



COMUNE DI VICENZA

DIPARTIMENTO TUTELA E GESTIONE DEL TERRITORIO

Settore Ambiente Energia e Tutela del Territorio



LIBERARE ENERGIE URBANE

*Programma straordinario di intervento per la
riqualificazione urbana e la sicurezza delle periferie
DPCM 06.12.2016*

INTERVENTO N. 16/A

BONIFICA AMBIENTALE E MESSA IN SICUREZZA MEDIANTE REALIZZAZIONE DI UN PARCHEGGIO NELL'AREA DENOMINATA PUA N.6 "EX ACCIAIERIE VALBRUNA" IN COMUNE DI VICENZA

[CIG: 69339826F5]

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

Elaborato N. 2.4	RELAZIONE IDRAULICA
Scala -	
Codice 006P.PE.0204	
Rev. Data 0 22.08.2017	

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

DIRETTORE SETTORE AMBIENTE Dott. Danilo Guarti	RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Dott. Roberto Scalco	
 TESI Engineering S.r.l. Via Cornoleda n. 2 - 35030 Cinto Euganeo (PD) tecnico@tesieng.net - www.tesiengineering.it	RESPONSABILE DEL PROGETTO Dott. Geol. Paolo Rocca 	PROGETTISTA Ing. Alberto Baccato 

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO DI PROGETTO	5
2.1 Descrizione degli interventi previsti	5
2.2 Descrizione della rete di drenaggio locale	5
2.3 Descrizione del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche	6
3. DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO	9
3.1 Parametri idrologici	9
3.1.1 Curve di possibilità pluviometrica	9
3.1.2 Coefficienti di deflusso	9
3.2 Il metodo dell'invaso	11
3.3 Verifica dei collettori	15
4. SISTEMA DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA	19
4.1 Riferimenti normativi e definizioni	19
4.2 Descrizione e dimensionamento del sistema di trattamento	20
APPENDICE A – TABULATI DI CALCOLO	23

1. PREMESSA

Il Progetto *Liberare energie urbane*, sviluppato all'interno del più ampio sistema di vuoti urbani, punta alla rigenerazione di quei luoghi riconosciuti marginali, lavorando sulla resilienza e sulla capacità dei luoghi di adattarsi ai cambiamenti, attraverso un insieme di interventi di riqualificazione, potenziamento delle reti della mobilità sostenibile e risanamento dei luoghi, così da ritrovare un equilibrio tra le parti e diventare essi stessi nuovamente centrali.

I diciotto interventi, quindi, non slegati tra loro ma necessari a dare un senso all'insieme, si connotano per sviluppare uno dei tre sistemi che compongono il Progetto:

- *energie verdi* : rappresentate dal sistema dei parchi urbani, sia nuovi che esistenti da riqualificare;
- *energie grigie*: rappresentate dai comparti dismessi delle attività produttive, da strutture pubbliche di quartiere in disuso o realtà puntuali da riqualificare;
- *reti*: rappresentate dagli itinerari ciclabili e dal sistema bike-sharing, dal trasporto pubblico locale, oltre che dai progetti sociali e dalla sistemazione idraulica di un settore di città.

L'intervento di Bonifica e riqualificazione ex PP6, identificato al numero 16/A, fa parte del sistema *energie grigie* il cui obiettivo primario sotteso dal Progetto è quello di dotare una parte di città di servizi o attrezzature importanti per la collettività.

Nello specifico, l'intervento si propone di attuare:

- una bonifica ambientale del sito, ai sensi del D.Lgs 152/2006;
- la realizzazione di un'area a parcheggio a servizio del quartiere;
- la sistemazione di un'area a verde in adiacenza al futuro parcheggio;
- la realizzazione del collegamento ciclo-pedonale della cd "spina ovest" per la connessione nord-sud del sistema dei percorsi ciclabili.

A tal fine, il "Comune di Vicenza – Dipartimento Tutela e Gestione del Territorio - Settore Ambiente Energia e Tutela del Territorio", ha redatto il Progetto di Fattibilità tecnica ed economica (PF), in conformità al D.Lgs 18 aprile 2016 n. 50 (art.23), finalizzato a realizzare interventi di carattere ambientale nell'area del PP6 denominata "Ex Acciaierie Valbruna". Il PF è stato approvato con deliberazione della Giunta Comunale n. 155 del 25/08/2016.

Sulla base di tali risultati, la stessa Amministrazione ha incaricato T.E.S.I. Engineering S.r.l. di redigere il Progetto Esecutivo (PE) dell'intervento, con incluso il Piano di Sicurezza e di Coordinamento (PSC).

Il presente elaborato costituisce la "Relazione idraulica" del Progetto Esecutivo e ha per oggetto il dimensionamento idraulico della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento dei piazzali di parcheggio.

2. DESCRIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO DI PROGETTO

2.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI

Gli interventi in progetto sono stati suddivisi in due lotti. Con il primo lotto (A) verrà realizzata la messa in sicurezza permanente dell'area accatastata al n. 1444 del foglio di Vicenza n.46, mediante realizzazione di un parcheggio oltre che la sistemazione dell'area a verde limitrofa, accatastate al n. 10, senza cambiarne la destinazione. All'intero di quest'area si prevede la realizzazione di una pista ciclabile necessaria per dare continuità ad un percorso già individuato dal Comune di Vicenza.

Con il secondo lotto (B) verrà realizzata la bonifica dell'area accatastata al n. 1445 mediante la completa rimozione della pavimentazione e dei sotto-servizi, la rimozione del materiale di riporto fino alla quota media di 1,50 m (quota terreno naturale) e il ripristino dell'area a parcheggio con un sistema parzialmente permeabile garantito dal rifacimento degli stalli in materiale semipermeabile (posti auto attuali 200).

2.2 DESCRIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO LOCALE

Il drenaggio delle acque meteoriche, provenienti dalle zone limitrofe all'area di intervento, è assicurato da un sistema di condotte fognarie interrate. Non si riscontra la presenza di collettori a cielo aperto.

L'area è attraversata da Nord a Sud da una condotta di acque miste del diametro DN1400 in gestione ad Acque Vicentine. Parallelamente scorre anche una condotta di drenaggio per sole acque bianche del diametro DN800 realizzata dal comune di Vicenza per il drenaggio del parcheggio del Teatro.

Dopo aver attraversato l'area, la condotta confluisce in un'altra condotta che scorre lungo via dei Cairoli, procedendo da Ovest verso Est, per giungere ad un impianto di sollevamento meccanico posto all'angolo tra via dei Cairoli e viale Mazzini (*Figura 2.1*).

Da un sopralluogo effettuato congiuntamente ai responsabili di Acque Vicentine, si è avuto modo di verificare lo schema della rete fognaria nel nodo in cui le due condotte acque miste (DN1400) e acque bianche (DN800) giungono in via dei Cairoli. I due sistemi sono interconnessi. Il collegamento è stato effettuato per consentire alla condotta delle acque miste di sfiorare, in caso di necessità, nella condotta delle acque bianche in modo che le acque possano giungere all'impianto di sollevamento. Dalle informazioni raccolte pare, tuttavia, che questo sfioro possa avvenire in senso inverso qualora fosse l'impianto di sollevamento ad andare in sofferenza.

Le acque sollevate dall'impianto vengono immesse in una condotta in pressione che corre lungo viale Mazzini fino a recapitare al fiume Bacchiglione.

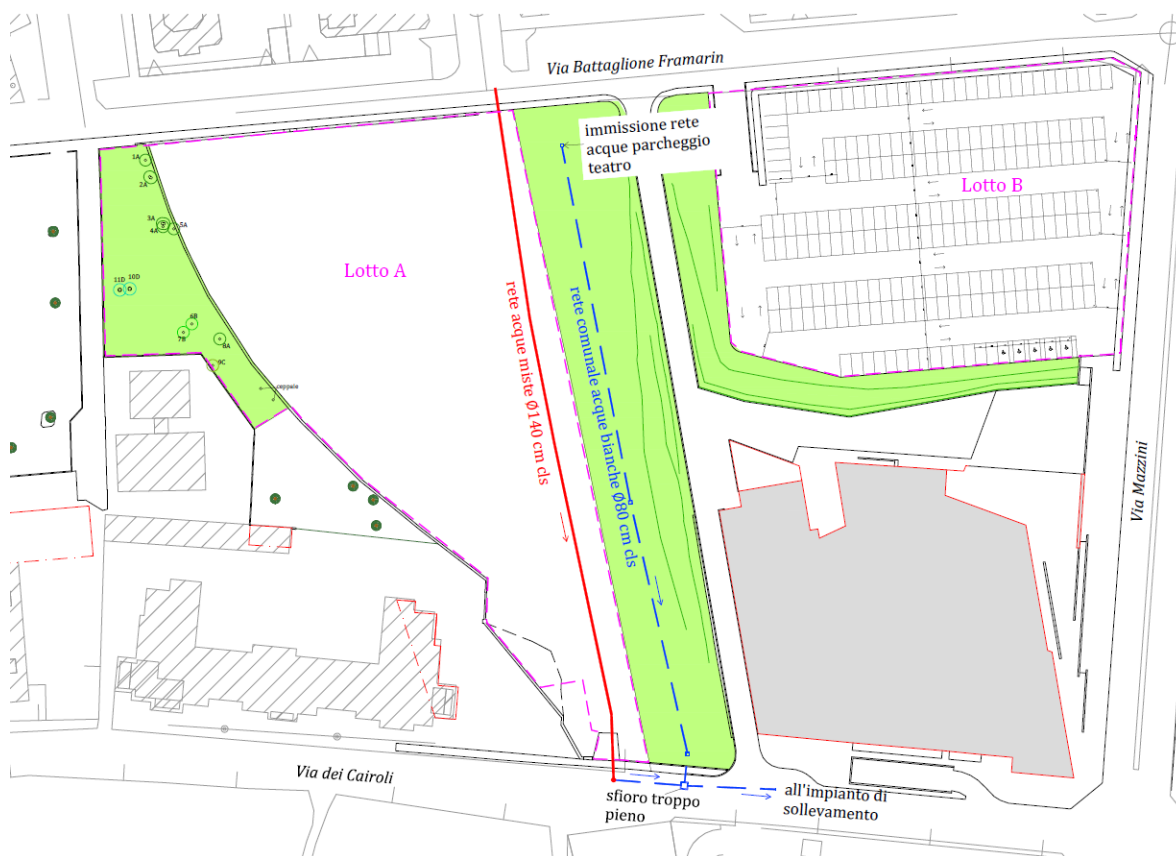


Figura 2.1 – Rete di drenaggio locale.

