

STADIO DELLA ROMA - TOR DI VALLE

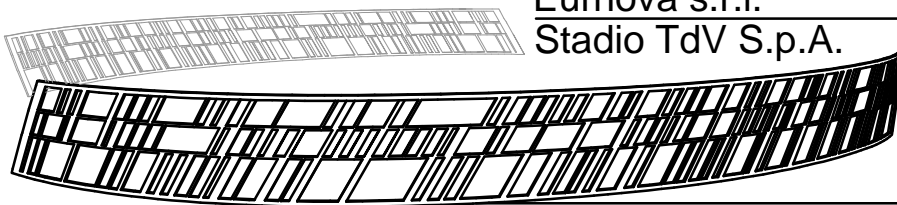
Relazione tecnica rete fognaria bianca

15 giugno 2015



committente

Eurnova s.r.l.
Stadio TdV S.p.A.



STADIO DELLA ROMA, Tor di Valle

Programme management



Lend Lease

via Moscovia, n°3
20121 Milano (MI) - Italia
T: +39 0266791801

Progetto architettonico - comparto A1



MEIS Architects

1317 Innes Place
Venice, Los Angeles CA 90291
T: 310.392.324940



SCE Project S.r.l.

viale Sarca, 336/f
20126 Milano - Italia
T: +39 02 70006530

GAE ENGINEERING SRL

GAE engineering s.r.l.

corso Marconi, n°20
10125 Torino - Italia
T: +39 011 0566426

Progetto strutturale - comparto A1



Thornton Tomasetti

6080 Center Drive, Suite 260
Los Angeles, CA 90045
T: 310.665.0010



ARUP

Corso Italia n° 13
20122 Milan (MI) - Italy
T: +39 02-85979301

Progettazione impianti - Strategia energetica



Officinae Verdi

piazza Buenos Aires n°5
00198 Rome (RM) - Italy
T: +39 06-42020497

Valutazione Impatto ambientale

Laboratorio di pianificazione e progettazione

Via Del Tibet, 41
00144 Roma - Italia
T: +39 0677250004



Ingegneria dei trasporti

via Cavour, n°256
00184 Rome (RM) - Italia
T: +39 06-4820350



Systematica

via Lovanio, n°8
20121 Milan (MI) - Italy
T: +39 02-6231191

Development management



Parsitalia

via Tevere, n°48
00198 Roma (RM) - Italia
T: +39 06857921

Progettazione Masterplan / 3 torri B1



Libeskind Architettura Srl

via Spadari, n° 7 / 9
20123 Milano (MI) - Italia
T: +39 0284502385

Progettazione architettonica edifici bassi B1

Studio Cordeschi MCA 15

Srl - Arch MC Accame
Lungotevere Flaminio 48
00196 Roma (RM) - Italia
T: +39 0632111013

Studio Ass.to Tamburini

Via Dei Quaretti, 24
00196 Roma (RM) - Italia
T: +39 0670450633

Piuarch Srl

Via Palermo, 1
20121 Milano (MI) - Italia
T: +39 02 89096130

Studio Bichara Srl

Via dei due Ponti, 273
00189 Roma (RM) - Italia
T: +39 06 33265757

Opere infrastrutturali



ABDR

via delle Conce, n°20
00154 Rome (RM) - Italia
T: +39 06-57250470-57



Gevim

Via Poli, n° 29
00187 Rome (RM) - Italia
T: +39 06-69190966



CO.RE. Ingegneria Srl

Via Parioli, n°50
00197 Roma (RM) - Italia
T: +06 803409



S.T.E.

via Sicilia, n°66
00187 Rome (RM) - Italia
T: +39 06-45210063

Consulenza Safe Design



ICSS

International Centre for Sport Security
P.O Box 64163 Doha, Qatar

Consulenza sostenibilità ambientale



ITALIA GREEN

Via Giovanni da Castel Bolognese
00153 Roma (RM) - Italia
T: +39 06 83772129

Progettazione urbanistica



Studio Busnengo

via Vigna due Torri, n°127
00149 Roma (RM) - Italia
T: +39 065042431

Progetto architettonico - Comparto C1



RTKL

25 Farringdon Street, 10th floor
London EC4A 4AB
T: +44 20 73060404

Progettazione integrata



ALTIERI

via Colleoni n° 56/58
36016 Thiene (VI) - Italy
T: +39 0445-375300

Pratiche antincendio

Studio Nozzi

via Telegono, n°7
00044 Frascati (RM) - Italia
T: 06 9421116

Paesaggistica



LAND

Via Varese, N°16 20121 Milano
20121 Milano - Italia
T: +39 02 80691144

Geotecnica



GEORES

Via Roberto Lepetit, 234
Roma - Italia
T: +39 062281287

Acustica

Ing. LORENZO

LOMBARDI

Largo Russell, 6
00137 Roma (RM) - Italia
T: +39 06 86891191

Studi idrogeologici



IDRAN

via Gregorio VII, N° 186
10125 Torino - Italia
T: +39 06 48900671



IN.CO. SpA

piazza Ferdinando De Lucia, N° 37
00139 Roma (RM) - Italia
T: +39 06 88399486

Consulenza commerciale



DEGW Italia SRL

Via Lombardini, 22
00143 Milano (MI) - Italia
T: +39 02 5410 1343



Cushman & Wakefield

43-45 Portman Square
London W1H 6LY - UK
T: +020 7935 5000

ambito

FOGNATURE BIANCHE

Redatto da (timbro e firma):



rev.	descrizione	data	eseguito	controllato	approvato
00	EMISSIONE COMUNE DI ROMA	15/06/2015	AP	FC	AZ

nome file

descrizione

RELAZIONE TECNICA RETE FOGNARIA BIANCA

commessa

data

scala

TDV | 15.06.2015 |

TDV OF OB 0,467+0,0, 0,0 PDF O 8,600 GES 1,40, 10,0

X

XXXX

XX

XXXX

XX

XX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

Revisione

Sommario

1. INTRODUZIONE	2
1.1 Riferimenti normativi e bibliografici	3
2. BACINO IDROGRAFICO	3
3. METODO DI CALCOLO DELLE PORTATE DELLE ACQUE BIANCHE.....	5
3.1 Portate bianche di progetto	5
3.2 Il sistema fognario principale acque bianche.....	6
1. CALCOLO DELLA PORTATA	8
1.1 Portate bianche Ante Operam	9
1.2 Portate bianche Post Operam (progetto di Fattibilità maggio 2014)	11
1.3 Portate bianche Post Operam – coeff. Afflusso parcheggio 0.30	14
1.4 Portate bianche Post Operam – coeff. Afflusso parcheggio 0.50	18
1.1 Portate bianche Post Operam – coeff. Afflusso parcheggio 0.85 (Progetto Definitivo 2015)	21
1.2 Dimensionamento delle condotte	23
2. RECAPITO FINALE	25

