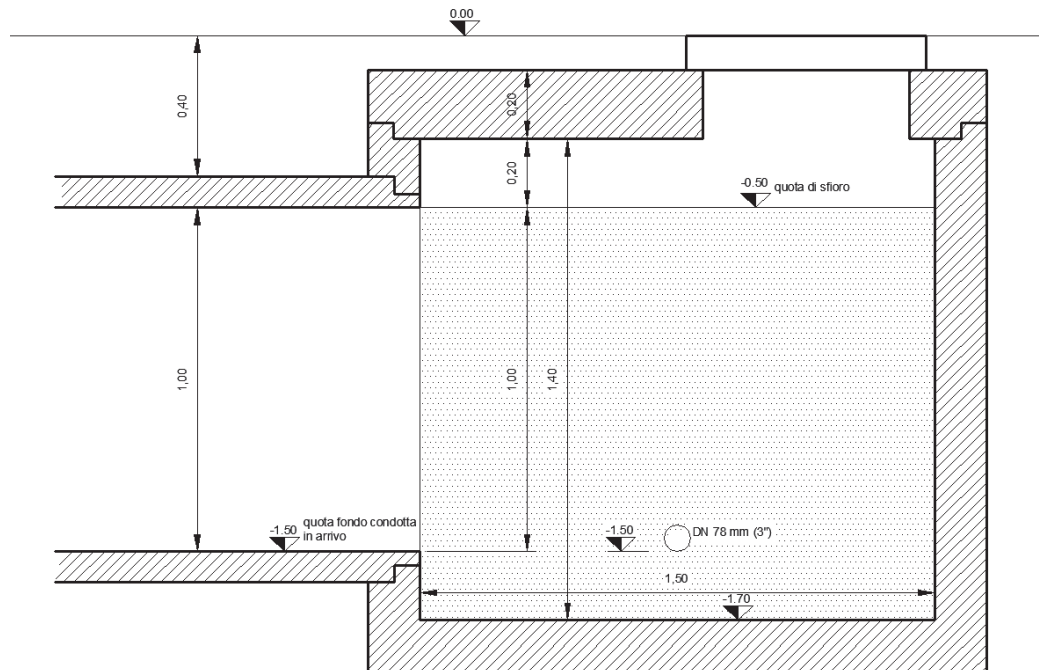
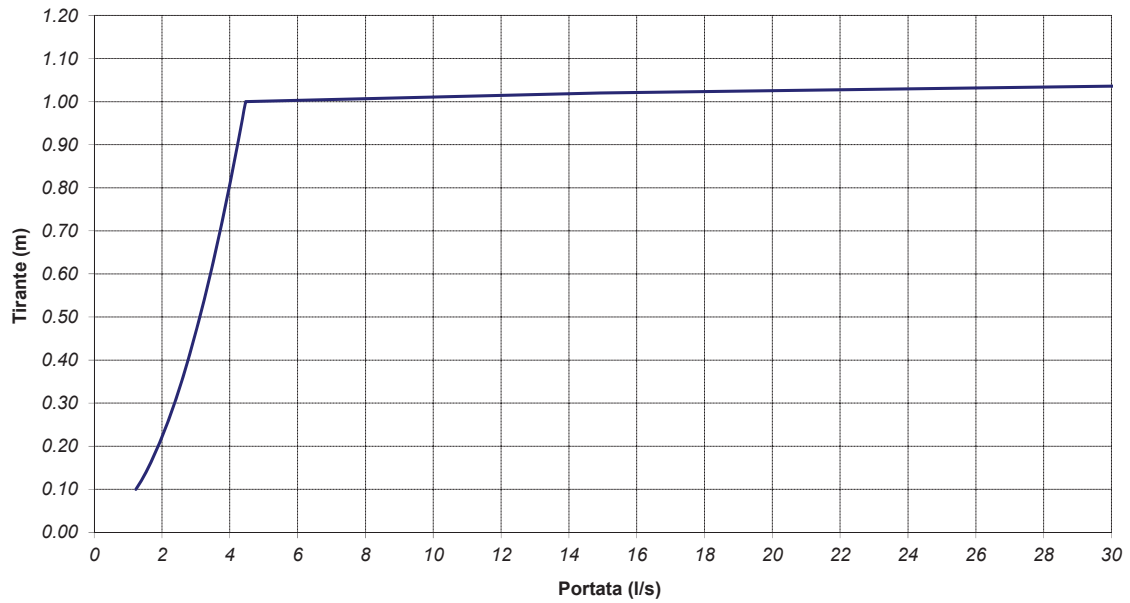


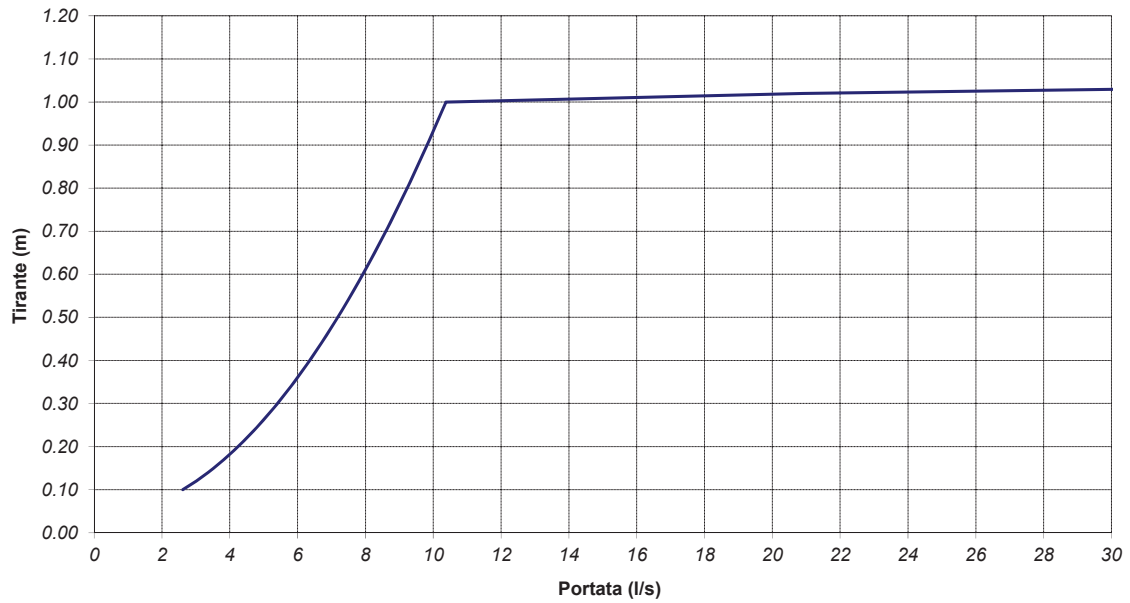
Figura 15: dimensioni caratteristiche della luce di scarico nel pozzetto di laminazione LAM2 – comparto COMMERCIALE