2.3 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Ciascuno dei due lotti di progetto (A e B), la cui sistemazione finale è in entrambi i casi a piazzale di parcheggio, sarà caratterizzato da una rete di collettori, che si articolano in un adeguato numero di profili, secondo lo schema planimetrico rappresentato in *Figura 2.2* e in *Figura 2.3* (e con maggior dettaglio negli elaborati grafici n. 5.3 e n. 6.3).

Ciascuna rete sarà dotata di un sistema di accumulo e trattamento delle acque di prima pioggia, a monte del recapito finale, che è previsto nella condotta esistente di acque bianche DN800 descritta al paragrafo precedente.

Il recapito avviene, per entrambe le aree di parcheggio, a gravità.

La pendenza dei piazzali e della viabilità all'interno dell'area di parcheggio è stata studiata in modo da far confluire le acque meteoriche verso la mezzeria delle corsie di manovra, in corrispondenza delle quali viene realizzata la raccolta delle acque di dilavamento attraverso un sistema di caditoie in ghisa sferoidale di classe D400 (*Figura 2.1*). La dimensione delle caditoie è 50x50cm nel piazzale del lotto A e 60x60 cm nel piazzale del lotto B, dove si prevede il recupero e il riutilizzo delle caditoie esistenti. Il passo delle caditoie è di 15m.

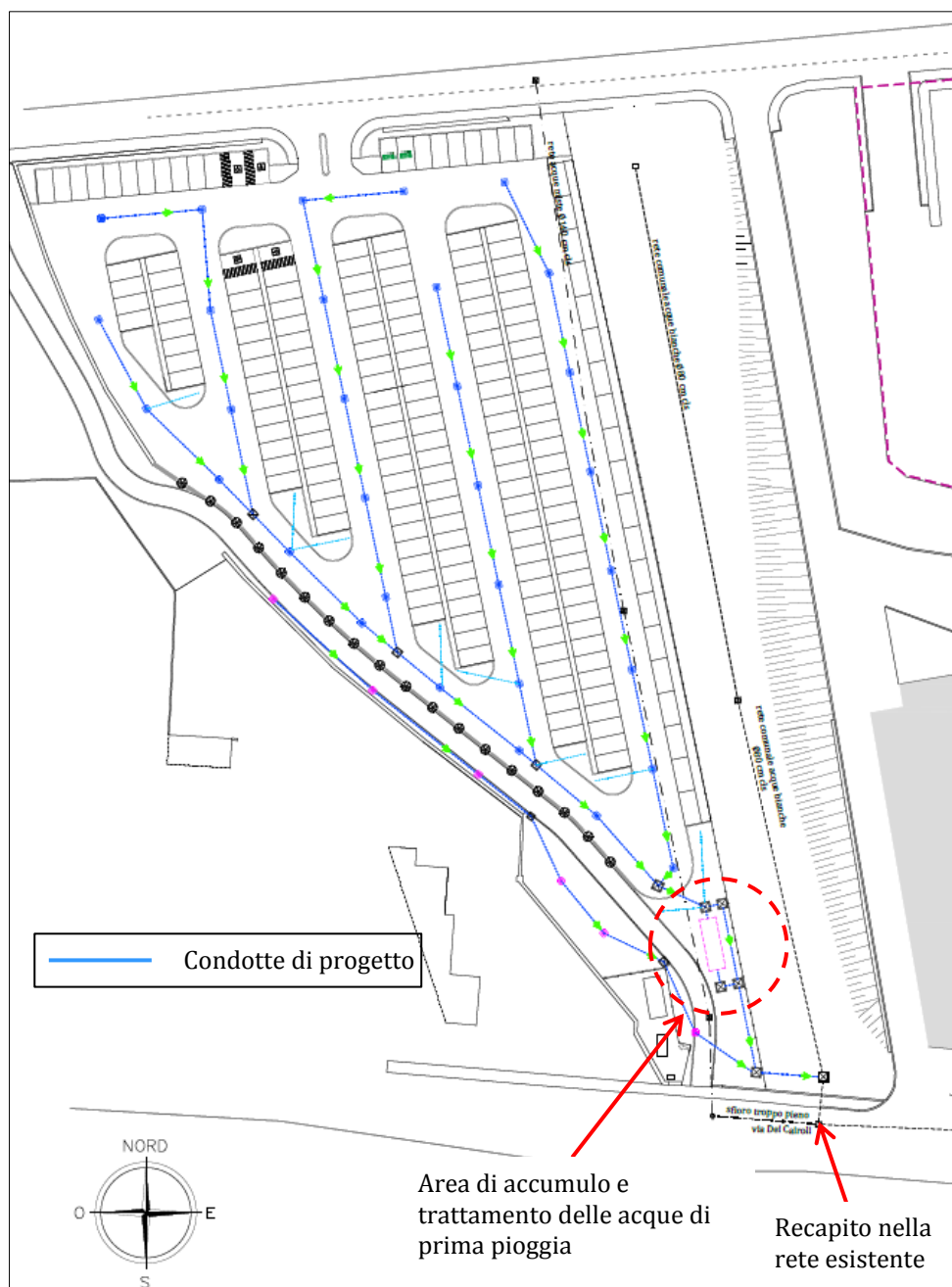


Figura 2.2 – Schema planimetrico rete di drenaggio lotto A.

Anche in corrispondenza della pista ciclabile, nel tratto che attraversa l'area di parcheggio del lotto A, è prevista la disposizione di caditoie, di dimensione 30x30 cm e classe B125, in corrispondenza del margine esterno della pista medesima.

L'acqua raccolta confluisce nel collettore principale inferiore, senza distinzione tra acque di prima e seconda pioggia. La separazione delle acque avviene, infatti, a monte del sistema di trattamento attraverso un pozzetto scolmato.

La rete di collettori di drenaggio è costituita da tubazioni in PEAD di diametro variabile tra DN 315 e DN 500, posati ad una profondità non inferiore a 0.80 m dall'estradosso.

La dimensione dei pozzetti in corrispondenza delle caditoie e dei punti di nodo è di 80x80 cm e consente l'ispezionabilità e la pulizia della linea.



Figura 2.3 – Schema planimetrico rete di drenaggio lotto B.

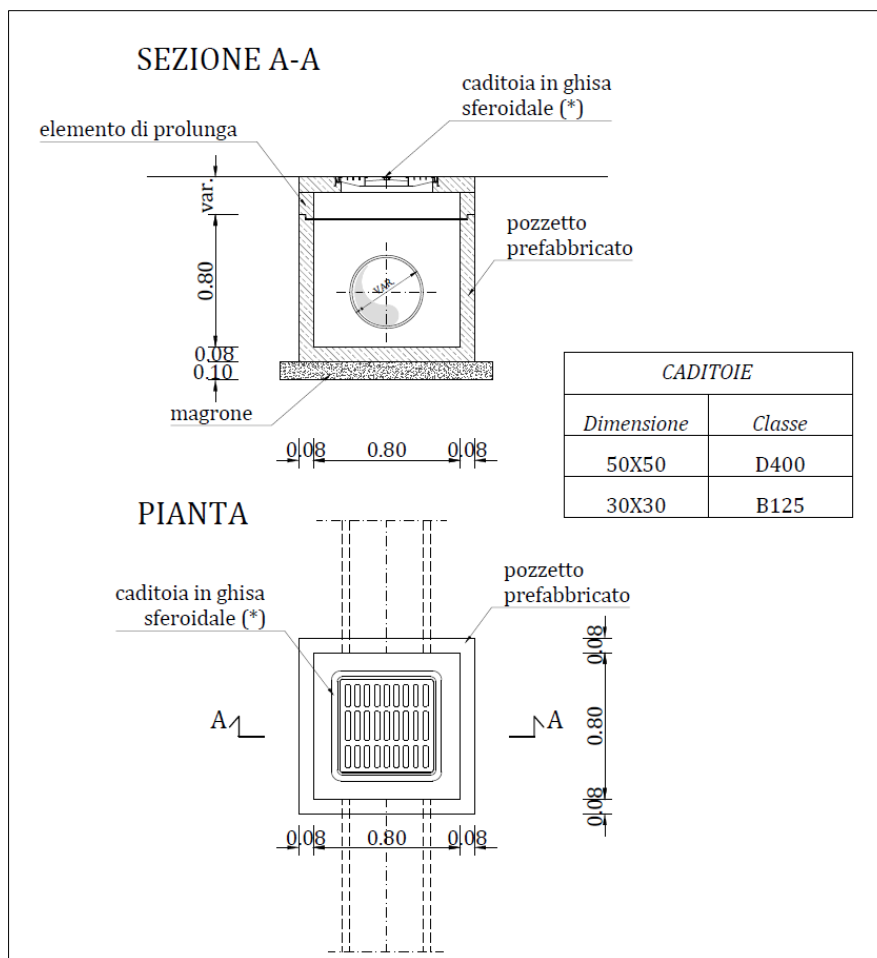


Figura 2.4 – Particolare pozzetto con caditoia.

3. DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO

3.1 PARAMETRI IDROLOGICI

3.1.1 Curve di possibilità pluviometrica

Per quanto riguarda l'analisi pluviometrica di dettaglio si rimanda all'elaborato 2.2 "Studio di compatibilità idraulica", del quale si riprendono le conclusioni.

La rappresentazione di un evento pluviometrico di una certa durata τ viene effettuata mediante una curva, detta *curva segnalatrice di possibilità pluviometrica o climatica*, caratterizzata dalla seguente espressione:

$$h = a \tau^n$$

nella quale h rappresenta l'altezza di precipitazione caduta nell'intervallo di tempo τ ; a ed n sono dei coefficienti determinati statisticamente.