1. INTRODUZIONE

La seguente relazione ha per oggetto il dimensionamento della rete fognaria relativa alla progettazione definitiva delle opere di urbanizzazione primaria del nuovo stadio della A.S. Roma – Tor di Valle.

La fognatura è del tipo separato. Il recapito per la fognatura bianca è rappresentato dall'alveo fluviale (Tevere), attraverso il sollevamento per mezzo di un impianto idrovoro ubicato a ridosso dell'argine sinistro e successivo sversamento.

L'aggiornamento progettuale in oggetto recepisce le prescrizioni ed indicazioni dal Dipartimento Sviluppo Infrastrutture e Manutenzione Urbana acquisite in Cds del 01 Agosto 2014.

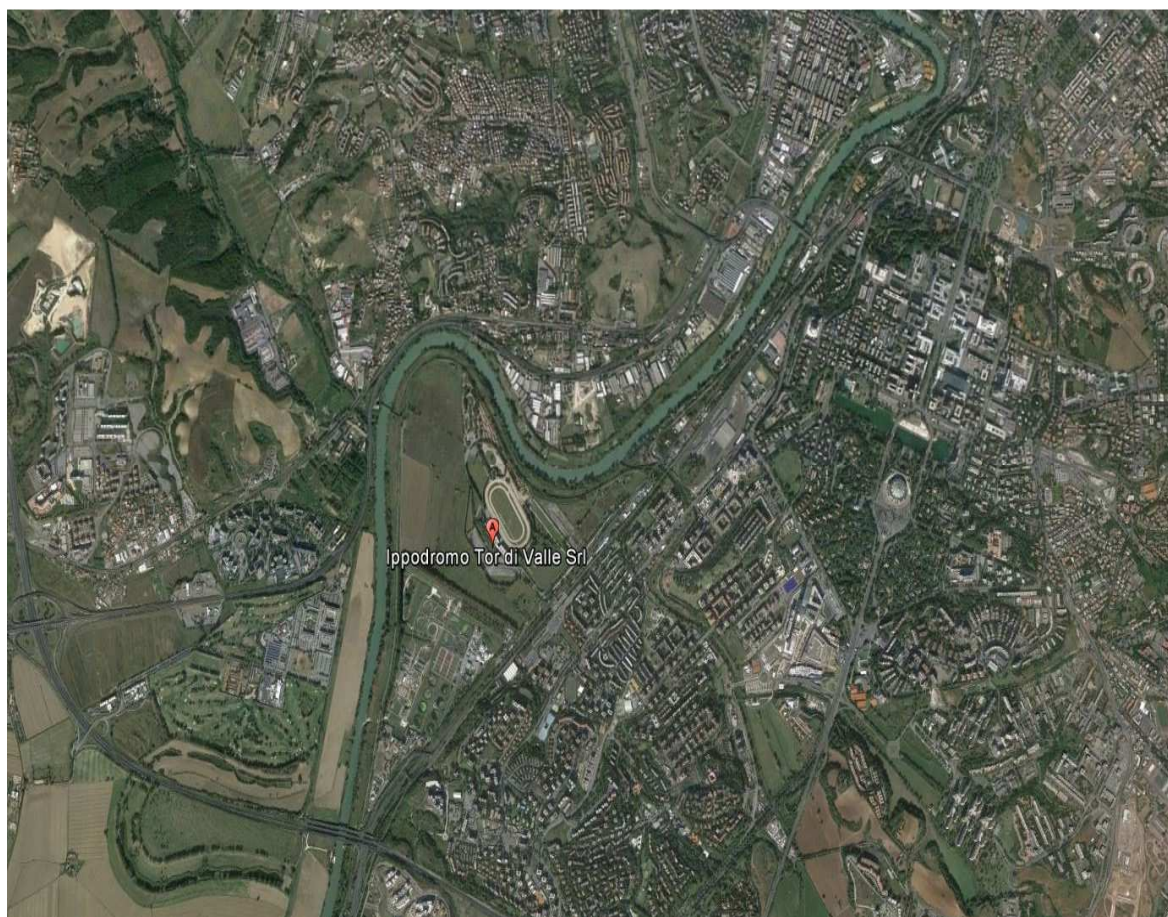


Fig. 1: Inquadramento dell'area

1.1 Riferimenti normativi e bibliografici

- Delibera Regione Lazio n° 42 del 27/09/2007: *"Piano di tutela delle acque regionali (PTAR);*
- Decreto Legislativo 152/2006 (e s.m.): *"Norme in materia ambientale";*
- Decreto Legislativo 152/1999 (e s.m.): *"Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole"*
- Circolare Ministero LL.PP. n° 11633 del 07/01/1974 *"Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto"*
- DM. LL.PP. 23/02/1971 n° 2445 (e s.m.): *"Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto."*
- Dipartimento XII – Lavori Pubblici e Manutenzione Urbana: *"Criteri per il dimensionamento dei condotti fognari della città di Roma"*
- *"Fognature"* di L. Da Deppo e C. Datei – Libreria internazionale Cortina Padova;
- *"Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali"* di L. Da Deppo e C. Datei – Editoriale BIOS;
- *"Idrologia"* di Mauro Greppi – Editore HOEPLI

2. BACINO IDROGRAFICO

L'area interessata dal punto di vista idraulico ricade nel bacino idrografico del fiume Tevere.