Scala delle portate
in corrispondenza del manufatto di scarico area RESIDENZIALE via Facciolati - Padova:
 $H_{max} = 1.00$ m, Luce DN 51 mm (2")



*Figura 16: scala delle portate della luce di fondo del setto di laminazione –
manufatto di laminazione area RESIDENZIALE*

Scala delle portate
in corrispondenza del manufatto di scarico area COMMERCIALE via Facciolati - Padova:
 $H_{max} = 1.00$ m, Luce DN 78 mm (3")



*Figura 17: scala delle portate della luce di fondo del setto di laminazione –
manufatto di laminazione area COMMERCIALE*

La sezione di modulazione delle portate è ricavata predisponendo un setto in calcestruzzo armato con una luce di fondo all'interno della vasca adibita ad invaso.

8. Verifica dello sfioratore di sicurezza

Prudenzialmente al di sopra della sezione di modulazione è stato posto un largo sfioratore per limitare la possibilità di insufficienza della rete progettata, la cui entrata in funzione è prevista solo per eventi pluviometrici caratterizzati da tempo di ritorno superiore a 50 anni.

Il tempo di corrivazione del sistema è stato stimato ricercando il massimo percorso idraulico necessario a raggiungere la sezione di chiusura, corrispondente alla sezione di laminazione, sia in superficie, sia all'interno della rete di fognatura e attribuendo per ogni tratto delle velocità di riferimento adeguate.

Lo sfioratore superiore, di caratteristiche simili in entrambi i manufatti di laminazione previsti per i due comparti, viene dimensionato in modo tale da consentire il passaggio della massima portata di progetto, che è stata calcolata mediante l'applicazione del metodo cinematico (Tabella 7), con riferimento a tempo di corrivazione di circa 25 minuti e coefficiente di deflusso $\varphi=0.708$ per l'ambito commerciale, che tra i due comparti determina il contributo più gravoso.

Si ottiene un coefficiente udometrico pari a 202.4 l/s·Ha, che corrisponde ad una portata calcolata di circa 95 l/s .

Il calcolo della portata sfiorata è stata effettuata con riferimento a sfioratore in parete grossa, presumendo quindi che il profilo di sfioro non venga sagomato seguendo un profilo idraulico, secondo la relazione:

$$Q = c_q \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

- dove
- Q = portata sfiorata, in m³/s;
 - c_q = coefficiente di portata, assunto pari a 0.385 per sfioratori in parete grossa;
 - L = larghezza dello sfioratore, pari a 1.50;
 - g = accelerazione di gravità, pari a 9.806 m/s²;
 - h = tirante idraulico sopra la quota di sfioro.

La portata massima calcolata con riferimento all'ambito di intervento commerciale richiede un tirante minimo sopra lo sfioratore di sicurezza di circa 11 cm. Per prudenza tale valore minimo viene elevato a 20 cm al fine di garantire lo scarico della portata massima in condizioni di sicurezza. Lo stesso valore viene mantenuto anche per il manufatto di sfioro relativo all'ambito residenziale.

La portata massima sopra calcolata è quanto scaricherebbe l'area di intervento a seguito dell'intervento edilizio in assenza di invasi e manufatto di laminazione. Va quindi evidenziato che la portata massima scaricabile dal manufatto di laminazione risulterà invece non superiore a 10.5 l/s.

Si precisa che quest'ultimo valore verrà raggiunto solamente in corrispondenza al massimo riempimento previsto nelle condotte (100 cm misurati presso il manufatto di

laminazione). Nella maggior parte degli eventi caratterizzati da tempo di ritorno inferiore a 50 anni la portata scaricata risulterà inferiore a tale valore.

È inoltre da evidenziare che la portata calcolata viene scaricata solo in condizioni di scarico libero. In presenza di deflusso rigurgitato, quando nella rete di scolo a valle dei manufatti di laminazione si verificano livelli idrometrici significativi, le portate scaricate risulteranno inferiori al valore calcolato.

Solo con riferimento ad eventi caratterizzati da tempo di ritorno superiore a 50 anni è prevista l'entrata in funzione dello sfioratore di sicurezza, con scarico di portate più elevate di quanto calcolato.

In corrispondenza della luce di scarico è inoltre previsto l'inserimento di un clapet di non ritorno rivolto verso l'esterno al fine di evitare l'eventuale rigurgito all'interno delle reti in caso di livelli idrometrici elevati nella rete di recapito.

9. Dimensionamento della rete principale

Nel dimensionamento è stato utilizzato il metodo dell'invaso, considerando uniforme il moto in ogni tratto con portata pari a $Q = u \cdot S$, dove S è la superficie sottesa dalla sezione terminale della condotta in questione e u (coefficiente udometrico) rappresenta la portata specifica calcolata con le seguenti espressioni:

$$u = 10^{1/n} \cdot 0.278 \cdot \varepsilon^{-1/n} \cdot \left(\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right) \cdot \frac{(\phi \cdot a)^{1/n}}{v_o^{(1-n)/n}} \quad \text{con } \varepsilon = 3.94 - 8.21 \cdot n + 6.23 \cdot n^2 \dots$$

dove: v_o [m³/hm²] = volume specifico d'invaso: $v_o = v_o(\text{sup}) + V_o(\text{prof})/S$
 S [hm²] = superficie sottesa alla sezione considerata;
 u [l/s·hm²] = coefficiente udometrico;
 a, n coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica precedentemente calcolati.
 ϕ coefficiente di deflusso superficiale che dipende dalla permeabilità del terreno.

