

**AUTOSTRADA (A14): BOLOGNA - BARI -TARANTO
TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE - BOLOGNA SAN LAZZARO**

**POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA
AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA
"PASSANTE DI BOLOGNA"
PROGETTO ESECUTIVO**


VIABILITA' INTERFERITE

**PARTE GENERALE
DRENAGGIO DI PIATTAFORMA**

Relazione idraulica viabilità interferite

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Ing. Paolo De Paoli Ord. Ingg. Pavia N. 1739 Responsabile Idraulica	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Gianluca Salvatore Spinazzola Ord. Ingg. Milano N. A26796 T.A. - Strade
--	---	---

CODICE IDENTIFICATIVO											ORDINATORE
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	-
111465	0001	PE	IN	I00	DP000	00000	R	IDR	1745	0	SCALA -

	ENGINEER COORDINATOR:				SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068								n.	data
									0	DICEMBRE 2021
									1	-
									2	-
REDATTO:				VERIFICATO:				3	-	
								4	-	

VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Fabio Visintin	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibili <small>DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE E I SISTEMI INFORMATIVI</small>
--	--

Sommario

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	4
2.1	NORMATIVA NAZIONALE.....	4
2.2	NORMATIVA REGIONALE	7
3	TIPOLOGIA DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	10
4	NUOVI PARCHEGGI IN PROGETTO	11
5	IDROLOGIA.....	12
6	SISTEMA DI DRENAGGIO	16
6.1	SCHEMA GENERALE DI DRENAGGIO.....	16
6.2	METODOLOGIA PROGETTUALE DI DIMENSIONAMENTO	16
6.2.1	<i>Dimensionamento elementi di raccolta.....</i>	<i>16</i>
6.2.2	<i>Dimensionamento degli elementi di convogliamento</i>	<i>18</i>
6.2.3	<i>Dimensionamento di vasche e sistemi di laminazione</i>	<i>19</i>
6.2.4	<i>Dimensionamento degli impianti di sollevamento</i>	<i>21</i>
6.3	ELEMENTI DI RACCOLTA.....	23
6.3.1	<i>Caditoia grigliata</i>	<i>23</i>
6.3.2	<i>Canaletta Continua in PEAD</i>	<i>27</i>
6.4	ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO	29
6.4.1	<i>Collettori circolari in PEAD e PP.....</i>	<i>29</i>
6.5	STAZIONI DI SOLLEVAMENTO	31
6.5.1	<i>Stazione di sollevamento Ferrarese.....</i>	<i>31</i>
6.5.2	<i>Stazione di sollevamento Caselle.....</i>	<i>32</i>
6.5.3	<i>Stazioni di sollevamento dei sistemi di laminazione IN52 Riqualifica Via san Donato ...</i>	<i>34</i>
6.6	INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA	34
6.6.1	<i>Schema di drenaggio.....</i>	<i>34</i>
6.7	SISTEMI DI LAMINAZIONE DEI PARCHEGGI	37
6.8	VASCHE DI LAMINAZIONE IN52 RIQUALIFICA VIA SAN DONATO.....	38
6.9	SP001 – SOTTOPASSO CICLOPEDONALE	38
6.9.1	<i>Dimensionamento collettori</i>	<i>39</i>
6.9.2	<i>Dimensionamento vano pompe e impianto di sollevamento.....</i>	<i>39</i>

APPENDICE A: VERIFICHE IDRAULICHE 43

1 Premessa

La presente relazione idrologica ed idraulica è parte integrante del progetto esecutivo di Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna tra Borgo Panigale e San Lazzaro ai lati dell'Autostrada A14 Bologna–Bari–Taranto, comunemente denominata “Adriatica”.

L'intervento in oggetto parte dalla progressiva 8+750.00 in corrispondenza dello svincolo esistente in cui l'Autostrada viene affiancata dalla tangenziale di Bologna, sino alla progressiva 21+650.00 termine del presente lotto.

Il progetto prevede l'allargamento delle tangenziali esterne in modo da recuperare una corsia per l'A14 (corsia di emergenza in entrambi i sensi di marcia trasformando la terza dinamica in corsia normale) e una corsia di emergenza anche per la tangenziale per un totale di 2+2 corsie in più.