Oggetto del presente documento è quello di definire la rete del sistema fognario delle acque bianche provenienti da:

- Coperture degli edifici,
- Aree a verde,
- Drenaggio di acque di piattaforma relativa agli assi stradali e parcheggi a raso e multipiano.

Al fine di garantire la funzionalità e l'efficienza della rete fognaria si è proceduto alla:

1. Individuazione e perimetrazione dei bacini scolanti;
2. Acquisizione della cubatura edificatoria nell'abitato dell'area di progetto;
3. Individuazione delle aree urbanizzate esistenti;
4. Determinazione dei valori delle portate di progetto.

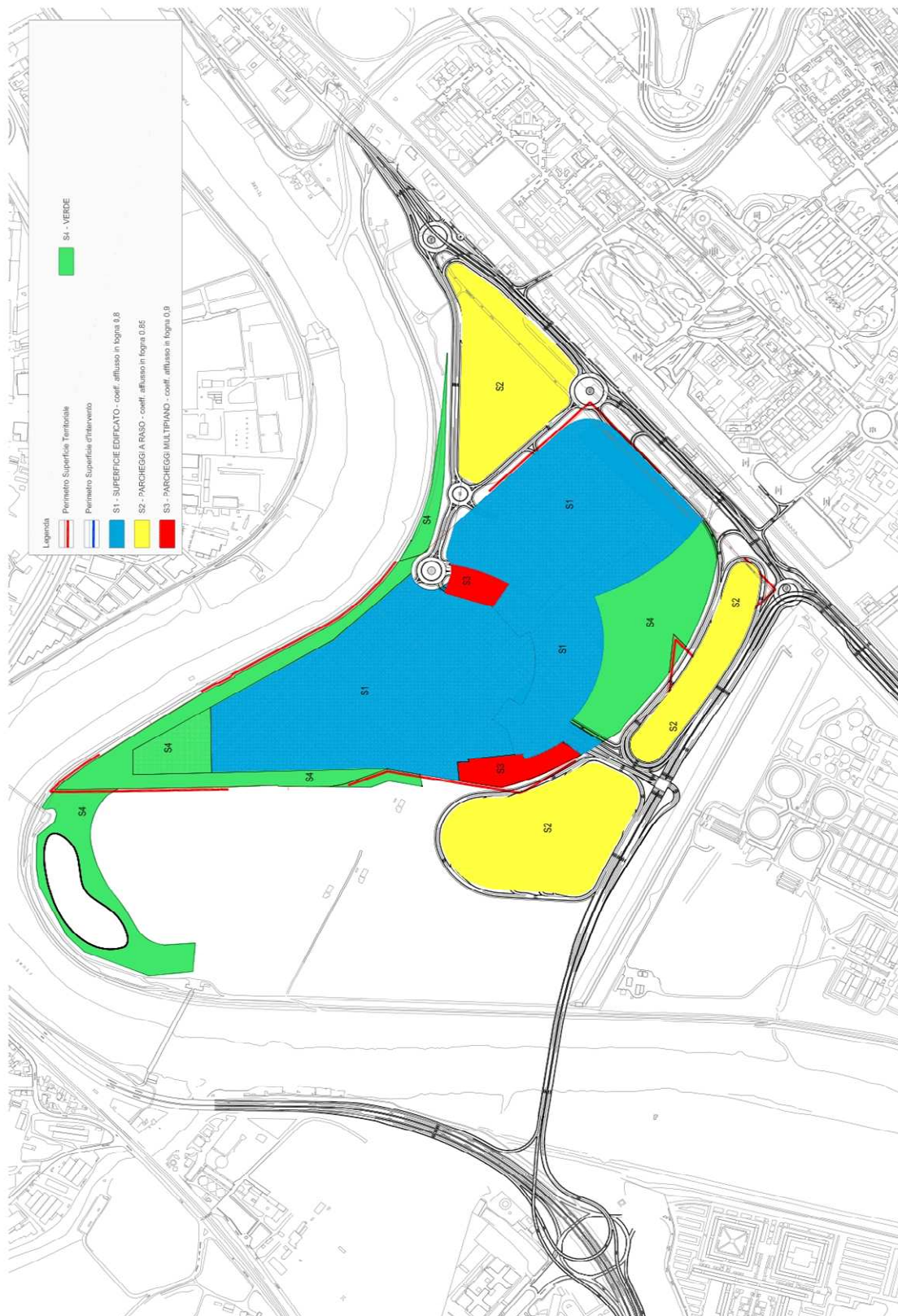


Fig. 2: Inquadramento bacini Post-Operam

3. METODO DI CALCOLO DELLE PORTATE DELLE ACQUE BIANCHE

Per la determinazione delle portate di piena, in corrispondenza delle sezioni da dimensionare, è stato utilizzato il metodo del “coefficiente udometrico del Turazza” così come indicato dall’Ufficio dell’Amministrazione Comunale (vedasi allegato).

3.1 Portate bianche di progetto

Per il calcolo della portata delle acque bianche si utilizza la formula empirica del tipo:

$$Q_z = u * S_c / 1000$$

dove:

- Q_z = portata zenitale delle acque pluviali espressa in mc/sec
- u = coefficiente udometrico espresso in l/s per ha
- S_c = superficie complessiva espressa in ha

Vengono adottati i seguenti coefficienti di afflusso per i 3 casi di calcolo:

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
SUPERFICIE COMPARTO (EDIFICATO)	0,8	0,8	0,8
SUPERFICIE PARCHEGGI A RASO	0,3	0,5	0,85
SUPERFICIE PARCHEGGI MULTIPIANO	0,9	0,9	0,9
VERDE PUBBLICO	0,1	0,1	0,1
VIABILITA'	0,9	0,9	0,9

Il caso 3 è preso in esame per il presente progetto delle fognature. Nonostante si adotti per le pavimentazioni degli stalli una tipologia ad alto drenaggio, si è deciso di procedere nel dimensionamento degli specchi necessari perseguendo il criterio più conservativo possibile, a massima tutela del contesto di alto pregio ambientale e dei caratteri di unicità del nuovo complesso urbano-sportivo.