Il volume specifico di invaso v_o è composto da due porzioni: superficiale e profonda. La parte superficiale è rappresentata idealmente da una lama d'acqua distribuita uniformemente su tutta l'area, ed è stata assunta pari a $v_o(\text{sup}) = 50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$. Per quanto riguarda invece la parte profonda $V_o(\text{prof})$, questa è costituita dall'acqua contenuta nelle condotte della fognatura, e verrà calcolata in seguito.

Il coefficiente udometrico può pure essere espresso dalle seguenti relazioni:

$$K_c = \left(\frac{10 \cdot \phi \cdot a}{\varepsilon \cdot 3.6^n} \right)^{\frac{1}{1-n}} \cdot \frac{1}{\ln \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)} \quad u = \left(\frac{K_c}{v_o} \right)^{\frac{1-n}{n}}$$

dove K_c è costante per i vari tratti di condotta esaminati.

Nel dimensionamento della fognatura si è proceduto nel seguente modo:

1. sono stati scelti la posizione del punto di recapito, uno schema a maglie aperte e il verso di percorrenza di ogni ramo;
2. per ogni tratto sono stati calcolati coefficiente di deflusso e superficie afferente, come indicato al paragrafo precedente;
3. si è iniziato, per ogni ramo, dal tratto di estremità procedendo verso il punto di recapito. Si sono fissati pendenza e diametro del tratto di condotta e un volume di invaso profondo arbitrario. Applicando le espressioni precedenti si è calcolato il coefficiente udometrico (u), dal quale per semplice moltiplicazione per la superficie scolante si ottiene la portata Q del tratto in questione. Calcolato il fattore di portata, è stato possibile, determinare il rapporto y/D , da cui si sono ricavati immediatamente il tirante y e l'area liquida della sezione A . A questo

punto è stato possibile ricalcolare il volume di invaso profondo, procedendo iterativamente fino a non ottenere più sensibili variazioni.

Il dimensionamento è stato eseguito secondo il metodo dell'invaso, con riferimento a dati di precipitazioni elaborati ai precedenti paragrafi.

La necessità di invasare ingenti volumi di pioggia, ha richiesto l'adozione di tubazioni di ampia sezione, per garantire oltre allo smaltimento della portata stessa, la presenza del volume di invaso necessario a limitare la portata scaricata. Date le ridotte dimensioni dell'area e l'utilizzo di tubazioni sovradimensionate, scelte per le necessità precedentemente indicate, il grado di riempimento calcolato risulta sempre assai modesto, e non viene pertanto riportato in quanto non indicativo del grado di sicurezza idraulica dell'area.

Rimane quale parametro determinante il volume di invaso complessivo, che deve essere contenuto dalla rete e dagli invasi accessori al di sotto della quota di sfioro del manufatto di laminazione.

La rete principale con funzione di invaso è prevista con pendenza di posa ridotta dello 0.5 per mille.

L'effetto di rigurgito causato dalla presenza del manufatto di laminazione determina velocità in condotta estremamente ridotte, tali da non garantire la naturale auto pulizia delle stesse. Dovrà pertanto essere prevista, ad intervalli non superiori a 2-3 anni e comunque dopo ogni evento particolarmente significativo, la periodica ispezione ed eventuale pulizia della rete di raccolta delle acque meteoriche.

10. Dimensionamento della rete minore

Per il dimensionamento della rete minore (allaccio di caditoie e pluviali) si è fatto riferimento a tubazioni in PVC di diametro commerciale, correttamente poste in opera alla pendenza prescritta.

Si riporta nella seguente tabella la portata smaltibile calcolata secondo la nota formula di Gauckler-Strickler, con tubazione riempita per il 50% come normalmente attribuito alle condotte di ridotto diametro, utilizzando per coefficiente di scabrezza il valore di $90 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$, tipico di condotte in PVC.

Tabella 13: Portata smaltibile dai diametri commerciali in PVC per diverse pendenze di posa.

Diametro nominale	Diametro interno (mm)	Q stimata con pendenza 0.5% (l/s)	Q stimata con pendenza 1.0% (l/s)	Q stimata con pendenza 1.5% (l/s)
DN 110	103.6	2.3	3.3	4.1
DN 125	117.6	3.3	4.7	5.7
DN 160	150.6	6.4	9.0	11.0
DN 200	188.2	11.5	16.3	20.0
DN 250	235.4	21.0	29.6	36.3
DN 315	296.6	38.8	54.9	67.2

Si sono quindi stimate le portate di punta, calcolate con riferimento alla massima intensità di precipitazione prevedibile con tempo di ritorno di 50 anni desumibile dalla curva di possibilità pluviometrica calcolata al paragrafo 2, per piogge di breve durata pari a 17,1 mm in 5 minuti, considerata particolarmente critica per superfici di modeste dimensioni, assumendo un coefficiente di deflusso maggiormente gravoso, ovvero quello di superfici impermeabilizzate stimato pari a 0.90.

Tabella 14: Diametri delle tubazioni di allaccio in funzione della pendenza di posa

AREA impermeabile servita [mq]	Q stimata [l/s]	Diametro richiesto (mm) / Portata smaltita (l/s)					
		0.5%		1.0%		1.5%	
50	2.6	DN160	6.4	DN160	9.0	DN160	11.0
100	5.1	DN160	6.4	DN160	9.0	DN160	11.0
150	7.7	DN200	11.5	DN160	9.0	DN160	11.0
200	10.3	DN200	11.5	DN200	16.0	DN160	11.0
250	12.8	DN250	21.0	DN200	16.0	DN200	20.0
500	25.7	DN250	38.8	DN250	29.6	DN250	36.3
750	38.5	2xDN250	42.0	DN315	54.9	DN315	67.2
1000	51.4	2xDN315	77.6	2xDN250	59.2	2xDN250	72.6

In base all'area afferente a ciascun tratto di tubazione andrà pertanto attribuito il diametro della tubazione di collegamento con la rete acque bianche secondo la seguente tabella, in funzione della pendenza di posa adottata.