In Tabella 3.I vengono riportati, in funzione del tempo di ritorno, i coefficienti a ed n che definiscono le curve di possibilità pluviometrica per la città di Vicenza e utilizzabili per ottenere l'altezza di pioggia h per una qualsiasi durata dell'evento.

Si noti che il parametro a varia con il tempo di ritorno mentre il parametro esponenziale n resta costante.

Tabella 3.I - Parametri delle curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno.

Tr [anni]	a [mm ore ⁻ⁿ]	n [-]
5	30.03	0.279
10	38.01	0.279
20	45.98	0.279
50	56.53	0.279

Ai fini del dimensionamento delle opere di smaltimento delle acque dei piazzali di parcheggio in progetto è stato considerato un evento meteorico caratterizzato da un tempo di ritorno di 10 anni.

Per la quantificazione della precipitazione avente tempo di ritorno pari a 10 anni, si è partiti, dunque, dall'equazione di possibilità climatica, che assume la seguente espressione:

$$h = 38.01 * \tau^{0.279} \quad (\text{città di Vicenza} - Tr=10)$$

in cui h rappresenta la precipitazione, espressa in millimetri, associata all'evento di durata τ , espressa in ore.

3.1.2 Coefficienti di deflusso

La frazione di precipitazione che viene raccolta dal sistema di drenaggio è individuata da un coefficiente di deflusso ϕ , che esprime il rapporto tra il volume d'acqua afferente ad una sezione di verifica, in un definito intervallo di tempo, ed il volume meteorico precipitato nell'intervallo medesimo.

I tipi di superficie presi in considerazione e i relativi coefficienti di deflusso sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 3.II – Coefficienti di deflusso.

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso
superfici impermeabili (pavimentazione stradale)	0.90
aree a verde	0.20
Superfici semipermeabili (stalli in grigliato di cls drenante)	0.60

Detto φ_i il coefficiente di deflusso relativo alla superficie S_i , il valore medio del coefficiente relativo ad aree caratterizzate da differenti valori φ si ottiene con una media ponderata:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i S_i}{\sum S_i}$$

Nel calcolo del coefficiente di deflusso del piazzale del Lotto A, sono state trascurate le superfici permeabili in quanto le aree verdi, già di modesta entità, in molti casi sono caratterizzate dalla presenza di un sottostante telo impermeabilizzante in HDPE (cfr. elaborato n.5.2). Alle superfici scolanti del Lotto A è stato, pertanto, attribuito un coefficiente di deflusso medio pari a 0.90.

Per quanto riguarda le opere del Lotto B, in corrispondenza degli stalli di sosta è prevista la posa di una pavimentazione drenante in grigliato di calcestruzzo, mentre le corsie di marcia/manovra sono asfaltate. Come risulta dalle valutazioni riportate nell'elaborato 2.2 "Studio di compatibilità idraulica" (cap. 5), al parcheggio del Lotto B è stato attribuito un coefficiente di deflusso medio pari a 0.76.

I valori sopra riportati del coefficiente di deflusso sono relativi a una pioggia avente durata di un'ora. A rigore il coefficiente di deflusso varia con la durata della precipitazione e per le fognature si può assumere la seguente legge a fondamento sperimentale:

$$\varphi = \mu h^{1/3} = \mu a^{1/3} \tau^{n/3}$$

Detto φ_1 il valore che il coefficiente di deflusso assume per una pioggia di durata di un'ora, la precedente espressione si può riscrivere come:

$$\varphi_1 = \mu a^{1/3} \quad \text{cioè} \quad \varphi = \mu h^{1/3} = \varphi_1 \tau^{n/3}$$

L'afflusso alla rete corrisponde al valore φh e si può, pertanto, esprimere come:

$$\varphi h = \varphi a \tau^n = \varphi_1 a \tau^{(4/3)n}$$

ovvero, utilizzando in luogo dell'esponente n della curva di possibilità pluviometrica il valore di $4/3n$, il coefficiente di deflusso può essere trattato come costante e pari a quello relativo alla precipitazione di durata un'ora φ_1 .

Dalle precedenti considerazioni risulta che l'equazione di possibilità climatica del paragrafo precedente è stata modificata per il dimensionamento della rete di drenaggio di progetto nella seguente espressione ($T_r=10$):

$$h = 38.01 * \tau^{0.372}$$

3.2 IL METODO DELL'INVASO

La verifica idraulica delle condotte per lo smaltimento delle acque di piattaforma è stata condotta mediante il metodo dell'invaso a fronte dell'elevata affidabilità e della vasta diffusione di tale approccio semplificato.

Tale metodo tratta il problema del moto vario in maniera semplificata: assegna all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme ed assume come equazione di continuità quella detta "dei serbatoi" per simulare, concettualmente, l'effetto d'invaso.

Tale metodologia sfrutta per il calcolo delle portate le capacità d'invaso della rete.

Le ipotesi alla base del metodo sono stazionarietà e linearità, che comportano l'invarianza nel tempo delle trasformazioni che il bacino compie sugli input (afflussi) e la validità del principio di sovrapposizione degli effetti. In fase di calcolo si ipotizza che il riempimento delle condotte avvenga in modo sincrono e che nessun canale determini fenomeni di rigurgito in tratti di canale a monte. Il metodo si fonda sull'equazione di continuità.

La superficie scolante S sia solcata da un collettore avente sezione d'area A e pendenza i (Figura 3.1); la condizione di continuità si esprime scrivendo:

$$p - Q = \frac{dV}{dt}$$

dove:

$p = \varphi j S$, con $j = a \tau^{n-1}$ intensità di pioggia, assunta costante nella durata τ della precipitazione, e φ coefficiente di deflusso;

dV = variazione di volume invasato (o svasato) a monte della sezione di chiusura;

Q = portata transitante nella sezione di chiusura.

L'integrazione dell'equazione di continuità, con l'aggiunta di un'equazione del moto, fornisce una relazione tra Q e t ed in particolare permette di calcolare il tempo di riempimento t_r del collettore, cioè il tempo necessario per passare da $Q = 0$ a $Q = Q_0$, essendo Q_0 il valore della portata massima che il canale può smaltire.

Sulla base del confronto tra τ e t_r si può fare una verifica delle dimensioni del canale, risultando:

insufficiente se $t_r < \tau$;

corretto se $t_r \geq \tau$.

Se si assume che il fenomeno di trasformazione di piogge in portate possa considerarsi in lenta evoluzione nel tempo e nello spazio, il moto vario può essere descritto da una successione di stati di moto uniforme. L'equazione del moto è data, allora, dalla nota espressione di Gauckler-Strickler:

$$v = K_s R_H^{\frac{2}{3}} \sqrt{i}$$

dove: K_s = coefficiente di attrito di Gauckler-Strickler;
 R_H = raggio idraulico;
 i = pendenza del canale.

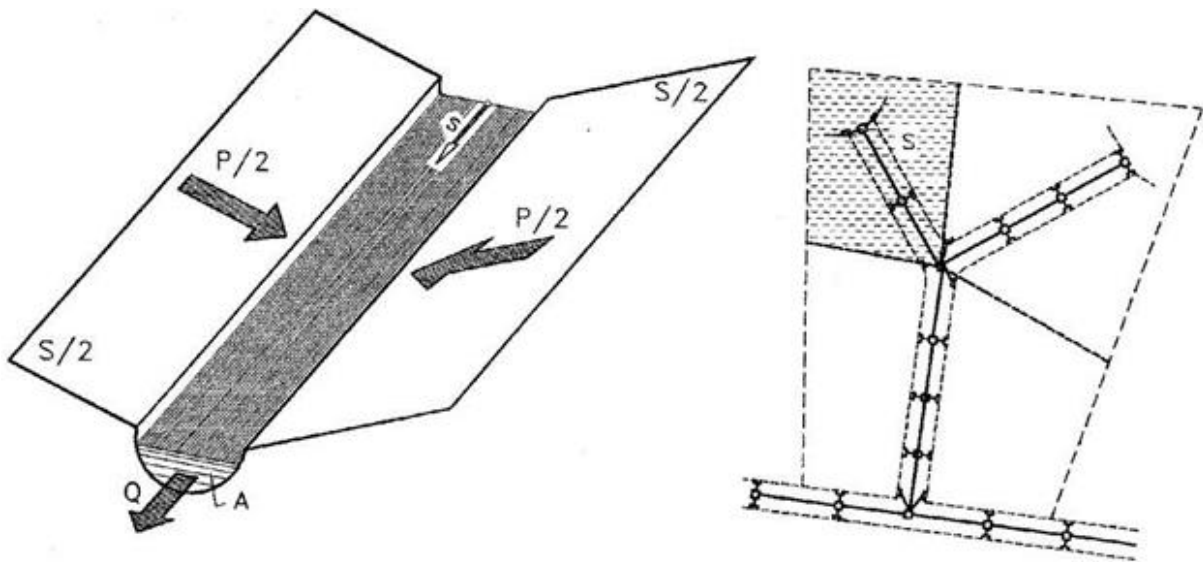


Figura 3.1 - Schema per il calcolo delle portate con il metodo dell'invaso.

Dall'identità $Q = A v$ si ottiene poi la scala delle portate:

$$Q = c A^\alpha$$

Tale equazione insieme con quella di continuità descrive il processo di riempimento e di svuotamento di un serbatoio ideale, controllato da una speciale legge di scarico che trae dal moto uniforme la sua legge di deflusso.

Per poter procedere all'integrazione, occorre esprimere il volume V in funzione della variabile Q . Il problema è trattato assumendo che il volume V sia linearmente legato all'area A della sezione bagnata, come d'altronde impone l'ipotesi del moto uniforme. Si assume cioè, con un certo errore nel confronto con la realtà, che il volume d'invaso sia concentrato unicamente nel collettore e non sulla superficie scolante.

In queste ipotesi, detti V_0 e A_0 rispettivamente il volume massimo e la massima area, si può scrivere:

$$\frac{V}{V_0} = \frac{A}{A_0}$$

Inoltre, dalla scala delle portate ottenuta, si ha:

$$\frac{Q}{Q_0} = \left(\frac{A}{A_0} \right)^\alpha$$

Da cui si ottiene:

$$V = V_0 \left(\frac{Q}{Q_0} \right)^{1/\alpha}$$

Andando ad inserire quest'espressione nell'equazione di continuità si ottiene l'espressione integrabile:

$$dt = \frac{V_0}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \frac{Q^{(1-\alpha)/\alpha}}{p - Q} dQ$$

Nel caso delle sezioni chiuse, situazioni di interesse ai fini del presente calcolo, è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo $\alpha=1.0$ (Figura 3.2).