Il valore massimo dell'intensità (afflusso meteorico) si avrà per una durata di pioggia pari al tempo di corrivazione dal bacino (T_c), che equivale al tempo che l'acqua impiega a percorrere la distanza dal punto di caduta più distante nel bacino (a monte) al punto di uscita a valle del bacino stesso (sezione di uscita).

Se si indica con H l'altezza di pioggia (espressa in mm) caduta nel tempo T (espresso in ore), l'intensità media oraria i sarà data dall'espressione:

$$i = H / T_c \text{ (mm/ora)}$$

Per determinare un valore di altezza dell'acqua corrispondente ad una durata di pioggia $T=T_c$ si fa ricorso al metodo comunemente adottato dal Comune di Roma per le verifiche, metodo stabilito nel 1960 da una Commissione che definì i criteri con cui si sarebbero dovuti dimensionare i condotti fognari, fissando le curve di pioggia che dovevano essere assunte per la determinazione delle portate di pioggia. Tali curve sono state tracciate in base agli eventi meteorici verificatisi nella città in un periodo di circa 70 anni escludendo solo un massimo assoluto, verificatosi una sola volta soltanto nel periodo di 68 anni (pari a 125 mm di pioggia in 1h e 10').

Per il caso in questione, si adotta la formula

$$H = a' * T_c^{n'}$$

per $T_c < 0,807$ ore: $a=111.60$, $n=0.73$

Per tenere conto della riduzione dell'intensità di pioggia con l'ampiezza del bacino, i parametri a ed n vengono rettificati nel seguente modo:

- $a' = a * (1 - 0,052 * A + 0,002 * A^2)$;
- $n' = n + 0,0175 * A$

3.2 Il sistema fognario principale acque bianche

Il dimensionamento delle tubazioni della fognatura principale è stato fatto tenendo conto solo dell'acqua di piattaforma della nuova viabilità e dei parcheggi, nonché del bacino del comparto privato (Stadio, Business Park), per le quali è previsto il recapito direttamente al canale di arrivo alla stazione delle idrovore.

I tratti fognari per la fognatura bianca sono i seguenti:

- Tratto 79-72 lunghezza mt 155, \varnothing 800 in cls con pendenza media 0,1 %;
- Tratto 72-58 lunghezza mt 350, 2 \varnothing 1200 in cls con pendenza media 0,1 %;
- Tratto 58-15 lunghezza mt 940, 2 \varnothing 1500 in cls con pendenza media 0,1 %;
- Tratto 15-A lunghezza mt 410, 2 \varnothing 1800 in cls con pendenza media 0,1 %;

I punti di verifica sono stati scelti in corrispondenza delle confluenze.

Le acque di piattaforma verranno allontanate con idonee caditoie sifonate con griglie a 12 asole, come indicato dal Comune di Roma, in ghisa sferoidale classe C250 collegate alla fognatura secondaria con tubazioni in PVC F315 allacciate alla rete principale tramite contro pozzetto in cls prefabbricato delle dimensioni interne 50 x 50 cm.

Le tubazioni sono in cls prefabbricate e rinfiaccate in opera con calcestruzzo e saranno provviste di pozzetti d'ispezione prefabbricati accessibili attraverso apposite canne di discesa della dimensione interna 70 x 70 cm, munite di "pedarole" poste ad interasse non superiore a 30 cm, nel corpo del pozzetto. Le canne saranno chiuse al piano stradale per mezzo di chiusino in ghisa sferoidale conforme alle norme UNI EN 124 della Classe D400 e recanti la scritta "S.P.Q.R. – FOGNATURA BIANCA".