Qualora si ponesse la necessità di contenere la profondità delle condotte di allaccio per poter arrivare al collegamento con la rete acque bianche al di sopra del livello di massimo

invaso, al fine di evitare possibili fenomeni di rigurgito, sarà necessario incrementare il diametro delle tubazioni per compensare la perdita di capacità di portata conseguente alla riduzione della pendenza, attenendosi scrupolosamente ai dati riportati nelle tabelle precedenti.

Il dimensionamento delle condotte allacciate ai pluviali andrà quindi effettuato con riferimento ai dati riportati nelle tabelle 13 e 14.

Si ritiene opportuno, al fine di evitare facili intasamenti, non ridurre i diametri delle condotte della rete acque meteoriche al di sotto di 160 mm, mentre è da ricordare che assume notevole importanza la modalità di realizzazione della rete minore, per consentire che le portate giungano all'interno della condotta principale prima di dar luogo a possibili insufficienze.

In particolare andranno curati i collegamenti tra rete minore e principale, facendo attenzione che le condotte minori si allaccino sempre a quota superiore al cielo della condotta principale.

Andranno inoltre evitate per quanto possibile le brusche deviazioni, sostituendo le curve a 90° con due successive curve a 45° distanziate di almeno 10 diametri una dall'altra.

Particolare attenzione andrà inoltre posta alla realizzazione della corretta pendenza di posa, evitando la formazione di avvallamenti lungo il profilo delle condotte, sia principali che secondarie, mediante l'utilizzo di idonei materiali di sottofondo e di rinfiacco delle condotte.

11. Caratteristiche particolari dell'area oggetto di intervento

Per favorire il funzionamento della luce di scarico anche in presenza di livelli idrometrici elevati nel corpo ricettore, sarà opportuno inserire una disconnessione idraulica tra il manufatto di modulazione delle portate scaricate e la rete di recapito inserendo un clapet di non ritorno a valle del manufatto o in corrispondenza della luce di fondo, per evitare che fenomeni di piena del ricettore possano per rigurgito risalire all'interno della rete in progetto e impegnare i volumi di invaso predisposti.

Particolare attenzione andrà prestata nella scelta dei diametri e delle pendenze dei tratti di rete relativi agli allacci delle utenze e delle caditoie stradali, secondo quanto riportato al precedente paragrafo 10. **In particolare tutti gli allacci della rete minore andranno realizzati a quote tali da garantire l'assenza di deflusso rigurgitato, e quindi le variazioni di diametro e gli allacci della rete minore alla rete principale andranno sempre realizzati allineando i cieli condotta, o meglio ponendo il cielo della condotta di monte, di diametro inferiore, 5-10 cm più alto del cielo della condotta di valle.**

Per garantire il corretto funzionamento dei sistemi di raccolta superficiali gli innesti delle tubazioni minori all'interno della rete principale dovranno avvenire sempre a quota superiore alla quota di massimo invaso.

Essendo i volumi di laminazione dimensionati in base alla superficie ed alle caratteristiche dell'area, al fine di non pregiudicarne la sicurezza idraulica, non saranno ammesse immissioni dall'esterno dell'area, che potrebbero rendere insufficienti i volumi di invaso predisposti.

Anche l'eventuale variazione di destinazione d'uso di alcune superfici con trasformazione di superfici indicate a verde in aree anche solo parzialmente impermeabilizzate andrà accompagnato dalla revisione del calcolo idraulico e da un adeguamento dei volumi di invaso complessivi o del manufatto di laminazione.

Anche eventuali nuovi allacciamenti provenienti dall'esterno del perimetro di intervento saranno ammessi solo predisponendo ulteriori volumi di invaso, che andranno determinati tramite un accurato studio idraulico, adeguando opportunamente la dimensione del manufatto di laminazione e i volumi di invaso in funzione delle dimensioni e delle caratteristiche del bacino complessivamente sotteso.

Andrà infine previsto, nel piano di manutenzione delle opere, l'ispezione, verifica ed eventuale pulizia del manufatto di modulazione delle portate scaricate, con cadenza almeno annuale, per assicurare non vi siano ostruzioni al deflusso, così da garantire nel tempo la piena efficienza delle opere progettate.

12. Valutazione di possibili soluzioni alternative

Sono state esaminate possibili soluzioni alternative a quanto proposto nella presente relazione, soprattutto riguardo a sistemi alternativi di laminazione e scarico delle portate generale da eventi pluviometrici intensi.

In particolare si è valutata la possibilità di disperdere in falda parte degli afflussi meteorici, realizzando sistemi disperdenti. Tuttavia la presenza della falda a limitata profondità dal piano campagna non garantisce la funzionalità del sistema nei momenti in cui, per eventi di pioggia prolungati, il terreno si trova saturo.

Inoltre tali sistemi hanno scarsa efficacia per l'impossibilità di rigenerare le pareti drenanti. Infatti quando tali superfici permeabili funzionano come disperdenti e quindi senza l'azione di autopulizia e filtraggio che si ha quando funzionano in aspirazione, sono soggette a facili intasamenti per il deposito di particelle fini, per formazione di muffe, di batteri e di precipitati di tipo chimico.

13. Scelta dei materiali e dei dispositivi

Particolare cura e attenzione dovrà essere prestata nella scelta e nella successiva posa in opera dei manufatti previsti nel progetto di fognatura bianca.

Date le ridotte pendenze di posa necessarie a ridurre l'approfondimento della rete, al fine di limitare i possibili cedimenti che causerebbero avvallamenti lungo il profilo e quindi possibili zone di ristagno di acqua piovana, dovrà essere particolarmente curato lo strato di sottofondo.

Poiché il ricoprimento previsto al di sopra della rete acque bianche risulta limitato, va verificato che gli elementi in CLS presentino caratteristiche idonee a sopportare carichi previsti per il transito veicolare anche con i ridotti valori di ricoprimento.

Infine è da assicurare il corretto funzionamento dei giunti di tenuta, sia per limitare l'eventuale drenaggio della falda durante il periodo invernale, sia per evitare che possibili infiltrazioni di materiale fino in condotta possano causare nel tempo cedimenti della sede soprastante, che potrebbero risultare anche improvvisi per mancanza di sottofondo. Andrà curata con particolare cura la chiusura dei giunti tra gli elementi prefabbricati con l'interposizione di una apposita guarnizione in gomma e la stuccatura del giunto con cordolo esterno in CLS.