La presente relazione riguarda unicamente il progetto e l'adeguamento del sistema di drenaggio della viabilità secondaria interferita dall'opera e dei nuovi parcheggi in progetto. Di seguito si riporta un elenco delle viabilità interferite e dei parcheggi:

A2	U51	RO012 - ADEGUAMENTO ROT. VIA MALOSSI
IN	I01	RIQUALIFICA VIA DEL TRIUMVIRATO - 9+201
IN	I02	RIQUALIFICA VIA ZANARDI - 10+814
IN	I05	RIQUALIFICA VIA DELL'ARCOVEGGIO - 13+470
IN	I05	RO017 - NUOVA ROT. V. GIURIOLO V. ARCOVEGGIO
IN	I06	RIQUALIFICA VIA DI CORTICELLA - 13+807
IN	I07	RIQUALIFICA VIA FERRARESE - 14+701
IN	I08	RIQUALIFICA VIA ZAMBELLINI (SS64) - 15+004
IN	I09	RIQUALIFICA VIA ZAMBECCARI - 15+227
IN	I10	RIQUALIFICA VIALE EUROPA 16+427
IN	I13	RIQUALIFICA VIA RIVANI - 19+341
IN	I14	RIQUALIFICA VIA DUE MADONNE - 19+822
IN	I17	RIQUAL. VIA ACC. SITO COGENERAZIONE - 21+310
IN	I18	RIQUALIFICA VIA CASELLE - 21+785
IN	I30	DEVIAZIONE VIA ZANARDI
IN	I31	DEVIAZIONE VIA ZAMBECCARI
IN	I46	RIQUALIFICA INTERSEZIONI VIA MATTEI
IN	I50	RIQUALIFICA VIA BENAZZA
IN	I51	RIQUALIFICA VIA COLOMBO
IN	I52	RIQUALIFICA VIA SAN DONATO
IN	I53	RIQUALIFICA VIA DEL TERRAPIENO
IN	SA008	PARCHEGGIO SAN DONNINO
IN	SA0012	PARCHEGGIO SCAMBIATORE SAN LAZZARO
IN	I51	SP001 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE FERROVIA BO-PD

Tabella 1-1: Elenco viabilità oggetto della presente relazione

2 Inquadramento normativo

In questo capitolo vengono descritti i principali riferimenti normativi e gli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale, regionale e provinciale, al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico-idraulico e ambientale, in modo da verificare la compatibilità degli interventi di ampliamento della sede autostradale previsti con le prescrizioni dei suddetti strumenti di legge.

2.1 Normativa Nazionale

Di seguito vengono riportate le principali leggi nazionali in materia ambientale e di difesa del suolo:

- RD 25/07/1904 n° 523 “Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie”.
- Regio Decreto Legislativo 30/12/1923, n° 3267 “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani”. La legge introduce il vincolo idrogeologico.
- DPR 15/01/1972 n° 8 “Trasferimento alle Regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materia di urbanistica e di viabilità, acquedotti e lavori pubblici di interesse regionale e dei relativi personali ed uffici”.
- L. 64/74 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- L. 319/76 (Legge Merli) “Norme per la tutela delle acque dall’inquinamento”. La legge sancisce l’obbligo per le Regioni di elaborare il Piano di risanamento delle acque.
- DPR 24/7/1977 n° 616 “Trasferimento delle funzioni statali alle Regioni”.
- L. 431/85 (Legge Galasso) “Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale”.
- L. 183/89 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”. Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi (art. 1 comma 1). Vengono inoltre individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione (art. 3); vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo (art. 6) e l’Autorità di Bacino (art. 12). Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo

nazionale, interregionale e regionale (artt. 13, 14, 15, 16) e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino (artt. 17, 18, 19).

- L. 142/90 “Ordinamento delle autonomie locali”.
- DL 04-12-1993 n° 496 “Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente”. (Convertito con modificazioni dalla L. 61/94).
- L. 36/94 (Legge Galli) “Disposizioni in materia di risorse idriche”.
- DPR 14/4/94 “Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale, di cui alla legge 18 maggio 1989, N. 183.
- DPR 18/7/95 “Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei Piani di Bacino”.
- DPCM 4/3/96 “Disposizioni in materia di risorse idriche” (direttive di attuazione della Legge Galli).
- Decreto Legislativo 31/3/1998, n° 112 “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59”
- DPCM 29/9/98 “Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1989, N. 180”. Il decreto indica i criteri di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (punto 2) e gli indirizzi per la definizione delle norme di salvaguardia (punto 3).
- L. 267/98 (Legge Sarno) “Conversione in legge del DL 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania”. La legge impone alle Autorità di Bacino nazionali e interregionali la redazione dei Piani Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio (art. 1).
- DL 152/99 “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”.
- DL 258/00 “Disposizioni correttive e integrative del DL 152/99”.