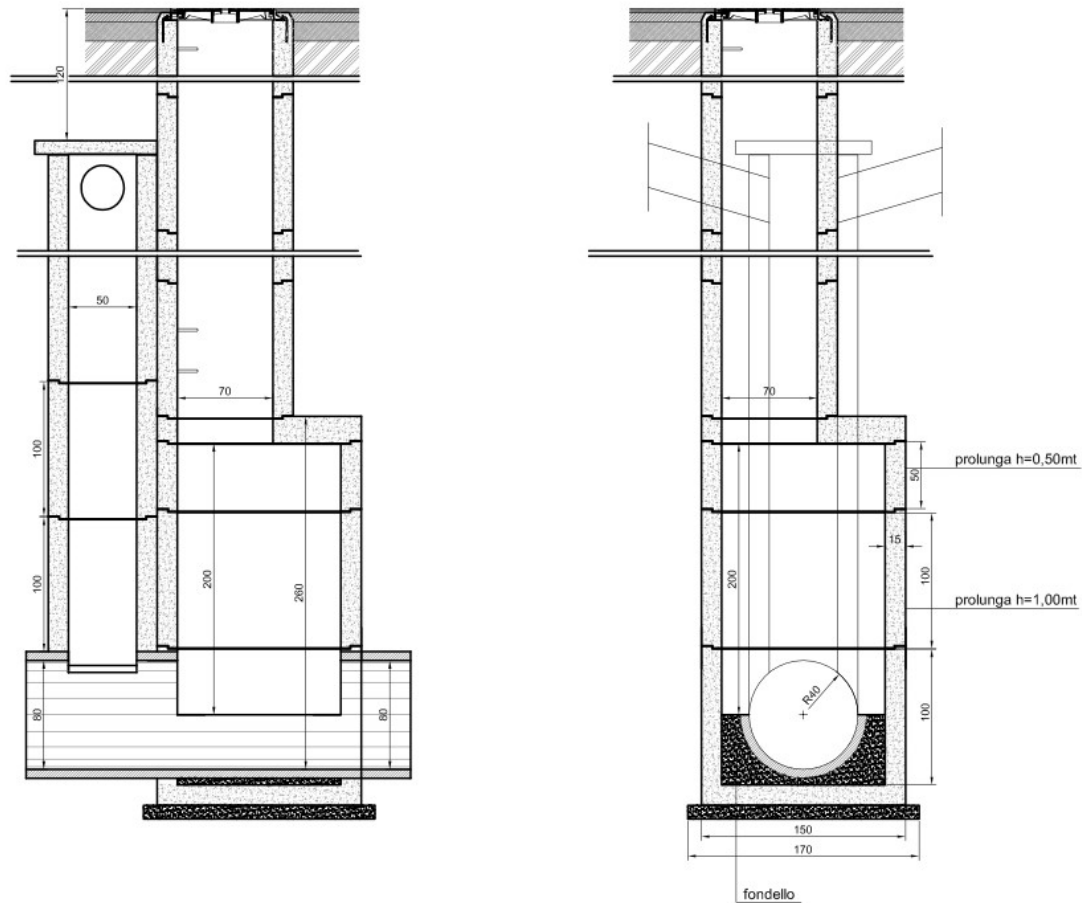


Fig. 3: Manufatti tipo Fogna Bianca Ø800

1. CALCOLO DELLA PORTATA

Nello specchio seguente sono stati raccolti alcuni scenari di predimensionamento, corrispondenti a diverse capacità di drenaggio per le grandi superfici dei parcheggi a raso.

Il confronto è utile per la scelta dello scenario più conservativo, evidenziato nell'ultima colonna. Gli altri scenari corrispondono a un coefficiente di afflusso in fogna identico a quello presentato a maggio 2014 per il progetto di fattibilità (0,30). Lo scenario scelto corrisponde ad un afflusso in fogna pari a 85%.

	FATTIBILITA' MAGGIO	DRENAGGIO ALTO	DRENAGGIO MEDIO	DRENAGGIO BASSO
SUP. PARCHEGGIO A RASO	16,2 ha	16,5 ha	16,5 ha	16,5 ha
SUP. STRADE	8,9 ha	10 ha	10 ha	10 ha
SUP. PARCHEGGI MULTIPIANO	20 ha	20 ha	20 ha	20 ha
COEFF. AFFLUSSO PARCHEGGI A RASO	0,3	0,3	0,5	0,85
COEFF. AFFLUSSO MEDIO	0,65	0,65	0,68	0,74
PORTATA	15,92 mc/s	17,30 mc/s	18,20 mc/s	19,80 mc/s

1.1 Portate bianche Ante Operam

BACINO DI TDV - ANTE OPERAM

Si è adottato il metodo del COEFFICIENTE UDOMETRICO del Turazza	
$u = \frac{10^4 \psi m}{3600} \quad \times \quad \frac{h}{t + \tau}$	
dove:	
u =	Coefficiente Udometrico in l/sec. per Ha
h =	Altezza massima della pioggia nel tempo t espresso in mm.
t =	Durata della pioggia critica in ore
τ =	Tempo di Corrivazione in ore
ψ =	Coefficiente di afflusso $\psi = \psi_m \cdot 3v ((i * t)/(45 * 1))$ Dove ψ_m è valutato come media dei valori di deflusso inerenti alle zone urbanistiche adottando come pesi le superfici e riferendosi a piogge della durata di 1 ora e di intensità pari a 45 mm/ora.
m =	Rapporto tra la portata massima e media di tutto il periodo t + τ . Per t = τ = 2 (si è assunto prudenzialmente uguale a 1,4 (Pasini))

TIPOLOGIA DELL'AREA		U.M.	AREA	COEFFICIENTE DI AFFLUSSO MEDIO	%
S1	Superficie impermeabile	ha	12,50	0,90	12,89%
S2	Superficie permeabile	ha	84,50	0,10	87,11%
					100,00%
Sc	Superficie complessiva	ha	97,00	con $\psi_m =$	0,20
LUNGHEZZA DI CORRIVAZIONE					
Lc =		2500,00	ml		

TEMPO DI CORRIVAZIONE

$$t = \tau = (Lc/3600) + 0,083$$

con 0,083 (5 min.) pari al tempo occorrente all'acqua per raggiungere dai tetti e dalle aree di pertinenza privata, i fognoli.

$$\tau = 0,78 \text{ ore}$$

Come curve di possibilità climatica si sono adottate le equazioni:

$$h = 111,60 \cdot t^{0,73} \quad \text{per } t < 50'$$

$$h = 102,00 \cdot t^{0,31} \quad \text{per } t = 50' \div 1h \ 30'$$

Per tenere conto della riduzione dell'intensità di pioggia con l'ampiezza del bacino, i parametri **a** ed **n** sono corretti con le formule:

$$a' = a \cdot (1 - 0,052 A + 0,002 A^2)$$

$$a' = 106,18$$

$$n' = n + 0,0175 A$$

$$n' = 0,75$$

dove A rappresenta l'area del bacino espressa in km²

$$h = 87,98 \text{ mm}$$

INTENSITA' PIOGGIA

$$i = h / \tau$$

$$i = 113,16 \text{ mm/ora}$$

Si è tenuto conto della diminuzione di altezza di pioggia col crescere dell'area, modificando i coefficienti **a** ed **n** della equazione

$$H = a T^n$$

La durata della pioggia critica si è assunta uguale al tempo di corrivazione, in tal caso tutto il bacino contribuisce all'afflusso nei condotti e la portata è massima.

Il tempo di corrivazione è stato determinato avendo ipotizzato uguale a 1 m/sec. la velocità media dell'acqua.