Per le caditoie è preferibile l'utilizzo di griglie in ghisa sferoidale con ampie aperture, di classe opportuna secondo le indicazioni della normativa e dovranno essere posizionate come previsto nell'allegata planimetria di progetto, avendo cura di assegnare correttamente le pendenze di drenaggio di tutte le superfici. Come per gli altri manufatti della rete di fognatura bianca, anche per le caditoie è necessaria una continua e frequente manutenzione per evitare il deposito eccessivo di materiale e l'accumulo di fanghi sul fondo dei pozzetti con conseguente riduzione di efficienza e limitazione della capacità di funzionamento.

Per i parcheggi privati, soggetti traffico leggero si possono utilizzare pavimentazioni grigliate dotate di ampi spazi vuoti dove è possibile lo sviluppo di superfici a prato. Un esempio è riportato nella figura 18.

Il parcheggio in area esterna potrà essere realizzato con la medesima tipologia di betonella prevedendo, in luogo del manto erboso, l'intasamento con ghiaino vagliato.

In entrambi i casi superfici realizzate con tale tipologia di betonella possono essere assimilate dal punto di vista idraulico, a grigliati drenanti ($\phi=0.40$).

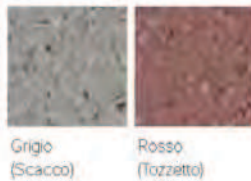


SCACCO TOZZETTO
 SCACCO è una pavimentazione grigliata, adatta al proprio completamento con terreno a semina di prato, sabbia o ghiaia, per ottenere una superficie carrabile verde. Integrabile, nello spessore da 8 cm, con l'elemento TOZZETTO a riempimento della griglia, per ottenere una pavimentazione continua.

LINEA DI FINITURA
Grigliati Monostrato

PROPRIETÀ	Grigliati M.
Antigelività	☆☆☆☆
Antisiattamento	☆☆☆☆
Antiabrasione	☆☆☆☆
Drenanza	

COLORI DISPONIBILI



SPESSORI



Figura 18: Pavimentazione grigliata adatta a parcheggi drenanti con basso volume di traffico.

Per i parcheggi in area pubblica è consigliabile l'utilizzo di materiali dotati di caratteristiche meccaniche superiori.

In figura 19 si riporta un esempio di betonella utilizzata per realizzare un parcheggio drenante dotata di profili distanziatori e con ottima resistenza meccanica e durabilità nel tempo. Gli spazi vuoti tra le betonelle e la superficie di posa delle stesse devono essere riempiti con materiale granulare in modo da permettere il rapido drenaggio dell'acqua.

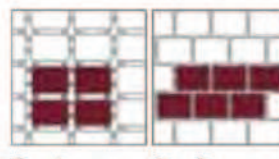
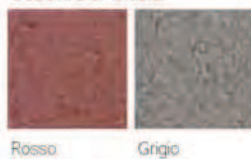


RECORDPARK
 Modello depositato
 RECORDPARK possiede un'ottima capacità drenante, conferitagli dagli speciali profili distanziatori. Il riempimento dei fori può essere effettuato con: ghiaia, sabbia media e terreno da coltivo (prato). RECORDPARK consente di ottenere anche un'ottima capacità autobloccante e di resistenza ai carichi.

LINEA DI FINITURA
Profimax

PROPRIETÀ	Recordpark
Antigelività	☆☆☆☆
Antisiattamento	☆☆☆☆
Antiabrasione	☆☆☆☆
Drenanza	

COLORI DISPONIBILI



SPESSORI



Figura 19: Pavimentazione adatta alla realizzazione di parcheggi drenanti

Superfici realizzate con tale tipologia di betonella possono essere assimilate dal punto di vista idraulico, a grigliati drenanti ($\phi=0.40$).

Al fine di garantire un efficace contenimento del coefficiente di deflusso, le aree di sosta sono previste in betonella drenante. Data la particolare funzione e la necessità di resistere a continue sollecitazioni meccaniche dovute al passaggio e al movimento dei veicoli è necessario utilizzare elementi ad elevata resistenza meccanica; la betonella riportata nella figura 20 presenta una superficie regolare a grana grossa, che permette il rapido deflusso delle acque verso la superficie sottostante. Per evitare che nel tempo le mattonelle tendano a spostarsi dalla loro sede iniziale è opportuno provvedere ad una corretta posa in opera avendo cura di affiancare gli elementi come previsto dal costruttore. Questa tipologia permette di disporre di superfici pressoché continue estremamente permeabili e quindi in grado di trasferire al sottosuolo importanti frazioni del volume di pioggia.

Superfici realizzate con tale tipologia di betonella possono essere assimilate dal punto di vista idraulico, a grigliati drenanti ($\phi=0.40$).

Da non confondere quanto indicato nella presente scheda con le comuni betonelle in "massello di calcestruzzo", oppure con i cubetti di porfido, dotati di caratteristiche di permeabilità da bassa a nulla, che quindi NON potranno essere utilizzati in sostituzione di quanto proposto senza la revisione del calcolo idraulico dei volumi di invaso necessari a garantire l'invarianza idraulica dell'intervento.



DRENOPAV MONO



cm 10x20

DRENOPAV MONO è costituito da un mattoncino rettangolare dal rapporto 1: 2 tra i lati, realizzato con impasto monostrato. La superficie è caratterizzata da aggregati a grana grossa e una prefissata porosità, che consente il passaggio delle acque attraverso la pavimentazione.