- L. 365/00 (Legge Soverato) “Conversione in legge del DL 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della Regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000”. La legge individua gli interventi per le aree a rischio idrogeologico e in materia di protezione civile (art. 1); individua la procedura per l’adozione dei progetti di Piano Stralcio (art. 1-bis); prevede un’attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio (art. 2).
- DLgs 152/2006. Ha riorganizzato le Autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. Tale Decreto legislativo disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall’inquinamento e la gestione delle risorse idriche. Istituisce i distretti idrografici nei quali sarà istituita l’Autorità di bacino distrettuale, che va a sostituire la o le Autorità di Bacino previste dalla legge n. 183/1989. In forza del recente d.lgs 8 novembre 2006, n. 284, nelle more della costituzione dei distretti idrografici di cui al Titolo II della Parte terza del d.lgs. 152/2006 e della revisione della relativa disciplina legislativa con un decreto legislativo correttivo, le Autorità di Bacino di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183, sono prorogate fino alla data di entrata in vigore del decreto correttivo che, ai sensi dell’articolo 1, comma 6, della legge n. 308 del 2004, definisca la relativa disciplina. Fino alla data di entrata in vigore del decreto legislativo correttivo di cui al comma 2-bis dell’articolo 170 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, come inserito dal comma 3, sono fatti salvi gli atti posti in essere dalle Autorità di Bacino dal 30 aprile 2006. Inoltre l’articolo 113 del medesimo Decreto legislativo, stabilisce, in materia di controllo dell’inquinamento prodotto dal dilavamento delle acque meteoriche, che “..le regioni disciplinano:..b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque di dilavamento ...siano sottoposte a particolari prescrizioni..”, art. 113 comma 1, e che “... i casi in cui può essere richiesto.. siano convogliate e opportunamente trattate ... in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose ...”, art. 113 comma 3.
- DM 14/01/2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni". Il decreto si compone di due articoli e precisamente dell’articolo 1 con cui viene approvato il testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni ad eccezione delle tabelle 4.4.III e 4.4.IV e del Capitolo 11.7. Le nuove norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 settembre 2005. Nel paragrafo 5.1.7.4, denominato “Smaltimento dei liquidi provenienti dall’impalcato”, si prescrive che: “... il progetto del ponte deve essere corredato dallo schema delle opere di convogliamento e di scarico. Per opere di particolare importanza, o per la natura dell’opera

stessa o per la natura dell'ambiente circostante, si deve prevedere la realizzazione di un apposito impianto di depurazione e/o decantazione.”

Successivamente con il DM 06/05/2008 "Integrazioni al decreto 14 gennaio 2008" sono stati approvati il capitolo 11.7 e le tabelle 4.4.III e 4.4.IV del testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni allegate al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

- Decreto n. 131 del 16/06/2008. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto. (GU n. 187 del 11/08/2008 - Suppl. Ordinario n. 189).
- Decreto n. 56 del 14/04/2009. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo" (GU n.124 del 30/05/2009 - Suppl. Ordinario n. 83).

2.2 Normativa Regionale

I principali riferimenti normativi di scala regionale che sono stati considerati per la progettazione sono:

- LR 9/83 "Redazione del piano territoriale regionale per la tutela ed il risanamento delle acque. "La regione Emilia-Romagna, ai sensi dell'art. 8 della legge 10 maggio 1976, n. 319, si dota di un piano territoriale di risanamento e tutela delle acque articolato per bacini idrografici ed incentrato sugli obiettivi di qualità per ciascun corpo idrico." (art. 1: Oggetto della legge).
- LR 44/95 "Riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente (ARPA) della Regione Emilia-Romagna". La Regione, con la presente legge, in attuazione delle disposizioni dell' art. 7 del DLgs 30 dicembre 1992, n. 502 e successive modificazioni, del DL 4 dicembre 1993, n. 496 convertito con modificazioni in Legge 21 gennaio 1994, n. 61 e dell' art. 6 della LR 12 maggio 1994, n. 19, istituisce l'Agenzia regionale per la prevenzione e l' ambiente, di seguito denominata ARPA, ne disciplina l'organizzazione ed il funzionamento e riorganizza le strutture preposte ai controlli ambientali e alla prevenzione collettiva. La presente legge disciplina altresì le modalità di coordinamento dell'ARPA con il sistema delle autonomie locali e con il Servizio sanitario dell' Emilia-Romagna, perseguendo l'obiettivo della massima integrazione programmatica e tecnico-operativa." (art. 1: Oggetto e finalità)