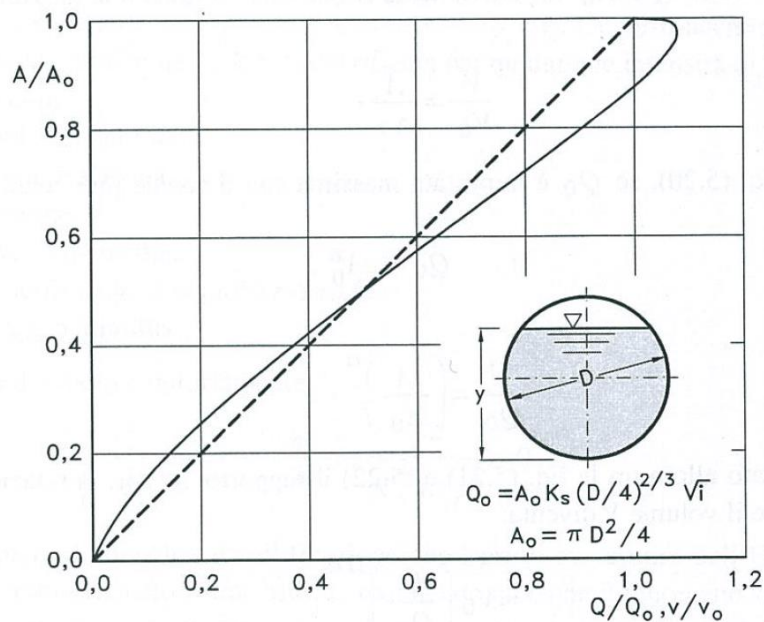


Figura 3.2 - Andamento della portata in funzione della sezione liquida in una condotta.

Quindi l'equazione precedente diventa:

$$dt = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \frac{dQ}{p - Q}$$

Posto p costante, l'equazione integrata nell'intervallo $t_2 - t_1$ dà:

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p - Q_1}{p - Q_2}$$

Per $t_1=0$ e $Q_1=0$, si ha il tempo di riempimento t_r necessario, a partire dalle condizioni di condotta vuota, per raggiungere il valore massimo Q_0 :

$$t_r = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p}{p - Q_2} = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \quad \text{con} \quad \varepsilon = \frac{p}{Q_0}$$

Nota la relazione $h = a \tau^n$, per una prefissata intensità $j = a \tau^{n-1}$, si ha:

$$\varepsilon = \frac{p}{Q_0} = \frac{\varphi j S}{Q_0} = \varphi \frac{S a \tau^{n-1}}{Q_0} \Rightarrow \tau = \left(\frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)}$$

La condizione $t_r = \tau$ dà modo di ottenere:

$$V_0 = Q_0 \left(\frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)} \cdot \left(\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{-1}$$

Ed anche, ricordando che il coefficiente udometrico $u = Q_0 / S$:

$$V_0 = \frac{S}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}} \cdot u \cdot \left(\frac{\varepsilon \cdot u}{\varphi \cdot a} \right)^{1/(n-1)},$$

dalla quale, definito $v_0 = V_0 / S$ come volume specifico si ha:

$$u = \varepsilon^{-1/n} \cdot \left(\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

La condizione $du / d\varepsilon = 0$ consente di calcolare il valore di $e = p / Q_0$ relativo all'evento che sollecita, noto l'esponente n , in maggior misura la rete.

Si ottiene:

$$n = 1 + (\varepsilon - 1) \cdot \ln \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}$$

da cui può dedursi, con un'approssimazione sufficiente nell'intervallo 0.25 - 0.50 dei valori di n , il desiderato valore di e :

$$\varepsilon = 3.94 - 8.21n + 6.23n^2 + \dots$$

Esprimendo v_0 in m^3/ha , S in ha , a in mm/ora^n e u in $l/s ha$ si ha:

$$u = 10^{1/n} \cdot 0.278 \varepsilon^{-1/n} \cdot \left(\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

Raggruppando con la posizione:

$$K_c = \left(\frac{10 \varphi \cdot a}{\varepsilon \cdot 3.6^n} \right)^{1/(1-n)} \cdot \frac{1}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}}$$

le grandezze legate al carattere climatico del luogo (a e n), direttamente e nel parametro ε , e allo stato della superficie scolante (φ), l'equazione diventa:

$$u = \left(\frac{K_c}{v_0} \right)^{(1-n)/n}$$

L'equazione, per l'evidenza accordata al volume specifico v_0 , si presta principalmente allo svolgimento pratico del calcolo.

Per le reti di fognatura, il volume specifico d'invaso v_0 da conteggiarsi per il calcolo della portata massima relativa a una determinata sezione di chiusura è dato dalla somma di due termini:

- volume v_c d'invaso contenuto nell'insieme delle condotte poste a monte della sezione in esame;
- volume dei cosiddetti "piccoli invasi" v_s che rappresenta il velo idrico della superficie scolante, ristagni in avvallamenti del terreno, caditoie, ecc.

Il termine v_c è noto fino alla sezione di monte del tronco di calcolo e viene determinato per affinamenti successivi alla sezione di chiusura; il termine v_s è assunto costante e nel presente progetto si è adottato un valore pari a 40m³/ha.

3.3 VERIFICA DEI COLLETTORI

La verifica delle condotte viene effettuata calcolando le portate massime afferenti ai collettori con il metodo dell'invaso. Ipotizzando che ciascun tratto di collettore sia percorso tutto dalla stessa portata e in condizioni di moto uniforme, la verifica della sezione viene effettuata con la formula di Gauckler – Strickler:

$$Q = A \cdot K_s \cdot R_h^{3/2} \cdot i^{1/2}$$

dove:

Q	è la portata;
A	è la sezione liquida;
K_s	è il coefficiente di Strickler;
R_h	è il raggio idraulico;

i è la pendenza longitudinale.

Fissati un coefficiente di scabrezza K_s ed una pendenza longitudinale i , si è in grado di determinare la combinazione di diametro e grado di riempimento che consento il deflusso di una portata Q pari a quella massima di progetto calcolata con il metodo dell'invaso.

Per le tubazioni in PEAD si è assunto un coefficiente di scabrezza di Strickler $K_s=80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Il criterio utilizzato per la verifica dei diametri di progetto è stato quello di assicurare un grado di riempimento (rapporto tra altezza idrica e diametro della tubazione) massimo del 80%.

Per il dettaglio dei calcoli si rimanda alle tabelle riportate in appendice, dalle quali risultano le dimensioni delle condotte, le pendenze e le quote di posa riassunte in Tabella 3.III per il lotto A e in Tabella 3.IV per il lotto B.

Tabella 3.III – Lotto A. Dati principali dei profili di progetto.

Profilo	Nodo monte	Nodo valle	L	ic	DN	MONTE		VALLE	
						Q _{S.P.}	Q _{P.T.}	Q _{S.P.}	Q _{P.T.}
			m	%	mm	m s.m.m.	m s.m.m.	m s.m.m.	m s.m.m.
A	A13	A12	15.00	0.2%	315	35.36	34.25	35.40	34.22
A	A12	A11	15.00	0.2%	315	35.40	34.22	35.44	34.19
A	A11	A10	7.20	0.2%	315	35.44	34.19	35.47	34.17
A	A10	A9	7.80	0.2%	400	35.47	34.05	35.44	34.03
A	A9	A8	15.00	0.2%	400	35.44	34.03	35.40	34.00
A	A8	A7	6.80	0.2%	400	35.40	34.00	35.38	33.99
A	A7	A6	8.20	0.2%	500	35.38	33.94	35.37	33.92
A	A6	A5	15.00	0.2%	500	35.37	33.92	35.34	33.89
A	A5	A4	3.30	0.2%	500	35.34	33.89	35.33	33.89
A	A4	A3	11.70	0.2%	500	35.33	33.89	35.31	33.86
A	A3	A2	15.00	0.2%	500	35.31	33.86	35.28	33.83
A	A2	A1	7.65	0.4%	500	35.28	33.83	35.34	33.80
B	B4	B3	15.00	0.2%	315	35.33	34.22	35.33	34.19
B	B3	B2	15.00	0.2%	315	35.33	34.19	35.36	34.16
B	B2	B1	15.00	0.2%	315	35.36	34.16	35.41	34.13
B	B1	A10	15.90	0.2%	315	35.41	34.13	35.47	34.09
C	C6	C5	11.20	0.2%	315	35.31	34.20	35.30	34.17
C	C5	C4	15.00	0.2%	315	35.30	34.17	35.35	34.14
C	C4	C3	15.00	0.2%	315	35.35	34.14	35.40	34.11
C	C3	C2	15.00	0.2%	315	35.40	34.11	35.45	34.08
C	C2	C1	15.00	0.2%	400	35.45	34.05	35.41	34.02
C	C1	A7	8.40	0.2%	400	35.41	34.02	35.38	34.00
E	E5	E4	15.00	0.2%	315	35.36	34.25	35.41	34.22
E	E4	E3	15.00	0.2%	315	35.41	34.22	35.46	34.19
E	E3	E2	15.00	0.2%	315	35.46	34.19	35.42	34.16
E	E2	E1	15.00	0.2%	400	35.42	34.07	35.37	34.04
E	E1	A4	12.30	0.2%	400	35.37	34.04	35.33	34.02
F	F8	F7	15.00	0.2%	315	35.32	34.21	35.37	34.18
F	F7	F6	15.00	0.2%	315	35.37	34.18	35.42	34.15
F	F6	F5	15.00	0.2%	315	35.42	34.15	35.47	34.12
F	F5	F4	15.00	0.2%	315	35.47	34.12	35.43	34.09
F	F4	F3	15.00	0.2%	400	35.43	34.05	35.39	34.02
F	F3	F2	15.00	0.2%	400	35.39	34.02	35.34	33.99
F	F2	F1	15.00	0.2%	400	35.34	33.99	35.30	33.96
F	F1	A2	3.40	0.2%	400	35.30	33.96	35.28	33.95
P	P9	P8	20.00	0.2%	315	35.44	34.33	35.38	34.27
P	P8	P7	20.00	0.2%	315	35.38	34.27	35.34	34.23
P	P7	P6	10.00	0.2%	315	35.34	34.23	35.32	34.21
P	P6	P5	10.50	0.2%	315	35.32	34.21	35.30	34.18
P	P5	P4	10.00	0.2%	315	35.30	34.18	35.30	34.16
P	P4	P3	9.80	0.2%	315	35.30	34.16	35.29	34.14
P	P3	P2	11.50	0.2%	315	35.29	33.85	34.95	33.82
P	P2	P1	10.80	0.2%	315	34.95	33.82	34.90	33.80

L: lunghezza della condotta
ic: pendenza della condtta
DN: diametro nominale della condotta
Q_{S.P.}: quota strato superficiale di progetto
Q_{P.T.}: quota posa tubo

Tabella 3.IV – Lotto B. Dati principali dei profili di progetto.