COEFFICIENTE DI AFFLUSSO

$$\psi = \psi_m \sqrt[3]{(i \cdot t) / (45 \cdot 1)} \quad \text{con } \psi_m = 0,20$$

$$\psi = 0,25$$

COEFFICIENTE UDOMETRICO		
$u =$	$\frac{10^4 \psi \text{ m}}{3600}$	$\times \frac{h}{t + \tau}$
$u =$	55,88	l*sec/Ha

PORTATA ZENITALE		
$Qz =$	$\frac{u \times Sc}{1000}$	m^3/sec
$Qz =$	5,42	m³/sec

1.2 Portate bianche Post Operam (progetto di Fattibilità maggio 2014)

Si è adottato il metodo del COEFFICIENTE UDOMETRICO del Turazza		
$u =$	$\frac{10^4 \psi \text{ m}}{3600}$	$\times \frac{h}{t + \tau}$
dove:		
$u =$	Coefficiente Udometrico in l/sec. per Ha	
$h =$	Altezza massima della pioggia nel tempo t espresso in mm.	
$t =$	Durata della pioggia critica in ore	
$\tau =$	Tempo di Corrivazione in ore	
$\psi =$	Dove ψ_m è valutato come media dei valori di deflusso inerenti alle zone urbanistiche adottando come pesi le superfici e riferendosi a piogge della durata di 1 ora e di intensità pari a 45 mm/ora. Coefficiente di afflusso $\psi = \psi_m \cdot 3V ((i * t)/(45 * 1))$	

$m =$ Rapporto tra la portata massima e media di tutto il periodo $t + \tau$.
 Per $\tau = 2$ (si è assunto prudenzialmente uguale a 1,4 (Pasini))

TIPOLOGIA DELL'AREA		U.M.	AREA	COEFFICIENTE DI AFFLUSSO MEDIO	%
S1	Superficie edificato	ha	37,00	0,80	42,53%
S2	Parcheeggi a Raso	ha	16,20		
N.B LA SUPERFICIE DEI PARCHEGGI A RASO TIENE CONTO DEL 30% DESTINATA A VERDE E IL RESTATE 70% È COSÌ DIVISO: 50% $\psi = 0,9$ E 50% $\psi = 0,3$					
S2	Contributo verde parcheggi a raso	ha	4,86	0,10	5,59%
S2	Parcheeggi a Raso	ha	5,65	0,90	6,49%
S2	Parcheeggi a Raso	ha	5,65	0,30	6,49%
S3	Parcheeggi Multipiano	ha	20,00	0,90	22,99%
S4	Verde	ha	18,70	0,10	21,49%
S5	Strade	ha	8.90	0,9	36,94%
Sc	Superficie complessiva	ha	87,00	ψ_m	0,65

LUNGHEZZA DI CORRIVAZIONE

$L_c =$ 2500,00 ml

TEMPO DI CORRIVAZIONE

$t = \tau =$ (Lc/3600)+0,083

$\tau =$ 0,78 ore

con 0,083 (5 min.) pari al tempo occorrente all'acqua per raggiungere dai tetti e dalle aree di pertinenza privata, i fognoli.

Come curve di possibilità climatica si sono adottate le equazioni:

$$h = 111,60 \cdot t^{0,73} \quad \text{per } t < 50'$$

$$h = 102,00 \cdot t^{0,31} \quad \text{per } t = 50' \div 1h \ 30'$$

Per tenere conto della riduzione dell'intensità di pioggia con l'ampiezza del bacino, i parametri a ed n sono corretti con le formule:

$$a' = a \cdot (1 - 0,052 A + 0,002 A^2)$$

$$a' = 97,54$$

$$n' = n + 0,0175 A$$

$$n' = 0,33$$

dove A rappresenta l'area del bacino espressa in km^2

$$h = 89,87 \quad \text{mm}$$

INTENSITA' PIOGGIA

$$i = h / \tau$$

$$i = 115,60 \quad \text{mm/ora}$$

Si è tenuto conto della diminuzione di altezza di pioggia col crescere dell'area, modificando i coefficienti a ed n della equazione

$$H = a T^n$$

La durata della pioggia critica si è assunta uguale al tempo di corrivazione, in tal caso tutto il bacino contribuisce all'afflusso nei condotti e la portata è massima.

Il tempo di corrivazione è stato determinato avendo ipotizzato uguale a 1 m/sec. la velocità media dell'acqua.

COEFFICIENTE DI AFFLUSSO

$$\psi = \psi_m \sqrt[3]{(i \cdot t) / (45 \cdot 60)} \quad \text{con } \psi_m = 0,65$$

$$\psi = 0,81$$

COEFFICIENTE UDOMETRICO

$$u = \frac{10^4 \psi \text{ m}}{3600} \times \frac{h}{t + \tau}$$

$$u = 183,02 \text{ l*sec/Ha}$$

PORTATA ZENITALE

$$Q_z = \frac{u \times S_c}{1000} \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$Q_z = 15,92 \text{ m}^3/\text{sec}$$

1.3 Portate bianche Post Operam – coeff. Afflusso parcheggio 0.30

BACINO DI TDV - POST OPERAM

Si è adottato il metodo del **COEFFICIENTE UDOMETRICO** del Turazza

$$u = \frac{10^4 \psi \text{ m}}{3600} \times \frac{h}{t + \tau}$$

dove:

u = Coefficiente Udometrico in l/sec. per Ha

h = Altezza massima della pioggia nel tempo t espresso in mm.

t = Durata della pioggia critica in ore

τ = Tempo di Corrivazione in ore

$\psi =$	Coefficiente di afflusso $\psi = \psi_m \cdot 3\sqrt{(i \cdot t)/(45 \cdot 1)}$	Dove ψ_m è valutato come media dei valori di deflusso inerenti alle zone urbanistiche adottando come pesi le superfici e riferendosi a piogge della durata di 1 ora e di intensità pari a 45 mm/ora.
$m =$	Rapporto tra la portata massima e media di tutto il periodo $t + \tau$. Per $t = \tau = 2$ (si è assunto prudenzialmente uguale a 1,4 (Pasini))	