- LR 3/99 Riforma del sistema regionale e locale (gli Artt. 98 e seguenti contengono nuove norme in materia ambientale che riformano parte dell'ordinamento regionale precedente).
- LR 25/99 Delimitazione degli ambiti territoriali ottimali e disciplina delle forme di cooperazione tra gli enti locali per l'organizzazione del servizio idrico integrato e del servizio di gestione dei rifiuti urbani.
- LR 1/03 Modifiche ed integrazioni alla L.R. 25/99 (Delimitazione degli ambiti territoriali ottimali e disciplina delle forme di cooperazione tra gli Enti Locali per l'organizzazione del servizio idrico integrato e del servizio di gestione dei rifiuti urbani).
- Delibera della giunta regionale 14 febbraio 2005 n. 286. "Attuazione al D.lgs 152/1999"
Ha per oggetto la tutela delle acque, tra cui, art.1, comma 1 c), le acque meteoriche e di lavaggio delle aree esterne di cui all'art. 39 del decreto legislativo citato.

L'art.2 comma III definisce:

"Altre condotte separate": sistema di raccolta ed allontanamento dalle superfici impermeabili delle acque meteoriche di dilavamento costituito da canalizzazioni a tenuta o condotte dedicate non collegate alla rete fognaria delle acque reflue urbane e disgiunte fisicamente e funzionalmente dagli insediamenti e dalle installazioni dove si svolgono attività commerciali o di produzione di beni. Rientrano in questo ambito, ad esempio, i sistemi a tale scopo adibiti delle reti stradali ed autostradali e delle relative opere connesse (ponti, gallerie, viadotti, svincoli, ecc.)...

L'art.7.2 – La gestione delle acque di prima pioggia e delle acque meteoriche di dilavamento:

I – Per le nuove opere ed i nuovi progetti di intervento di cui al precedente punto 7.1 – lettera a) (opere soggette e VIA), le prescrizioni per il contenimento dell'inquinamento prodotte dalle acque di prima pioggia derivanti dalle "altre condotte separate" possono trovare applicazione nei casi in cui tali acque siano immesse direttamente o in prossimità di corpi idrici superficiali "significativi" e di "interesse" inseriti nel PTA.

II – Per i corpi idrici diversi da quelli richiamati al precedente punto I l'adozione di specifiche prescrizioni per la gestione delle acque di prima pioggia legate alle immissioni delle condotte di cui trattasi è determinata sulla base delle esigenze di tutela e protezione dei corpi idrici ricettori stabilite dagli strumenti di pianificazione provinciale (Piano territoriale di Coordinamento provinciale - PTCP), secondo i criteri di valutazione richiamati al precedente punto I.

III – Le prescrizioni da adottarsi ai sensi dei precedenti punti I e II avranno a riferimento, di norma, soluzioni progettuali di tipo strutturato che garantiscano la raccolta ed il convogliamento delle acque di prima pioggia in idonei bacini di raccolta e trattamento in grado di sedimentare le acque raccolte prima dell'immissione nel corpo ricettore. Trattamenti aggiuntivi (quali ad esempio la disoleatura) saranno prescritti in ragione della destinazione d'uso e di attività delle

aree sottese dall'“altre condotte separate” che danno origine alle predette immissioni. Dette soluzioni possono essere finalizzate anche al trattamento dell'acqua di prima pioggia mediante la realizzazione di sistemi di tipo naturale i quali la “fito-depurazione” o le “fasce filtro/fasce tampone”.

IV – Riguardo al diffuso sistema di raccolta allontanamento delle acque meteoriche di dilavamento dalle reti stradali ed autostradali e delle relative opere connesse, l'eventuale applicazione delle prescrizioni per la gestione delle acque di prima pioggia, di cui ai precedenti punti I e II, s'intende riferita esclusivamente alle canalizzazioni/condotte a tenuta responsabili delle immissioni diretta nei corpi recettori, con esclusione delle “cunette bordo strada” in terra adibite all'allontanamento delle acque meteoriche dalla sede stradale. Al riguardo, sono fatte salve le disposizioni regionali emanate ai sensi dell'art. 21 del decreto in materia di aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano.

- Delibera giunta regionale 18 dicembre 2006 n. 1860
Tale delibera concerne “Linee guida d'indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione alla deliberazione G.R. del 14 febbraio 2005 n° 286”. Contiene specifiche Linee guida attuative in merito, tra gli altri aspetti, agli orientamenti tecnici di riferimento “per la scelta e la progettazione dei sistemi di gestione delle acque di prima pioggia da altre condotte separate con particolare riferimento a quelle asservite alla rete viaria”.
Piano di Tutela delle Acque (PTA) Approvato dall'Assemblea Legislativa con Deliberazione n. 40 del 21 dicembre 2005, sul BUR - Parte Seconda n. 14 del 1 febbraio 2006 si dà avviso della sua approvazione, mentre sul BUR n. 20 del 13 febbraio 2006 si pubblicano la Delibera di approvazione e le norme.