Profilo	Nodo monte	Nodo valle	L	ic	DN	MONTE		VALLE	
						Q _{S.P.}	Q _{P.T.}	Q _{S.P.}	Q _{P.T.}
						m s.m.m.	m s.m.m.	m s.m.m.	m s.m.m.
A	A10	A9	10.00	0.1%	315	35.61	34.32	35.54	34.31
A	A9	A8	15.00	0.1%	315	35.54	34.31	35.49	34.29
A	A8	A7	15.00	0.1%	315	35.49	34.29	35.38	34.28
A	A7	A6	15.00	0.1%	315	35.38	34.28	35.30	34.26
A	A6	A5	15.00	0.2%	315	35.30	34.26	35.26	34.23
A	A5	A4	15.00	0.2%	315	35.26	34.23	35.52	34.20
A	A4	A3	16.00	0.2%	315	35.52	34.20	35.51	34.17
A	A3	A2	16.00	0.2%	400	35.51	34.13	35.52	34.10
A	A2	A1	16.00	0.2%	500	35.52	34.05	35.14	34.02
A	A1	SCARICO	33.00	0.2%	500	35.14	34.02	35.38	33.95
B	B6	B5	15.00	0.1%	315	35.56	34.45	35.50	34.43
B	B5	B4	15.00	0.1%	315	35.50	34.43	35.40	34.42
B	B4	B3	15.00	0.1%	315	35.40	34.42	35.35	34.40
B	B3	B2	15.00	0.1%	315	35.35	34.40	35.30	34.39
B	B2	B1	15.00	0.2%	315	35.30	34.19	35.16	34.16
B	B1	A3	8.80	0.2%	315	35.16	34.16	35.51	34.14
C	C6	C5	15.00	0.1%	315	35.54	34.43	35.48	34.41
C	C5	C4	15.00	0.1%	315	35.48	34.41	35.40	34.40
C	C4	C3	15.00	0.1%	315	35.40	34.40	35.35	34.38
C	C3	C2	15.00	0.1%	315	35.35	34.38	35.27	34.37
C	C2	C1	15.00	0.2%	315	35.31	34.20	35.19	34.17
C	C1	A2	8.80	0.2%	315	35.19	34.17	35.52	34.15
D	D5	D4	15.00	0.2%	315	35.55	34.44	35.47	34.41
D	D4	D3	15.00	0.2%	315	35.47	34.41	35.38	34.38
D	D3	D2	15.00	0.2%	315	35.38	34.38	35.30	34.35
D	D2	D1	15.00	0.2%	315	35.30	34.35	35.28	34.32
D	D1	A1	23.90	0.2%	315	35.31	34.20	35.14	34.15

L: lunghezza della condotta
ic: pendenza della condtta
DN: diametro nominale della condotta
Q_{S.P.}: quota strato superficiale di progetto
Q_{P.T.}: quota posa tubo

Le reti di drenaggio risultanti dai calcoli effettuati sono rappresentate negli elaborati grafici n. 5.3 per il lotto A e n. 6.3 per il lotto B.

4. SISTEMA DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Il progetto della rete di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento della superficie dei piazzali di parcheggio in progetto prevede lo scarico delle stesse in un collettore di acque bianche esistente DN800 mm, il cui recapito finale è rappresentato da un corpo idrico superficiale. Allo scopo di salvaguardare lo stato ambientale del corso d'acqua è, dunque, previsto, a monte dello scarico nella condotta DN800 mm, di una vasca di raccolta e trattamento delle acque di prima per ciascun dei due lotti di intervento.

4.1 RIFERIMENTI NORMATIVI E DEFINIZIONI

La tutela dei corpi idrici dall'inquinamento è disciplinata dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e successive modifiche/integrazioni.

Il D.Lgs. 152/2006 non definisce, tuttavia, le "acque di prima pioggia" e non fornisce per esse alcuna indicazione quantitativa (altezza di precipitazione) demandando alle Regioni la loro disciplina. Ad esse spetta, dunque, il compito di prescrivere i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne siano canalizzate ed opportunamente trattate.

Per quanto riguarda la regione Veneto, le acque di prima pioggia sono disciplinate:

- dalla Deliberazione del Consiglio Regionale N. 107 del 5 novembre 2009, Piano di Tutela delle Acque (PTA) e successive modifiche ed integrazioni;
- dalla Legge Regionale n. 33 del 16 aprile 1985 relativa alle "Norme per la tutela dell'ambiente" e successive modifiche ed integrazioni.

Il PTA, in particolare, all'art. 39 delle norme tecniche di attuazione "Acque meteoriche di dilavamento, acque di prima pioggia e acque di lavaggio" stabilisce che (come 2, lettera e) nel caso di:

parcheggi e piazzali di zone residenziali, commerciali, depositi di mezzi di trasporto pubblico, aree intermodali, nonché altri piazzali o parcheggi, per le parti che possono comportare dilavamento di sostanze pericolose o pregiudizievoli per l'ambiente, come individuate al comma 1, di estensione superiore o uguale a 5000 m², con esclusione di cave, miniere e ogni altra attività che comporti movimenti di terra finalizzati alla realizzazione di opere e manufatti, come i cantieri di costruzione con movimento terra e gli impianti di lavorazione di inerti naturali;
[...]

le acque di prima pioggia devono essere stoccate in un bacino a tenuta e, prima del loro scarico, opportunamente trattate, almeno con sistemi di sedimentazione accelerata o altri sistemi equivalenti per efficacia; se del caso, deve essere previsto anche un trattamento di disoleatura; lo scarico è soggetto al rilascio dell'autorizzazione prevista dall'articolo 113, comma 1, lettera b) del D.Lgs. n. 152/2006 e al rispetto dei limiti di emissione nei corpi idrici superficiali o sul suolo o in fognatura, a seconda dei casi, di cui alle tabelle 3 o 4, a seconda dei casi, dell'allegato 5 alla parte terza del D.Lgs. 152/2006, o dei limiti adottati dal gestore della rete fognaria, tenendo conto di quanto stabilito alla tabella 5 del medesimo allegato 5.

L'accumulo di inquinanti in tempo secco sui piazzali di sosta in progetto, dovuto al transito veicolare, ed il loro lavaggio operato dalla pioggia può raggiungere livelli non trascurabili. In questo caso il trasporto degli inquinanti nei collettori fognari e la loro immissione diretta nel corpo idrico ricettore può essere causa danni all'ambiente, soprattutto se posta in relazione agli obiettivi di qualità dei corpi idrici stabiliti dal citato D. Lgs. n. 152/06.

Le opere di progetto includono, pertanto, per ciascuna area di parcheggio (lotto A e lotto B) una vasca di raccolta, dotata di disoleatore, per l'accumulo e il trattamento delle acque di prima pioggia.

Per la quantificazione delle acque di prima pioggia, si è fatto sempre riferimento al PTA del Veneto che all'art. 39, comma 4, delle NTA stabilisce che:

I volumi da destinare allo stoccaggio delle acque di prima pioggia e di lavaggio devono essere dimensionati in modo da trattenere almeno i primi 5 mm di pioggia distribuiti sul bacino elementare di riferimento. Il rilascio di detti volumi nei corpi recettori, di norma, deve essere attivato nell'ambito delle 48 ore successive all'ultimo evento piovoso. Si considerano eventi di pioggia separati quelli fra i quali intercorre un intervallo temporale di almeno 48 ore. Ai fini del calcolo delle portate e dei volumi di stoccaggio, si dovranno assumere quali coefficienti di afflusso convenzionali il valore 0,9 per le superfici impermeabili ed il valore 0,6 per le superfici semipermeabili.

4.2 DESCRIZIONE E DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI TRATTAMENTO

I deflussi in ingresso al sistema di trattamento vengono dapprima convogliati in un pozzetto scolmatore che separa le acque di prima e seconda pioggia, in modo che queste ultime possano by-passare l'impianto di trattamento.

Le acque di prima pioggia, corrispondenti ai primi 5 mm di precipitazione uniformemente distribuita sulla superficie scolante (cfr. Par. precedente), vengono convogliate in una vasca di accumulo, il cui ingresso è controllato da una valvola di chiusura automatica, che si aziona al raggiungimento del volume di progetto (Figura 4.1).

In base a quanto stabilito dalle NTA del PTA del Veneto, tale volume, deve essere reso nuovamente disponibile all'inizio dell'evento meteorico successivo. Lo svuotamento della vasca, trascorso un tempo di ritenzione sufficiente alla sedimentazione della maggior parte dei solidi sospesi, è affidato ad una pompa di sollevamento, che convoglia le acque nel comparto di disoleatura dotato di filtro a coalescenza.

A valle della vasca, prima del recapito nella rete di acque bianche esistente, è posizionato un pozzetto di campionamento.