TIPOLOGIA DELL'AREA	U.M.	AREA	COEFFICIENTE DI AFFLUSSO MEDIO	%
S1 Superficie edificato	ha	37,00	0,80	38,14%
S2 Parcheggi a Raso	ha	16,50	0,30	17,01%
S3 Parcheggi Multipiano	ha	20,00	0,90	20,62%
S4 Verde	ha	13,50	0,10	13,92%
S5 Strade	ha	10,00	0,90	10,31%
Sc Superficie complessiva	ha	97,00		100,00%
ψ_m	0,65			

LUNGHEZZA DI CORRIVAZIONE		
Lc =	2500,00	ml

TEMPO DI CORRIVAZIONE		
t = τ =	(Lc/3600)+0,083	con 0,083 (5 min.) pari al tempo occorrente all'acqua per raggiungere dai tetti e dalle aree di pertinenza privata, i fognoli.
τ =	0,78 ore	

Come curve di possibilità climatica si sono adottate le equazioni:		
h =	111,60 * $t^{0,73}$	per $t < 50'$

$$h = 102,00 \cdot t^{0,31} \quad \text{per } t = 50' \div 1h \ 30'$$

Per tenere conto della riduzione dell'intensità di pioggia con l'ampiezza del bacino, i parametri **a** ed **n** sono corretti con le formule:

$$a' = a \cdot (1 - 0,052 A + 0,002 A^2)$$

$$a' = 106,18$$

$$n' = n + 0,0175 A$$

$$n' = 0,75$$

dove A rappresenta l'area del bacino espressa in km²

$$h = 87,98 \quad \text{mm}$$

INTENSITA' PIOGGIA

$$i = h / \tau$$

$$i = 113,16 \quad \text{mm/ora}$$

Si è tenuto conto della diminuzione di altezza di pioggia col crescere dell'area, modificando i coefficienti **a** ed **n** della equazione

$$H = a T^n$$

La durata della pioggia critica si è assunta uguale al tempo di corrivazione, in tal caso tutto il bacino contribuisce all'afflusso nei condotti e la portata è massima.

Il tempo di corrivazione è stato determinato avendo ipotizzato uguale a 1 m/sec. la velocità media dell'acqua.

COEFFICIENTE DI AFFLUSSO

$$\psi = \psi_m^3 \sqrt{(i \cdot t) / (45 \cdot 60)} \quad \text{con } \psi_m = 0,65$$

$$\psi = 0,81$$

COEFFICIENTE UDOMETRICO

$$u = \frac{10^4 \psi \text{ m}}{3600} \quad \times \quad \frac{h}{t + \tau}$$

$$u = \quad \mathbf{178,42} \quad \mathbf{l^*sec/Ha}$$

PORTATA ZENITALE

$$Q_z = \frac{u \times S_c}{1000} \quad \text{m}^3/\text{sec}$$

$$Q_z = \quad \mathbf{17,31} \quad \mathbf{m}^3/\text{sec}$$

1.4 Portate bianche Post Operam – coeff. Afflusso parcheggio 0.50

Si è adottato il metodo del COEFFICIENTE UDOMETRICO del Turazza	
$u = \frac{10^4 \psi_m}{3600} \times \frac{h}{t + \tau}$	
dove:	
u =	Coefficiente Udometrico in l/sec. per Ha
h =	Altezza massima della pioggia nel tempo t espresso in mm.
t =	Durata della pioggia critica in ore
τ =	Tempo di Corrivazione in ore
ψ =	Dove ψ_m è valutato come media dei valori di deflusso inerenti alle zone urbanistiche adottando come pesi le superfici e riferendosi a piogge della durata di 1 ora e di intensità pari a 45 mm/ora. Coefficiente di afflusso $\psi = \psi_m \cdot 3v \cdot ((i \cdot t)/(45 \cdot 1))$
m =	Rapporto tra la portata massima e media di tutto il periodo t + τ . Per t = τ = 2 (si è assunto prudenzialmente uguale a 1,4 (Pasini))

TIPOLOGIA DELL'AREA		U.M.	AREA	COEFFICIENTE DI AFFLUSSO MEDIO	%
S1	Superficie edificato	ha	37,00	0,80	38,14%
S2	Parcheggi a Raso	ha	16,50	0,50	17,01%
S3	Parcheggi Multipiano	ha	20,00	0,90	20,62%
S4	Verde	ha	13,50	0,10	13,92%
S5	Strade	ha	10,00	0,90	10,31%
					100,00%
Sc	Superficie complessiva	ha	97,00	ψ_m	0,68

LUNGHEZZA DI CORRIVAZIONE	
Lc =	2500,00 ml

TEMPO DI CORRIVAZIONE			
$t = \tau =$	$(Lc/3600)+0,083$		
$\tau =$	0,78	ore	con 0,083 (5 min.) pari al tempo occorrente all'acqua per raggiungere dai tetti e dalle aree di pertinenza privata, i fognoli.

Come curve di possibilità climatica si sono adottate le equazioni:			
$h =$	$111,60 * t^{0,73}$		per $t < 50'$
$h =$	$102,00 * t^{0,31}$		per $t = 50' \div 1h 30'$
Per tenere conto della riduzione dell'intensità di pioggia con l'ampiezza del bacino, i parametri a ed n sono corretti con le formule:			
$a' =$	$a' = a * (1 - 0,052 A + 0,002 A^2)$		
$a' =$	106,18		
$n' =$	$n + 0,0175 A$		
$n' =$	0,75		
dove A rappresenta l'area del bacino espressa in km ²			
$h =$	87,98	mm	

INTENSITA' PIOGGIA			
$i =$	h / τ		
$i =$	113,16	mm/ora	

Si è tenuto conto della diminuzione di altezza di pioggia col crescere dell'area, modificando i coefficienti **a** ed **n** della equazione

$$H = a T^n$$

La durata della pioggia critica si è assunta uguale al tempo di corrvazione, in tal caso tutto il bacino contribuisce all'afflusso nei condotti e la portata è massima.

Il tempo di corrvazione è stato determinato avendo ipotizzato uguale a 1 m/sec. la velocità media dell'acqua.