LINEA DI FINITURA
Drenopav

PROPRIETA	Drenopav M.
Antigelività	☆☆☆
Antislittamento	☆☆☆
Antiabrasione	☆☆☆
Drenanza	

COLORI DISPONIBILI



Rosso

Grigio

SPESSORI



cm 8

Figura 20: Pavimentazione adatta alla realizzazione di parcheggi drenanti

14. Documentazione fotografica



Figura 21: Ubicazione dei coni visuali – scala 1:1'000



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



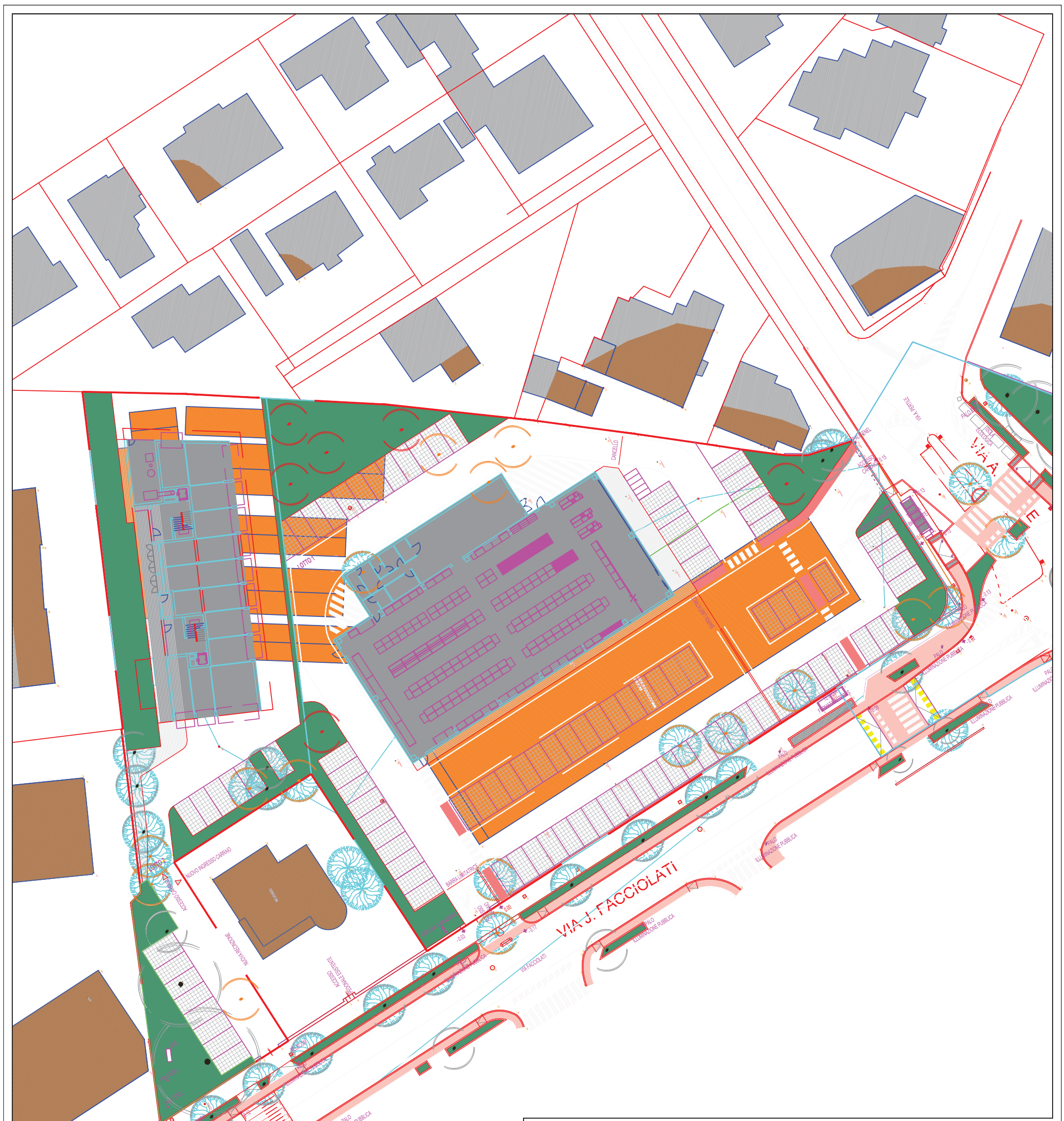
Foto 6



Foto 7



Foto 8



VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
 PROGETTAZIONE DELLA RETE DI FOGNATURA BIANCA
 A SERVIZIO DEL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
 DI VIA FACCIOLATI IN COMUNE DI PADOVA (PD)