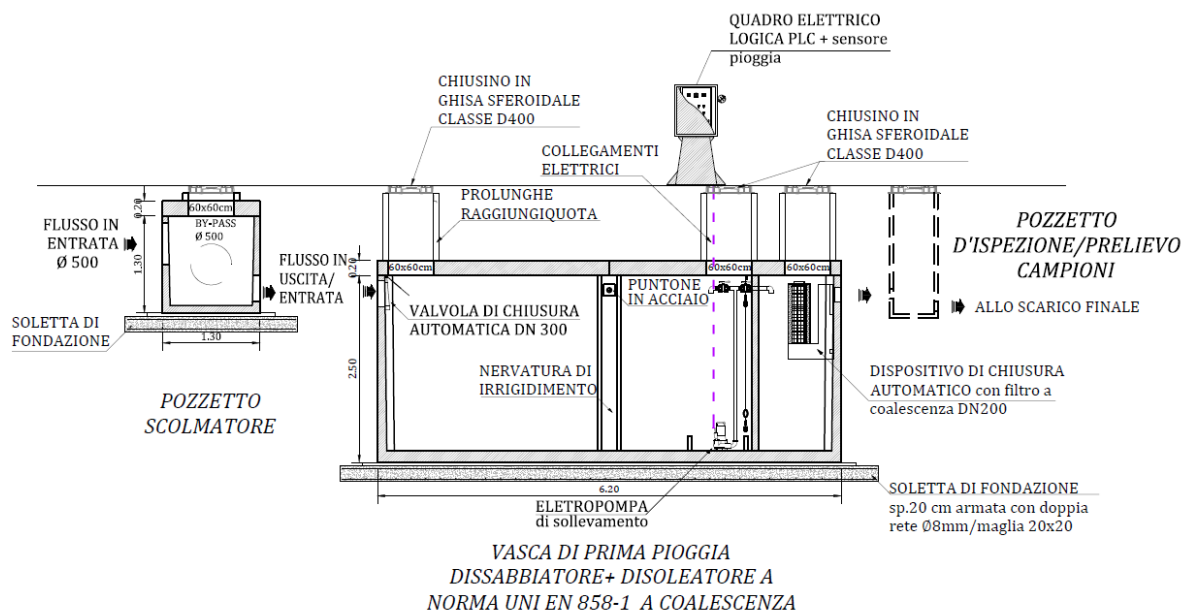


Figura 4.1 – Sezione longitudinale tipo sistema di accumulo e trattamento acque di prima pioggia.

Le vasche di accumulo delle acque di prima pioggia, per ciascuno dei due piazzali di parcheggio, saranno realizzate con moduli prefabbricati a sezione rettangolare in CA.

Il volume delle vasche di prima pioggia, secondo le indicazioni normative (cfr. Par. 4.1), è dato dalla seguente relazione:

$$V_{1^a \text{ pioggia}} = \phi S \times 5/1000 \text{ [m}^3\text{]}$$

nella quale S è la superficie di drenaggio afferente in metri quadri e ϕ è il coefficiente di deflusso. I dati di progetto delle vasche per i due lotti sono riportati in Tabella 4.1.

Per quanto riguarda il lotto A è stata considerata solo una frazione dell'area verde ovvero quella occupata dalla pista ciclabile. La restante area manterrà l'attuale conformazione idrologica e non andrà ad interessare il sistema di drenaggio in progetto. Le aree verdi devono peraltro mantenere il ruolo di aree di accumulo e laminazione come previsto dalle norme di compatibilità idraulica riportate nel PAT.

Per quanto riguarda il lotto B è stata considerata la superficie effettiva del parcheggio escludendo la parte in scarpata in quanto le eventuali acque di scorrimento non possono in alcun modo giungere alle caditoie e sono invece destinate a scorrere verso il piazzale del Teatro.

Tabella 4.1 – Dati di progetto vasche di prima pioggia.

	ϕ	S afferente [m ²]	ϕS	Volume [m ³]
Lotto A	0.90	6'325	5'692	28.5
Lotto B	0.76	5'800	4'408	22.0

In conclusione, il lotto A è stato dotato di una vasca di prima pioggia per una superficie afferente pari a 6000 m², mentre il lotto B è stato dotato di una vasca prefabbricata per una superficie afferente di 4500 m².

APPENDICE A – TABULATI DI CALCOLO

LOTTO A
Calcolo di un collettore di acque meteoriche con METODO DELL'INVASO

DATI SUPERFICIE SCOLANTE		
φ	0.90	Coeff. deflusso superficie scolante
Y/D	0.80	Grado riempimento massimo

E.P.P. - Vicenza RAGGUAGLIATI		
Tr	a'	n'
(anni)	(mm ore-n)	
10	38.01	0.372
PICCOLI INVASI		
vs	40	m³/ha
PARAMETRI METODO INVASO		
ε	1.7480123	
Kc	2458.6426	

Lcond	lunghezza della condotta
S	superficie afferente
φ	coefficiente di deflusso della superficie afferente
ic	pendenza della condotta
DN	diametro nominale della condotta
DI	diametro interno della condotta
Ks	coeff. Gauckler-Strickler condotta
vo	volume specifico d'invaso totale
u	coefficiente udometrico
Q	portata di progetto
Y/D	grado di riempimento della condotta
A	sezione liquida condotta
Vc	volume di invaso della condotta
vc	volume specifico d'invaso
vel	velocità media nella condotta

Tronco		Lcond m	S			φ	ic	DN mm	DI mm	Ks m ^{1/3} /s	vo m³/ha	u l/s,ha	Q m³/s	Y/D	A m²	Vc m³	vc m³/ha	ΣVc m³	vel m/s
da nodo	a nodo		del tronco m²	altri profili m²	totale m²														
A13	A12	15.00	182.90		182.90	0.90	0.200%	315	296	80	56.20	589.18	0.01	0.34	0.02	0.31	16.87	0.31	0.52
A12	A11	15.00	126.63		309.53	0.90	0.200%	315	296	80	62.81	488.32	0.02	0.40	0.03	0.38	12.42	0.69	0.57
A11	A10	7.20	92.60		402.13	0.90	0.200%	315	296	80	62.91	486.98	0.02	0.47	0.03	0.23	5.67	0.92	0.61
A10	A9	7.80	89.66	944.19	1435.98	0.90	0.200%	400	375	80	68.38	423.02	0.06	0.64	0.07	0.58	4.06	1.50	0.81
A9	A8	15.00	94.32		1530.30	0.90	0.200%	400	375	80	73.57	373.94	0.06	0.61	0.07	1.06	6.93	2.57	0.80
A8	A7	6.80	82.46		1612.76	0.90	0.200%	400	375	80	74.89	362.85	0.06	0.62	0.07	0.49	3.04	3.06	0.80
A7	A6	8.20		1381.01	2993.77	0.90	0.200%	500	469	80	75.21	360.24	0.11	0.63	0.11	0.94	3.15	4.00	0.93
A6	A5	15.00	104.53		3098.30	0.90	0.200%	500	469	80	79.27	329.64	0.10	0.60	0.11	1.63	5.25	5.62	0.92
A5	A4	3.30	55.08		3153.38	0.90	0.200%	500	469	80	79.74	326.36	0.10	0.61	0.11	0.36	1.16	5.99	0.92
A4	A3	11.70		1288.05	4441.43	0.90	0.200%	500	469	80	80.09	323.98	0.14	0.79	0.15	1.72	3.86	7.70	0.98
A3	A2	15.00	147.78		4589.21	0.90	0.200%	500	469	80	83.41	302.50	0.14	0.76	0.14	2.12	4.61	9.82	0.97
A2	A1	7.65		1735.79	6325.00	0.90	0.400%	500	469	80	82.23	309.85	0.20	0.76	0.14	1.08	1.71	10.90	1.38

LOTTO A
Calcolo di un collettore di acque meteoriche con METODO DELL'INVASO

DATI SUPERFICIE SCOLANTE		
φ	0.90	Coeff. deflusso superficie scolante
Y/D	0.80	Grado riempimento massimo

E.P.P. - Vicenza		
Tr	a	n
(anni)	(mm ore-n)	
10	38.01	0.372
PICCOLI INVASI		
vs	40	m ³ /ha
PARAMETRI METODO INVASO		
ε	1.7480123	
Kc	2458.6426	

Lcond	lunghezza della condotta
S	superficie afferente
φ	coefficiente di deflusso della superficie afferente
ic	pendenza della condotta
DN	diametro nominale della condotta
DI	diametro interno della condotta
Ks	coeff. Gauckler-Strickler condotta
vo	volume specifico d'invaso totale
u	coefficiente udometrico
Q	portata di progetto
Y/D	grado di riempimento della condotta
A	sezione liquida condotta
Vc	volume di invaso della condotta
vc	volume specifico d'invaso
vel	velocità media nella condotta

Tronco		Lcond	S			φ	ic	DN	DI	Ks	vo	u	Q	Y/D	A	Vc	vc	ΣVc	vel
da nodo	a nodo		del tronco	altri profili	totale														
		m	m ²	m ²	m ²			mm	mm	m ^{1/3} /s	m ³ /ha	l/s,ha	m ³ /s		m ²	m ³	m ³ /ha	m ³	m/s
B4	B3	15.00	216.37		216.37	0.90	0.200%	315	296	80	56.00	592.65	0.01	0.37	0.02	0.35	16.00	0.35	0.55
B3	B2	15.00	237.93		454.30	0.90	0.200%	315	296	80	59.82	530.27	0.02	0.53	0.04	0.55	12.19	0.90	0.65
B2	B1	15.00	277.45		731.75	0.90	0.200%	315	296	80	62.66	490.33	0.04	0.69	0.05	0.76	10.35	1.66	0.70
B1	A10	15.90	212.44		944.19	0.90	0.200%	315	296	80	67.23	435.34	0.04	0.77	0.06	0.90	9.55	2.56	0.72

LOTTO A
Calcolo di un collettore di acque meteoriche con METODO DELL'INVASO

DATI SUPERFICIE SCOLANTE		
φ	0.90	Coeff. deflusso superficie scolante
Y/D	0.80	Grado riempimento massimo

E.P.P. - Vicenza		
Tr	a	n
(anni)	(mm ore-n)	
10	38.01	0.372
PICCOLI INVASI		
vs	40	m ³ /ha
PARAMETRI METODO INVASO		
ε	1.7480123	
Kc	2458.6426	