COEFFICIENTE DI AFFLUSSO			
$\psi =$	$\psi_m^3 \sqrt{(i * t)/(45*60)}$		con $\psi_m = 0,68$

$$\psi = 0,85$$

COEFFICIENTE UDOMETRICO

$$u = \frac{10^4 \psi m}{3600} \times \frac{h}{t + \tau}$$

$$u = 187,78 \quad l^*sec/Ha$$

PORTATA ZENITALE

$$Qz = \frac{u \times Sc}{1000} \quad m^3/sec$$

$$Qz = 18,21 \quad m^3/sec$$

1.1 Portate bianche Post Operam – coeff. Afflusso parcheggio 0.85 (Progetto Definitivo 2015)

BACINO DI TDV - POST OPERAM

Si è adottato il metodo del COEFFICIENTE UDOMETRICO del Turazza	
$u = \frac{10^4 \psi_m}{3600} \times \frac{h}{t + \tau}$	
dove:	
u =	Coefficiente Udometrico in l/sec. per Ha
h =	Altezza massima della pioggia nel tempo t espresso in mm.
t =	Durata della pioggia critica in ore
τ =	Tempo di Corrivazione in ore
ψ =	Dove ψ_m è valutato come media dei valori di deflusso inerenti alle zone urbanistiche adottando come pesi le superfici e riferendosi a piogge della durata di 1 ora e di intensità pari a 45 mm/ora. Coefficiente di afflusso $\psi = \psi_m \cdot 3v \cdot ((i \cdot t)/(45 \cdot 1))$
m =	Rapporto tra la portata massima e media di tutto il periodo t + τ . Per t = τ = 2 (si è assunto prudenzialmente uguale a 1,4 (Pasini))

TIPOLOGIA DELL'AREA		U.M.	AREA	COEFFICIENTE DI AFFLUSSO MEDIO	%
S1	Superficie edificato	ha	37,00	0,80	38,14%
S2	Parcheggi a Raso	ha	16,50	0,85	17,01%
S3	Parcheggi Multipiano	ha	20,00	0,90	20,62%
S4	Verde	ha	13,50	0,10	13,92%
S5	Strade	ha	10,00	0,90	10,31%
					100,00%
Sc	Superficie complessiva	ha	97,00	ψ_m	0,74

LUNGHEZZA DI CORRIVAZIONE

$$L_c = 2500,00 \text{ ml}$$

TEMPO DI CORRIVAZIONE

$$t = \tau = (L_c/3600) + 0,083$$

$$\tau = 0,78 \text{ ore}$$

con 0,083 (5 min.) pari al tempo occorrente all'acqua per raggiungere dai tetti e dalle aree di pertinenza privata, i fognoli.

Come curve di possibilità climatica si sono adottate le equazioni:

$$h = 111,60 * t^{0,73} \quad \text{per } t < 50'$$

$$h = 102,00 * t^{0,31} \quad \text{per } t = 50' \div 1h \ 30'$$

Per tenere conto della riduzione dell'intensità di pioggia con l'ampiezza del bacino, i parametri **a** ed **n** sono corretti con le formule:

$$a' = a * (1 - 0,052 A + 0,002 A^2)$$

$$a' = 106,18$$

$$n' = n + 0,0175 A$$

$$n' = 0,75$$

dove A rappresenta l'area del bacino espressa in km²

$$h = 87,98 \text{ mm}$$

INTENSITA' PIOGGIA

$$i = h / \tau$$

$$i = 113,16 \text{ mm/ora}$$

Si è tenuto conto della diminuzione di altezza di pioggia col crescere dell'area, modificando i coefficienti **a** ed **n** della equazione

$$H = a T^n$$

La durata della pioggia critica si è assunta uguale al tempo di corrivazione, in tal caso tutto il bacino contribuisce all'afflusso nei condotti e la portata è massima.

Il tempo di corrivazione è stato determinato avendo ipotizzato uguale a 1 m/sec. la velocità media dell'acqua.

COEFFICIENTE DI AFFLUSSO

$$\psi = \psi_m \sqrt[3]{(i \cdot t)/(45 \cdot 60)} \quad \text{con } \psi_m = 0,74$$

$$\psi = 0,93$$

COEFFICIENTE UDOMETRICO

$$u = \frac{10^4 \psi m}{3600} \times \frac{h}{t + \tau}$$

$$u = 204,16 \quad \text{l*sec/Ha}$$

PORTATA ZENITALE

$$Q_z = \frac{u \times S_c}{1000} \quad \text{m}^3/\text{sec}$$

$$Q_z = 19,80 \quad \text{m}^3/\text{sec}$$

1.2 Dimensionamento delle condotte

Il calcolo è **iterativo** e prende avvio valutando in prima istanza il tempo di residenza nelle condotte, avendo assunto *arbitrariamente* la velocità nel tronco da dimensionare pari a 1 m/s.

Stabilito il Tc, si procede a calcolare l'intensità di pioggia e la portata di prima iterazione. Noti diametro, materiale e pendenza della condotta, si ricava la nuova velocità, da confrontarsi con quella nell'iterazione. Qualora si riscontrassero differenze sostanziali, si ripeterà il ciclo utilizzando quest'ultimo valore. Portata a convergenza la velocità, si potrà determinare il grado di riempimento della condotta.



Fig. 4: Planimetria di funzionamento delle Fognature Bianche

2. RECAPITO FINALE

La struttura della rete fognaria del tratto principale trova esito in un canale invertito che recapita le acque all'impianto idrovoro nelle vicinanze dell'argine del fiume Tevere.

La centrale dell'idrovore sarà costituita da una vasca interrata, dove alloggeranno le pompe sommerse destinate a rilanciare le acque dell'altezza necessaria per lo sversamento nell'alveo fluviale in condizioni di sicurezza.

Il punto di confluenza fra le acque provenienti dal comparto edificato e dal comparto di strade e parcheggi pubblici a raso esterno ad esso, è situato in corrispondenza del tratto di imbocco al canale invertito di progetto che dai presso del Parcheggio P3-P9 conduce le acque bianche direttamente alle idrovore.