3 Tipologia degli interventi in progetto

La tipologia degli interventi relativi alle viabilità interferite, si differenzia principalmente in due tipi. Interventi in cui è prevista una modifica del profilo stradale o una considerevole riconfigurazione della piattaforma stradale e interventi di minore impatto quali rifacimento del pacchetto stradale o rifacimento dei marciapiedi con inserimento di percorsi ciclopeditoni.

Nel primo caso è stato dimensionato un nuovo sistema di drenaggio costituito da caditoie sifonate e tubazioni in PEAD di diametro minimo DN315 ed eventualmente un sistema di pompaggio.

Nel secondo caso invece, in accordo all'entità degli interventi in progetto, è stato previsto il ripristino del sistema di drenaggio tramite il semplice spostamento e sostituzione delle caditoie esistenti oppure prevedendo un nuovo sistema di drenaggio comprensivo di caditoie e collettori, in accordo con il sistema esistente così come comunicato dagli enti gestori dello stesso. Quest'ultima tipologia di intervento è da considerarsi quindi come una manutenzione straordinaria e non come un nuovo progetto.

Di seguito si riporta una tabella con indicata la tipologia di intervento per ognuna delle viabilità interferite

VIABILITA' IN PROGETTO		TIPOLOGIA DI INTERVENTO	
A2	U51	RO012 - ADEGUAMENTO ROT. VIA MALOSSI	Manutenzione Straordinaria
IN	I01	RIQUALIFICA VIA DEL TRIUMVIRATO - 9+201	Manutenzione Straordinaria
IN	I02	RIQUALIFICA VIA ZANARDI - 10+814	Manutenzione Straordinaria
IN	I05	RIQUALIFICA VIA DELL'ARCOVEGGIO - 13+470	Manutenzione Straordinaria
IN	I05	RO017 - NUOVA ROT. V.GIURIOLO V. ARCOVEGGIO	Manutenzione Straordinaria
IN	I06	RIQUALIFICA VIA DI CORTICELLA - 13+807	Manutenzione Straordinaria
IN	I07	RIQUALIFICA VIA FERRARESE - 14+701	Nuovo Sistema di Drenaggio
IN	I08	RIQUALIFICA VIA ZAMBELLINI (SS64) - 15+004	Manutenzione Straordinaria
IN	I09	RIQUALIFICA VIA ZAMBECCARI - 15+227	Nuovo Sistema di Drenaggio
IN	I10	RIQUALIFICA VIALE EUROPA 16+427	Nuovo Sistema di Drenaggio
IN	I13	RIQUALIFICA VIA RIVANI - 19+341	Nuovo Sistema di Drenaggio
IN	I14	RIQUALIFICA VIA DUE MADONNE - 19+822	Manutenzione Straordinaria
IN	I17	RIQUAL. VIA ACC. SITO COGENERAZIONE - 21+310	Manutenzione Straordinaria
IN	I18	RIQUALIFICA VIA CASELLE - 21+785	Nuovo Sistema di Drenaggio
IN	I30	DEVIAZIONE VIA ZANARDI	Manutenzione Straordinaria
IN	I31	DEVIAZIONE VIA ZAMBECCARI	Manutenzione Straordinaria
IN	I46	RIQUALIFICA INTERSEZIONI VIA MATTEI	Manutenzione Straordinaria
IN	I50	RIQUALIFICA VIA BENAZZA	Nuovo Sistema di Drenaggio
IN	I51	RIQUALIFICA VIA COLOMBO	Nuovo Sistema di Drenaggio
IN	I52	RIQUALIFICA VIA SAN DONATO	Nuovo Sistema di Drenaggio
IN	I53	RIQUALIFICA VIA DEL TERRAPIENO	Nuovo Sistema di Drenaggio
IN	I51	SP001 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE FERROVIA BO-PD	Nuovo Sistema di Drenaggio

Tabella 3-1: Tipologia dell'intervento in progetto

4 Nuovi parcheggi in progetto

Oltre agli interventi stradali riportati nel paragrafo 3, sono inclusi nel progetto due nuovi parcheggi. Questi sono il parcheggio SA008, situato nei pressi di Via san Donato, e il parcheggio SA012 sito nei pressi di Via Caselle. Entrambi sono stati progettati a falde convergenti verso il corsello centrale della pendenza pari al 2.5%, mentre l'intera area ha una pendenza pari all'1% verso il punto di recapito delle acque. Il drenaggio è previsto tramite una canaletta grigliata centrale in PEAD con pendenza pari alla pendenza del corsello.