Lcond	lunghezza della condotta
S	superficie afferente
φ	coefficiente di deflusso della superficie afferente
ic	pendenza della condotta
DN	diametro nominale della condotta
DI	diametro interno della condotta
Ks	coeff. Gauckler-Strickler condotta
vo	volume specifico d'invaso totale
u	coefficiente udometrico
Q	portata di progetto
Y/D	grado di riempimento della condotta
A	sezione liquida condotta
Vc	volume di invaso della condotta
vc	volume specifico d'invaso
vel	velocità media nella condotta

Tronco		Lcond	S			φ	ic	DN	DI	Ks	vo	u	Q	Y/D	A	Vc	vc	ΣVc	vel
da nodo	a nodo		del tronco	altri profili	totale														
		m	m ²	m ²	m ²			mm	mm	m ^{1/3} /s	m ³ /ha	l/s,ha	m ³ /s		m ²	m ³	m ³ /ha	m ³	m/s
C6	C5	11.20	213.20		213.20	0.90	0.200%	315	296	80	52.57	659.42	0.01	0.39	0.02	0.28	13.02	0.28	0.56
C5	C4	15.00	203.90		417.10	0.90	0.200%	315	296	80	59.31	537.96	0.02	0.51	0.04	0.53	12.65	0.81	0.64
C4	C3	15.00	275.72		692.82	0.90	0.200%	315	296	80	62.21	496.33	0.03	0.67	0.05	0.73	10.58	1.54	0.70
C3	C2	15.00	251.28		944.10	0.90	0.200%	315	296	80	65.76	451.94	0.04	0.80	0.06	0.88	9.35	2.42	0.72
C2	C1	15.00	248.31		1192.41	0.90	0.200%	400	375	80	68.33	423.59	0.05	0.56	0.06	0.96	8.02	3.38	0.77
C1	A7	8.40	188.60		1381.01	0.90	0.200%	400	375	81	68.76	419.10	0.06	0.61	0.07	0.59	4.30	3.97	0.81

LOTTO A
Calcolo di un collettore di acque meteoriche con METODO DELL'INVASO

DATI SUPERFICIE SCOLANTE		
φ	0.90	Coeff. deflusso superficie scolante
Y/D	0.80	Grado riempimento massimo

E.P.P. - Vicenza		
Tr	a	n
(anni)	(mm ore-n)	
10	38.01	0.372
PICCOLI INVASI		
vs	40	m ³ /ha
PARAMETRI METODO INVASO		
ε	1.7480123	
Kc	2458.6426	

Lcond	lunghezza della condotta
S	superficie afferente
φ	coefficiente di deflusso della superficie afferente
ic	pendenza della condotta
DN	diametro nominale della condotta
DI	diametro interno della condotta
Ks	coeff. Gauckler-Strickler condotta
vo	volume specifico d'invaso totale
u	coefficiente udometrico
Q	portata di progetto
Y/D	grado di riempimento della condotta
A	sezione liquida condotta
Vc	volume di invaso della condotta
vc	volume specifico d'invaso
vel	velocità media nella condotta

Tronco		Lcond	S			φ	ic	DN	DI	Ks	vo	u	Q	Y/D	A	Vc	vc	ΣVc	vel
da nodo	a nodo		del tronco	altri profili	totale														
		m	m ²	m ²	m ²			mm	mm	m ^{1/3} /s	m ³ /ha	l/s,ha	m ³ /s		m ²	m ³	m ³ /ha	m ³	m/s
E5	E4	15.00	270.16		270.16	0.90	0.200%	315	296	80	55.19	607.51	0.02	0.42	0.03	0.41	15.19	0.41	0.58
E4	E3	15.00	251.28		521.44	0.90	0.200%	315	296	80	59.74	531.39	0.03	0.58	0.04	0.62	11.87	1.03	0.67
E3	E2	15.00	251.28		772.72	0.90	0.200%	315	296	80	63.44	480.19	0.04	0.71	0.05	0.78	10.12	1.81	0.71
E2	E1	15.00	251.28		1024.00	0.90	0.200%	400	375	80	66.41	444.44	0.05	0.53	0.06	0.89	8.73	2.70	0.76
E1	A4	12.30	264.05		1288.05	0.90	0.200%	400	375	80	67.62	431.13	0.06	0.60	0.07	0.85	6.62	3.56	0.79

LOTTO A
Calcolo di un collettore di acque meteoriche con METODO DELL'INVASO

DATI SUPERFICIE SCOLANTE		
φ	0.90	Coeff. deflusso superficie scolante
Y/D	0.80	Grado riempimento massimo

E.P.P. - Vicenza		
Tr	a	n
(anni)	(mm ore-n)	
10	38.01	0.372
PICCOLI INVASI		
vs	40	m ³ /ha
PARAMETRI METODO INVASO		
ε	1.7480123	
Kc	2458.6426	

Lcond	lunghezza della condotta
S	superficie afferente
φ	coefficiente di deflusso della superficie afferente
ic	pendenza della condotta
DN	diametro nominale della condotta
DI	diametro interno della condotta
Ks	coeff. Gauckler-Strickler condotta
vo	volume specifico d'invaso totale
u	coefficiente udometrico
Q	portata di progetto
Y/D	grado di riempimento della condotta
A	sezione liquida condotta
Vc	volume di invaso della condotta
vc	volume specifico d'invaso
vel	velocità media nella condotta

Tronco		Lcond	S			φ	ic	DN	DI	Ks	vo	u	Q	Y/D	A	Vc	vc	ΣVc	vel
da nodo	a nodo		del tronco	altri profili	totale														
		m	m ²	m ²	m ²			mm	mm	m ^{1/3} /s	m ³ /ha	l/s,ha	m ³ /s		m ²	m ³	m ³ /ha	m ³	m/s
F8	F7	15.00	210.29		210.29	0.90	0.200%	315	296	80	55.87	595.11	0.01	0.36	0.02	0.33	15.87	0.33	0.54
F7	F6	15.00	237.52		447.81	0.90	0.200%	315	296	80	59.82	530.19	0.02	0.52	0.04	0.54	12.08	0.87	0.64
F6	F5	15.00	229.61		677.42	0.90	0.200%	315	296	80	63.18	483.48	0.03	0.65	0.05	0.71	10.46	1.58	0.69
F5	F4	15.00	231.21		908.63	0.90	0.200%	315	296	80	66.66	441.66	0.04	0.76	0.06	0.84	9.24	2.42	0.72
F4	F3	15.00	230.83		1139.46	0.90	0.200%	400	375	80	69.28	413.77	0.05	0.54	0.06	0.91	8.03	3.34	0.76
F3	F2	15.00	230.55		1370.01	0.90	0.200%	400	375	80	71.80	389.63	0.05	0.58	0.07	1.00	7.29	4.34	0.78
F2	F1	15.00	215.69		1585.70	0.90	0.200%	400	375	80	74.16	368.90	0.06	0.62	0.07	1.08	6.82	5.42	0.80
F1	A2	3.40	150.09		1735.79	0.90	0.200%	400	375	80	72.78	380.82	0.07	0.68	0.08	0.27	1.57	5.69	0.82

LOTTO A
Calcolo di un collettore di acque meteoriche con METODO DELL'INVASO

DATI SUPERFICIE SCOLANTE		
φ	0.90	Coeff. deflusso superficie scolante
Y/D	0.80	Grado riempimento massimo

E.P.P. - Vicenza		
Tr	a	n
(anni)	(mm ore-n)	
10	38.01	0.372
PICCOLI INVASI		
vs	40	m ³ /ha
PARAMETRI METODO INVASO		
ε	1.7480123	
Kc	2458.6426	

Lcond	lunghezza della condotta
S	superficie afferente
φ	coefficiente di deflusso della superficie afferente
ic	pendenza della condotta
DN	diametro nominale della condotta
DI	diametro interno della condotta
Ks	coeff. Gauckler-Strickler condotta
vo	volume specifico d'invaso totale
u	coefficiente udometrico
Q	portata di progetto
Y/D	grado di riempimento della condotta
A	sezione liquida condotta
Vc	volume di invaso della condotta
vc	volume specifico d'invaso
vel	velocità media nella condotta

Tronco		Lcond	S			φ	ic	DN	DI	Ks	vo	u	Q	Y/D	A	Vc	vc	ΣVc	vel
da nodo	a nodo		del tronco	altri profili	totale														
		m	m ²	m ²	m ²			mm	mm	m ^{1/3} /s	m ³ /ha	l/s,ha	m ³ /s		m ²	m ³	m ³ /ha	m ³	m/s
P9	P8	20.00	76.72		76.72	0.90	0.200%	315	296	80	63.67	477.26	0.00	0.19	0.01	0.18	23.67	0.18	0.38
P8	P7	20.00	80.39		157.11	0.90	0.200%	315	296	80	69.61	410.55	0.01	0.26	0.01	0.28	18.05	0.47	0.45
P7	P6	10.00	59.88		216.99	0.90	0.200%	315	296	80	69.42	412.45	0.01	0.30	0.02	0.17	7.98	0.64	0.49
P6	P5	10.50	59.59		276.58	0.90	0.200%	315	296	80	70.89	398.08	0.01	0.34	0.02	0.22	7.81	0.85	0.52
P5	P4	10.00	115.45		392.03	0.90	0.200%	315	296	80	68.77	419.01	0.02	0.42	0.03	0.27	6.98	1.13	0.58
P4	P3	9.80	113.14		505.17	0.90	0.200%	315	296	80	68.81	418.57	0.02	0.49	0.03	0.33	6.49	1.46	0.62
P3	P2	11.50			505.17	0.90	0.200%	315	296	80	75.63	356.86	0.02	0.45	0.03	0.34	6.82	1.80	0.60
P2	P1	10.80	116.13		621.30	0.90	0.200%	315	296	80	75.09	361.23	0.02	0.51	0.04	0.38	6.12	2.18	0.64

LOTTO B
Calcolo di un collettore di acque meteoriche con METODO DELL'INVASO

DATI SUPERFICIE SCOLANTE		
φ	0.76	Coeff. deflusso superficie scolante
Y/D	0.80	Grado riempimento massimo