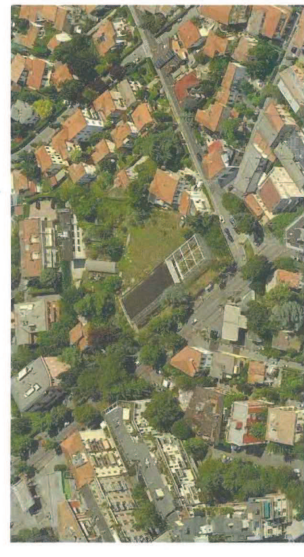
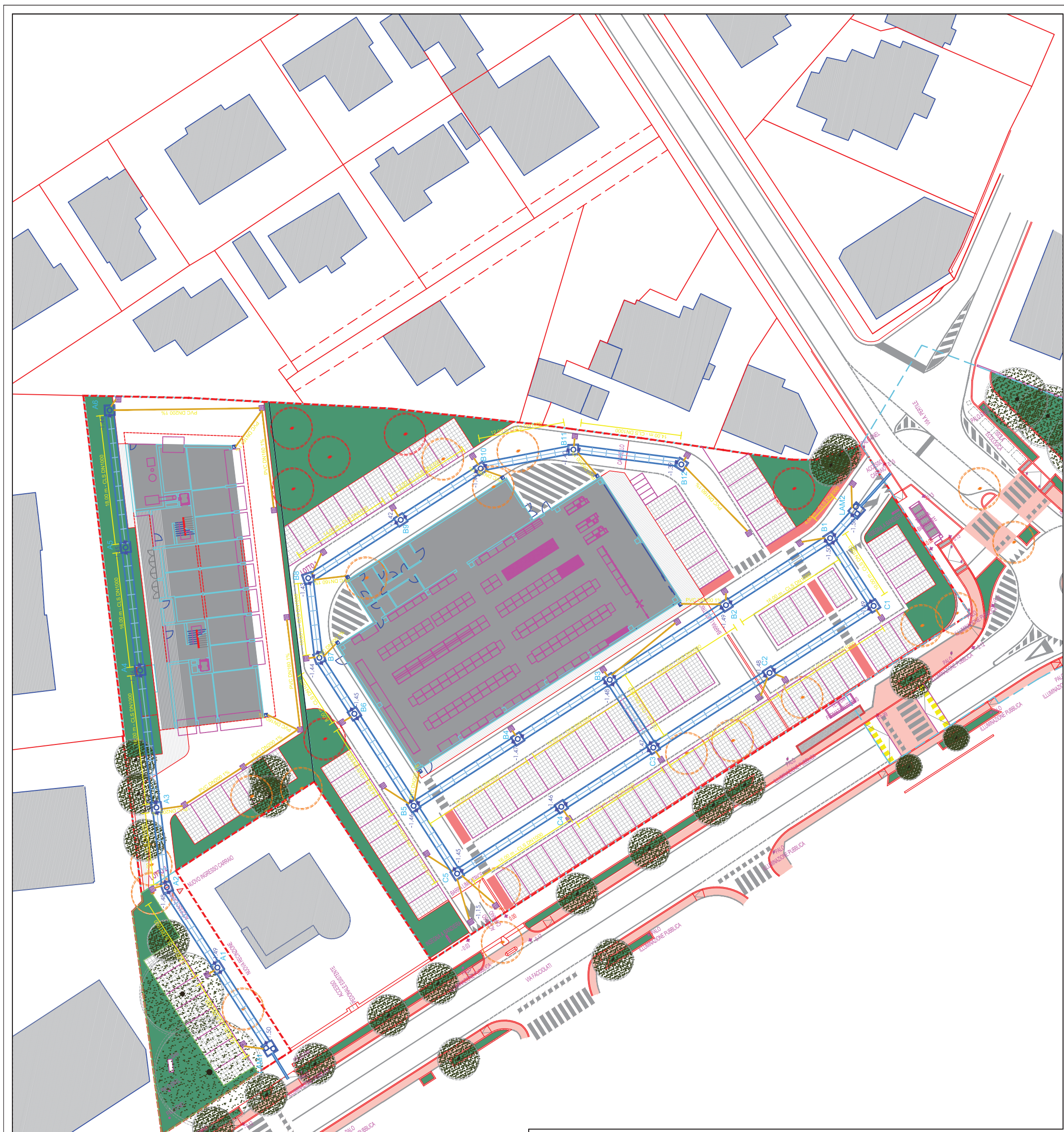


TAVOLA	Allegato 3	PROGETTISTA	Ing. Mauro Tortorelli
SCALA	1:250	PROVINCIA DI PADOVA	Ing. Mario Tassinari
DATA ELABORATO	Giugno 2016	AGENZIA DI PROGETTAZIONE	IconK Consulting s.r.l.
PROGETTAZIONE		PROVINCIA DI PADOVA	Ing. Mario Tassinari
COMMESSA N.	50130/2016	FILE	R:\Commissi\Lu_Michele\50130_16\pfa\13_P_rilievo.pdf
Via Barracco del Borgo, 1 - 35124 Padova (PD) Tel. 049 8700000 - www.iconkconsulting.it			
REV. N.	0	DATA	06/2016
REV. IN	BATA	MOTIVO DELLA REVISIONE	Prima emissione
REV. N.	1	DATA	06/2016
REV. IN	BATA	MOTIVO DELLA REVISIONE	APPROVATO



Comune di Padova (PD)

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

PROGETTAZIONE DELLA RETE DI FOGNATURA BIANCA
A SERVIZIO DEL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
DI VIA FACCIOLATI IN COMUNE DI PADOVA (PD)



TAVOLA	Allegato 4	PROGETTISTA	Ing. Mauro Tassinari
SCALA	1:250	PROGETTO	PROGETTO
DATA ELABORATO	Giugno 2016	PROGETTO	PROGETTO
PROGETTAZIONE		PROGETTO	PROGETTO
COMMESSA N.	S0130/2016	PROGETTO	PROGETTO
FILE	N:\commissio\ut_michael\SO130_in\ip\A\14_PC-progetto.pdf	PROGETTO	PROGETTO
REV. N°	0	PROGETTO	PROGETTO
DATA	06/2016	PROGETTO	PROGETTO
MOTIVO DELLA REVISIONE		PROGETTO	PROGETTO
VERIFICATO	A. Torcetti	PROGETTO	PROGETTO
APPROVATO		PROGETTO	PROGETTO

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

**PROGETTAZIONE DELLA RETE DI FOGNATURA BIANCA
A SERVIZIO DEL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
DI VIA FACCIOLATI IN COMUNE DI PADOVA (PD)**



TAVOLA Allegato 5
SCALA 1:100 - 1:1000
DATA ELABORATO Giugno 2016
PROGETTARE  **H Consulting S.r.l.**
Via Barmocco del Borgo, 1 - 35124 Padova (PD)
tel. 049 7966440 - fax 049 828800
info@hconsulting.it - www.hconsulting.it

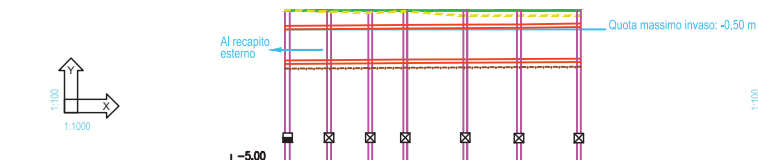
PROGETTISTA Ing. Mauro Tortorelli
PROFILI LONGITUDINALI
21 LUG. 2016

0 04/2016 Prima emissione
REV. 41 DATA NOTIZIO DELLA REVISIONE

M. Tortorelli M. Tortorelli
VERIFICATO APPROVATO

PROFILO A

Nome della strada	area di intervento
Materiale	cls
Diámetro condotta	CLS DN1000
Pendenza condotta	0.5‰