CANALETTA IN PEAD (CGR) Scala 1:20 DRENAGGIO SUPERFICIALE GRIGLIA IN GHISA SEZIONE TIPO 20x30cm CON RINFIANCO

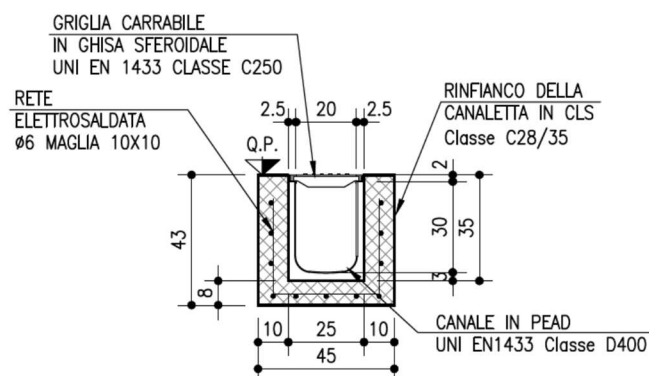


Figura 4-1: Canaletta per il drenaggio dei parcheggi

5 Idrologia

Per la determinazione del regime pluviometrico si è fatto riferimento ai risultati ricavati nell'ambito dello studio "La valutazione delle piogge intense su base regionale" (A. Brath, M. Franchini, 1998) di seguito descritto.

Lo studio citato ha come oggetto la definizione del Metodo VAPI-pioggie al territorio appartenente alle regioni amministrative Emilia-Romagna e Marche.

I modelli regionali VAPI si basano sull'ipotesi di esistenza di regioni compatte e idrologicamente omogenee all'interno delle quali le altezze di precipitazione normalizzate rispetto ad una pioggia di riferimento – la pioggia indice – siano descrivibili da una stessa distribuzione di probabilità, denominata curva di crescita.

In particolare, l'area in esame è stata suddivisa in 5 zone omogenee, come mostrato nelle figure seguenti, per le quali valgono i seguenti valori dei parametri della curva di crescita:

Tabella 5-1: Parametri delle curve di crescita relativo al modello TCEV per varie durate

Zona	λ	θ	λ_1	η	Note
Zona A	0.109	2.361	24.70	4.005	Valida per tutte le durate
Zona B	1.528	1.558	13.65	4.651	Valida per d = 1 ora
			19.35	5.000	Valida per d = 3 ore
			26.20	5.303	Valida per d = 6 ore
			39.20	5.706	Valida per d \geq 12 ore ed 1
Zona C	1.528	1.558	13.65	4.615	Valida per d = 1 ora
			14.70	4.725	Valida per d = 3 ore
			20.25	5.046	Valida per d = 6 ore
			25.70	5.284	Valida per d \geq 12 ore ed 1
Zona D	0.361	2.363	29.00	4.634	Valida per tutte le durate
Zona E	0.044	3.607	13.60	3.328	Valida per d = 1 ora
			19.80	3.704	Valida per d = 3 ore
			23.65	3.882	Valida per d = 6 ore
			30.45	4.135	Valida per d \geq 12 ore ed 1

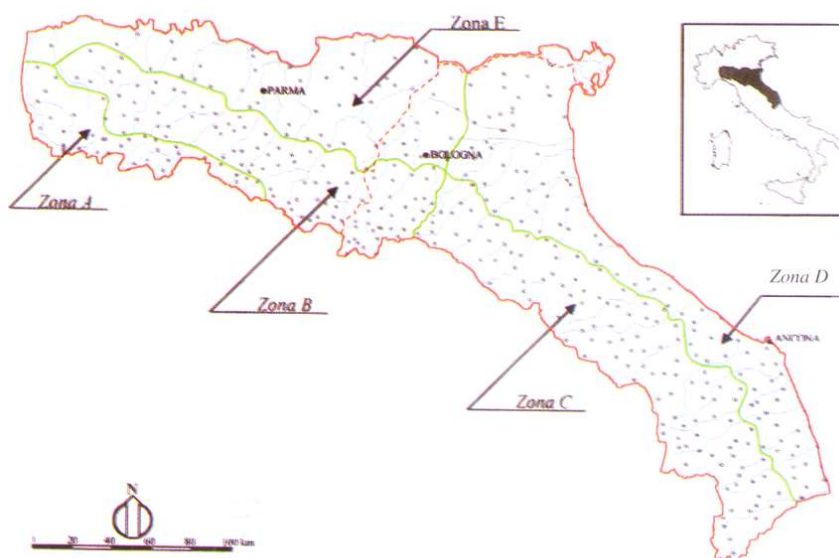


Figura 5-1: Zone omogenee con riferimento regime di frequenza delle piogge intense