E.P.P. - Vicenza		
Tr	a	n
(anni)	(mm ore-n)	
10	38.01	0.372

PICCOLI INVASI		
vs	40	m³/ha
PARAMETRI METODO INVASO		
ε	1.7480123	
Kc	1878.3235	

Lcond	lunghezza della condotta
S	superficie afferente
φ	coefficiente di deflusso della superficie afferente
ic	pendenza della condotta
DN	diametro nominale della condotta
DI	diametro interno della condotta
Ks	coeff. Gauckler-Strickler condotta
vo	volume specifico d'invaso totale
u	coefficiente udometrico
Q	portata di progetto
Y/D	grado di riempimento della condotta
A	sezione liquida condotta
Vc	volume di invaso della condotta
vc	volume specifico d'invaso
vel	velocità media nella condotta

Tronco		Lcond	S			φ	ic	DN	Diametr o interno	Diametro interno	Ks	vo	u	Q	Y/D	A	Vc	vc	ΣVc	vel
da nodo	a nodo		del tronco m²	altri profili m²	totale m²															
		m	m²	m²	m²		condotta	mm	mm	m	m ^{1/3} /s	m³/ha	l/s,ha	m³/s		m²	m³	m³/ha	m³	m/s
A10	A9	10.00	195.97		195.97	0.76	0.100%	315	296	0.296	80	51.35	435.51	0.01	0.36	0.02	0.22	11.35	0.22	0.38
A9	A8	15.00	199.05		395.02	0.76	0.100%	315	296	0.296	80	57.67	358.06	0.01	0.47	0.03	0.48	12.04	0.70	0.43
A8	A7	15.00	238.72		633.74	0.76	0.100%	315	296	0.296	80	60.98	325.79	0.02	0.60	0.04	0.64	10.18	1.34	0.48
A7	A6	15.00	239.48		873.22	0.76	0.100%	315	296	0.296	80	64.33	297.71	0.03	0.70	0.05	0.77	8.81	2.11	0.50
A6	A5	15.00	235.83		1109.05	0.76	0.200%	315	296	0.296	80	65.32	290.12	0.03	0.64	0.05	0.70	6.27	2.81	0.69
A5	A4	15.00	161.30		1270.35	0.76	0.200%	315	296	0.296	80	67.88	271.91	0.03	0.67	0.05	0.73	5.77	3.54	0.70
A4	A3	16.00			1270.35	0.76	0.200%	315	296	0.296	80	73.40	238.27	0.03	0.61	0.04	0.70	5.52	4.24	0.68
A3	A2	16.00		1408.36	2678.71	0.76	0.200%	400	375	0.375	80	73.37	238.43	0.06	0.66	0.08	1.24	4.63	5.48	0.82
A2	A1	16.00		1193.01	3871.72	0.76	0.200%	500	469	0.469	80	76.31	223.13	0.09	0.54	0.10	1.53	3.94	7.01	0.88
A1	SCARICO	33.00		1317.68	5189.40	0.76	0.200%	500	469	0.469	80	80.71	202.98	0.11	0.62	0.11	3.72	7.17	10.73	0.93

LOTTO B

Calcolo di un collettore di acque meteoriche con METODO DELL'INVASO

DATI SUPERFICIE SCOLANTE		
φ	0.76	Coeff. deflusso superficie scolante
Y/D	0.80	Grado riempimento massimo

E.P.P. - Vicenza		
Tr	a	n
(anni)	(mm ore-n)	
10	38.01	0.372

PICCOLI INVASI		
vs	40	m³/ha

PARAMETRI METODO INVASO		
ε	1.7480123	
Kc	1878.3235	

Lcond	lunghezza della condotta
S	superficie afferente
φ	coefficiente di deflusso della superficie afferente
ic	pendenza della condotta
DN	diametro nominale della condotta
DI	diametro interno della condotta
Ks	coeff. Gauckler-Strickler condotta
vo	volume specifico d'invaso totale
u	coefficiente udometrico
Q	portata di progetto
Y/D	grado di riempimento della condotta
A	sezione liquida condotta
Vc	volume di invaso della condotta
vc	volume specifico d'invaso
vel	velocità media nella condotta

Tronco		Lcond	S			φ	ic	DN	Diametr o interno	Diametro interno	Ks	vo	u	Q	Y/D	A	Vc	vc	ΣVc	vel
da nodo	a nodo		del tronco	altri profili	totale															
		m	m²	m²	m²		condotta	mm	mm	m	m ^{1/3} /s	m³/ha	l/s,ha	m³/s		m²	m³	m³/ha	m³	m/s
B6	B5	15.00	195.47		195.47	0.76	0.100%	315	296	0.296	80	55.16	385.99	0.01	0.33	0.02	0.30	15.16	0.30	0.36
B5	B4	15.00	239.07		434.54	0.76	0.100%	315	296	0.296	80	58.36	350.89	0.02	0.49	0.03	0.50	11.54	0.80	0.44
B4	B3	15.00	239.07		673.61	0.76	0.100%	315	296	0.296	80	61.61	320.23	0.02	0.61	0.04	0.66	9.76	1.46	0.48
B3	B2	15.00	239.07		912.68	0.76	0.100%	315	296	0.296	80	64.64	295.27	0.03	0.72	0.05	0.79	8.69	2.25	0.50
B2	B1	15.00	239.07		1151.75	0.76	0.200%	315	296	0.296	80	65.68	287.46	0.03	0.65	0.05	0.71	6.15	2.96	0.69
B1	A3	8.80	256.61		1408.36	0.76	0.200%	315	296	0.296	81	64.54	296.05	0.04	0.77	0.06	0.50	3.54	3.46	0.73

LOTTO B
Calcolo di un collettore di acque meteoriche con METODO DELL'INVASO

DATI SUPERFICIE SCOLANTE		
φ	0.76	Coeff. deflusso superficie scolante
Y/D	0.80	Grado riempimento massimo

E.P.P. - Vicenza		
Tr (anni)	a (mm ore-n)	n
10	38.01	0.372

PICCOLI INVASI		
vs	40	m³/ha
PARAMETRI METODO INVASO		
ε	1.7480123	
Kc	1878.3235	

Lcond	lunghezza della condotta
S	superficie afferente
φ	coefficiente di deflusso della superficie afferente
ic	pendenza della condotta
DN	diametro nominale della condotta
DI	diametro interno della condotta
Ks	coeff. Gauckler-Strickler condotta
vo	volume specifico d'invaso totale
u	coefficiente udometrico
Q	portata di progetto
Y/D	grado di riempimento della condotta
A	sezione liquida condotta
Vc	volume di invaso della condotta
vc	volume specifico d'invaso
vel	velocità media nella condotta

Tronco		Lcond	S			φ	ic	DN	Diametr o interno	Diametro interno	Ks	vo	u	Q	Y/D	A	Vc	vc	ΣVc	vel
da nodo	a nodo		del tronco	altri profili	totale															
		m	m²	m²	m²		condotta	mm	mm	m	m ^{1/3} /s	m³/ha	l/s,ha	m³/s		m²	m³	m³/ha	m³	m/s
C6	C5	15.00	234.94		234.94	0.76	0.100%	315	296	0.296	80	54.74	390.98	0.01	0.37	0.02	0.35	14.74	0.35	0.39
C5	C4	15.00	239.05		473.99	0.76	0.100%	315	296	0.296	80	58.72	347.30	0.02	0.52	0.04	0.54	11.41	0.89	0.45
C4	C3	15.00	239.05		713.04	0.76	0.100%	315	296	0.296	80	62.02	316.63	0.02	0.63	0.05	0.68	9.58	1.57	0.49
C3	C2	15.00	239.05		952.09	0.76	0.100%	315	296	0.296	80	65.07	291.99	0.03	0.74	0.05	0.82	8.58	2.39	0.50
C2	C1	15.00	240.92		1193.01	0.76	0.200%	315	296	0.296	80	66.05	284.72	0.03	0.66	0.05	0.72	6.04	3.11	0.70
C1	A2	8.80	212.63		1405.64	0.76	0.200%	315	296	0.296	81	65.57	288.28	0.04	0.75	0.06	0.49	3.46	3.59	0.72

LOTTO B

Calcolo di un collettore di acque meteoriche con METODO DELL'INVASO

DATI SUPERFICIE SCOLANTE		
φ	0.76	Coeff. deflusso superficie scolante
Y/D	0.80	Grado riempimento massimo

E.P.P. - Vicenza		
Tr (anni)	a (mm ore-n)	n
10	38.01	0.372

PICCOLI INVASI		
vs	40	m³/ha
PARAMETRI METODO INVASO		
ε	1.7480123	
Kc	1878.3235	

Lcond	lunghezza della condotta
S	superficie afferente
φ	coefficiente di deflusso della superficie afferente
ic	pendenza della condotta
DN	diametro nominale della condotta
DI	diametro interno della condotta
Ks	coeff. Gauckler-Strickler condotta
vo	volume specifico d'invaso totale
u	coefficiente udometrico
Q	portata di progetto
Y/D	grado di riempimento della condotta
A	sezione liquida condotta
Vc	volume di invasore della condotta
vc	volume specifico d'invasore
vel	velocità media nella condotta

Tronco		Lcond	S			φ	ic	DN	Diametro interno	Diametro interno	Ks	vo	u	Q	Y/D	A	Vc	vc	ΣVc	vel
da nodo	a nodo		del tronco m²	altri profili m²	totale m²															
		m	m²	m²	m²			mm	mm	m	m ^{1/3} /s	m³/ha	l/s,ha	m³/s		m²	m³	m³/ha	m³	m/s
D5	D4	15.00	271.38		271.38	0.76	0.200%	315	296	0.296	80	51.83	428.70	0.01	0.35	0.02	0.32	11.83	0.32	0.53
D4	D3	15.00	242.89		514.27	0.76	0.200%	315	296	0.296	80	55.49	382.10	0.02	0.47	0.03	0.48	9.24	0.80	0.61
D3	D2	15.00	241.26		755.53	0.76	0.200%	315	296	0.296	80	58.39	350.56	0.03	0.56	0.04	0.59	7.85	1.39	0.66
D2	D1	15.00	239.63		995.16	0.76	0.200%	315	296	0.296	80	60.96	326.04	0.03	0.64	0.05	0.70	6.99	2.09	0.69
D1	A1	23.90	322.52		1317.68	0.76	0.200%	315	296	0.296	80	65.42	289.36	0.04	0.72	0.05	1.26	9.59	3.35	0.71