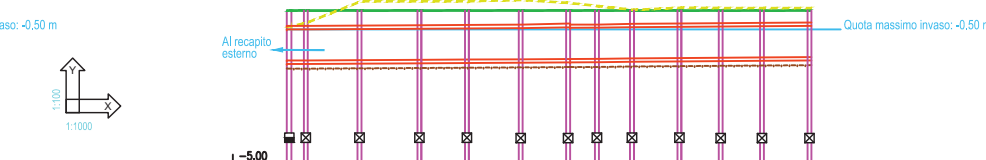


Punti di riferimento	Alta planimetria	LA001	A1	A2	A3	A4	A5	A6	
Distanze	Progressive	0,00	13,50	14,75	28,20	38,20	57,25	74,50	89,25
	Parziali		12,00	12,00	10,00	10,00	18,00	18,00	
Quote da rilievo	Terreno	0,11	0,06	0,03	0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
Quote di progetto	Terreno	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	Fondo condotta	-1,50	-1,60	-1,68	-1,67	-1,66	-1,65	-1,64	-1,64
Profondità di scavo		1,60	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70

- POZZETTO DI COLLEGAMENTO 1,50 x 1,50 m
- POZZETTO DIMENSIONI INTERNE 1,00 x 1,00 m
- POZZETTO DI LAMINAZIONE DIMENSIONI INTERNE 1,50x1,50 m
- POZZETTO DIMENSIONI INTERNE 1,25 x 1,25 m

PROFILO B

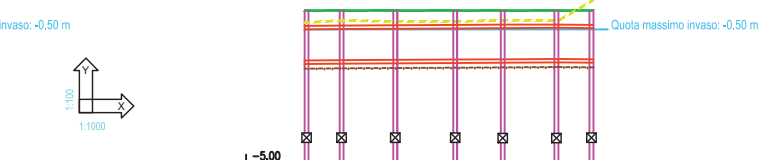
Nome della strada	area di intervento
Materiale	cls
Diámetro condotta	CLS DN1000
Pendenza condotta	0.5‰



Punti di riferimento	Alta planimetria	LA002	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
Distanze	Progressive	0,00	8,00	22,75	42,00	57,25	74,50	89,25	107,00	125,00	143,00	161,00	179,00	197,00
	Parziali		8,00	14,75	20,00	15,00	17,25	14,75	17,75	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Quote da rilievo	Terreno	-0,41	-0,28	0,40	0,40	0,40	0,44	0,34	0,24	0,12	0,19	0,18	-0,18	-0,18
Quote di progetto	Terreno	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	Fondo condotta	-1,50	-1,50	-1,60	-1,68	-1,67	-1,66	-1,65	-1,64	-1,63	-1,62	-1,61	-1,60	-1,59
Profondità di scavo		1,60	1,60	1,70	1,78	1,77	1,76	1,74	1,74	1,73	1,72	1,71	1,70	1,69

PROFILO C

Nome della strada	area di intervento
Materiale	cls
Diámetro condotta	CLS DN1000
Pendenza condotta	0.5‰



Punti di riferimento	Alta planimetria	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
Distanze	Progressive	0,00	1,25	11,25	21,25	47,75	63,00	82,25	91,50	100,75
	Parziali		10,00	10,00	10,00	14,00	16,00	18,00	10,00	10,00
Quote da rilievo	Terreno	-0,28	-0,22	-0,25	-0,25	0,21	0,22	0,44	0,44	
Quote di progetto	Terreno	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
	Fondo condotta	-1,50	-1,60	-1,68	-1,67	-1,66	-1,65	-1,64	-1,64	
Profondità di scavo		1,60	1,70	1,78	1,77	1,76	1,75	1,74	1,74	

- POZZETTO DI COLLEGAMENTO 1,50 x 1,50 m
- POZZETTO DIMENSIONI INTERNE 1,00 x 1,00 m
- POZZETTO DI LAMINAZIONE DIMENSIONI INTERNE 1,50x1,50 m
- POZZETTO DIMENSIONI INTERNE 1,25 x 1,25 m



Comune di Padova (PD)

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

PROGETTAZIONE DELLA RETE DI FOGNATURA BIANCA A SERVIZIO DEL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI VIA FACCIOLATI IN COMUNE DI PADOVA (PD)

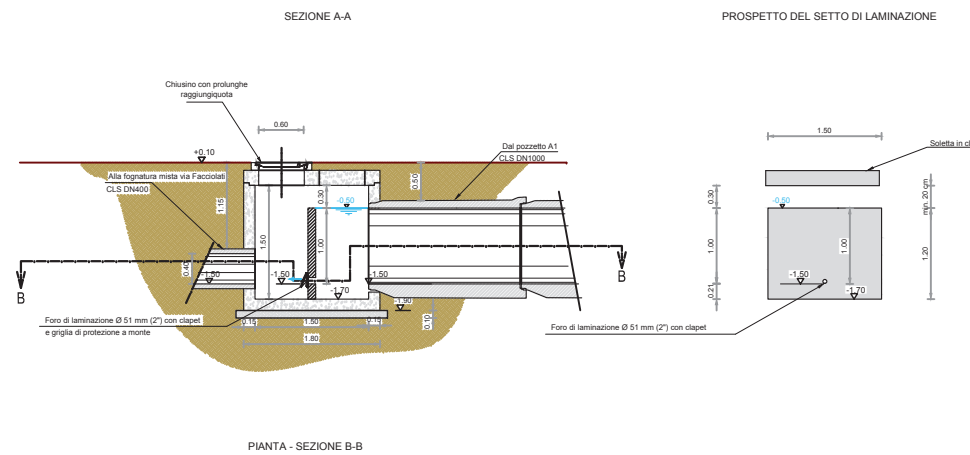


TAVOLA	Allegato 6	TITOLO	Nota nota ai soli fini idraulici con rispetto delle prescrizioni MANUFATTO DI LAMINAZIONE LAM 1 - LAM 2	PROGETTISTA	Ing. Mauro Tortorelli
SCALA	1:50	DATA ELABORATO	21 LUG. 2016	PROGETTO	Ing. Mauro Tortorelli
COMMESSA N.	SO130/2016	FILE	N:\commesse\Lot_Michelom\SO130_In\pdf\All-6_Laminazione.pdf	VERIFICATO	M. Tortorelli
REV. N°	06/2016	DATA	Prima emissione	APPROVATO	M. Tortorelli

SCALA 1:50



POZZETTO DI LAMINAZIONE LAM-1 comparto RESIDENZIALE scala 1:50



POZZETTO DI LAMINAZIONE LAM-1 comparto RESIDENZIALE scala 1:50