La curva di crescita si ricava invertendo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** scritta in funzione del tempo di ritorno, mentre la pioggia indice viene calcolata mediante l'**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

$$P(x) = \exp[-\lambda_1 \exp(-x\eta) - \lambda \lambda_1^{1/\theta} \exp(-x\eta/\theta)]$$

$$\mu = m_1 \cdot d \frac{\ln(m_G) - \ln(\gamma) - \ln(m_1)}{\ln(24)}$$

- $m(h24)$ = media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione di durata d(24 ore);
- m_G = media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione giornaliera;
- m_1 = media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione in 1 ora;
- $g = m_G / m(h24) = 0.89$ nella regione esaminata.

Per la determinazione dei parametri m_1 e m_G si fa riferimento alle isolinee riportate nella figura seguente. In conclusione, si ricava che il parametro a delle LSPP è pari al prodotto del coefficiente m_1 per la curva di crescita, mentre il parametro n è pari a:

$$n = \frac{\ln(m_G) - \ln(\gamma) - \ln(m_1)}{\ln(24)}$$

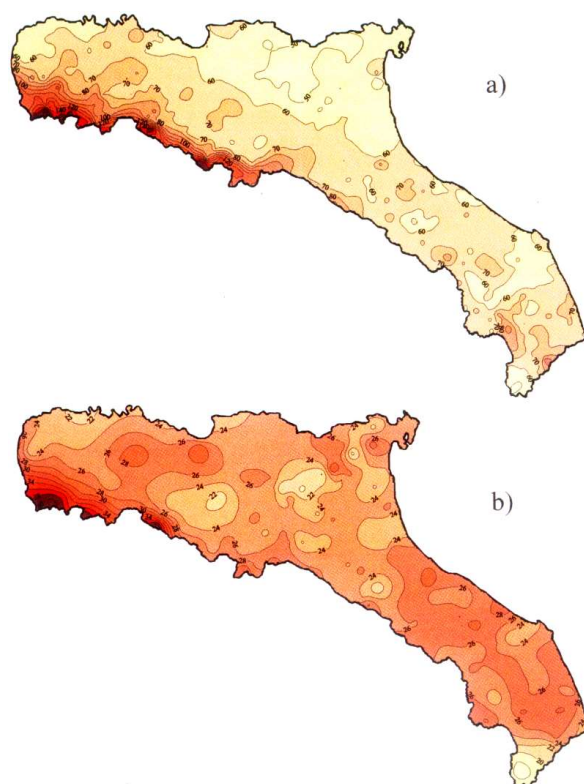


Figura 5-2: Isolinee delle altezze medie di pioggia massime annuali della durata di 1 giorno (a) e 1 ora (b)

Per l'area di intervento, ricadente nella "zona omogenea E", sono stati stimati valori dei parametri m_1 e m_G pari rispettivamente a 24 e 60, mentre il parametro γ , che, come dimostrato da numerosi studi, risulta poco variabile da sito a sito, assume il valore di 0.89.

Dalle formule sopra riportate, si ottiene un valore del parametro "n" uguale per tutte le durate considerate e per tutti i tempi di ritorno, mentre il parametro "a" varia sia in funzione della durata sia del tempo di ritorno. Per poter avere per ogni tempo di ritorno un'unica formula per il calcolo delle portate dei corsi d'acqua, si è calcolato il parametro "a" in modo da minimizzare gli scarti.

La tabella seguente riporta i valori calcolati per i parametri "a" e "n" delle LSPP, validi per le diverse durate e i valori del parametro "a" interpolati.

Tabella 5-2: Valori dei parametri delle LSPP per diversi T_R

a	T_R (anni)				
	25	50	100	200	
1 ora	45.43	53.22	63.31	77.01	
3 ore	43.25	50.25	59.31	71.63	
6 ore	42.36	49.05	57.69	69.44	
12 ore	41.24	47.51	55.63	66.66	
Interpolato	42.68	49.40	58.10	69.91	n
					0.32

Le leggi di pioggia calcolate sono valide per tempi di corrvazione superiori all'ora. Per determinare le leggi di pioggia valide per eventi di breve durata, utilizzate per il dimensionamento del sistema di drenaggio, si è utilizzato lo studio di Calenda e altri (1993) basato su un campione di 8 anni di dati di pioggia registrati al pluviometro di Roma Macao. Questo studio evidenzia come il rapporto tra l'altezza di pioggia di 5 minuti e quella oraria sia pressoché costante in tutta Italia e pari a 0.278. Imponendo questa condizione ed il passaggio per l'altezza di pioggia oraria si ottiene il valore del parametro n per tempi di pioggia inferiori all'ora pari a 0.515.

Per la determinazione del regime pluviometrico da applicare alla viabilità secondaria interferita si è fatto riferimento ai dati di pioggia riportati nella Tabella 5-3.

Lo studio è stato esteso per tempi di ritorno pari ed inferiori a $T=10$ anni poiché per il dimensionamento delle reti si è assunto un tempo di ritorno $T = 10$ anni mentre nei casi in cui si è reso necessario prevedere vasche di accumulo e stazioni di sollevamento delle acque, il dimensionamento è stato condotto considerando un tempo di ritorno $T = 25$ anni.

Di seguito si riportano i parametri delle curve pluviometriche per diversi tempi di ritorno.

Tabella 5-3: parametri LSPP per diversi T_R

TR	Parametro a						
	5	10	15	25	50	100	200
a	30.61	36.75	40.45	45.43	53.22	63.31	77.01
n<1h	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515
n>1h	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32

Avendo adottato di utilizzare il tempo di ritorno di 10 anni per il dimensionamento della rete di drenaggio si ottiene, per durate inferiori all'ora:

Parametro a = 36.75 mm

Parametro n = 0.515

6 Sistema di drenaggio

Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad essa afferenti ed il loro trasferimento fino al recapito, quest'ultimo costituito dal reticolo fognario ovvero da rami di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purché compatibili dal punto di vista quantitativo. Prima del trasferimento al recapito naturale può essere previsto (disposizioni normative, prescrizioni in fase approvativa, specifiche situazioni puntuali) il convogliamento delle acque in punti di controllo, ossia presidi idraulici, per effettuare un trattamento quantitativo e/o qualitativo.

6.1 Schema generale di drenaggio

Il sistema di drenaggio è suddiviso in tre parti fondamentali, distinte per tipologia di funzione:

- Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario; nel caso della viabilità secondaria sono costituiti essenzialmente da caditoie e in casi specifici da canalette grigliate.
- Elementi di convogliamento: rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi del sistema primario scaricano nel sistema secondario; si garantisce così la funzionalità del sistema primario e si evitano rigurgiti in piattaforma ottimizzando la sicurezza dell'infrastruttura. Gli elementi di convogliamento sono costituiti principalmente da collettori. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.
- Elementi di recapito: nel caso della viabilità secondaria verranno mantenuti i recapiti esistenti costituiti dalla rete fognaria ovvero dal reticolo idrografico.

Laddove la situazione locale lo richieda è inoltre prevista la realizzazione di serbatoi di laminazione e impianti sollevamento.

6.2 Metodologia progettuale di dimensionamento

La metodologia di dimensionamento idraulico si differenzia se si considerano gli elementi di raccolta, di convogliamento, le stazioni di sollevamento oppure i sistemi di laminazione.

6.2.1 Dimensionamento elementi di raccolta

La tipologia dell'elemento di drenaggio da inserire sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione stradale. Una volta valutata la situazione locale (rilevato, trincea, viadotto...) si definisce

l'elemento di raccolta idoneo. Il dimensionamento avviene in maniera diversa se si stanno considerando gli elementi di raccolta continui (canalette) o quelli discontinui (caditoie).

Nel primo caso il dimensionamento consiste, fondamentalmente, nel definire l'interasse degli elementi di raccolta e, a prescindere dal tipo di elemento puntuale che si considera, è necessario che la portata che scorre tra un elemento di raccolta e il successivo sia tale da non produrre l'allagamento della corsia. Il dimensionamento di questi elementi consiste, dunque, nello stabilire l'interasse massimo in modo tale che l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto limitato.

Assimilando la sezione della banchina ad un'ipotetica canaletta triangolare delimitata dal manto stradale e dal cordolo si può calcolare la portata massima transitante nella banchina con la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q_b = K A_b R^{2/3} j_l^{1/2} = K \frac{A_b^{5/3}}{C_b^{2/3}} \sqrt{j_l}$$

dove:

- Q_b portata defluente in banchina (m³/s);
- $K = 1/n$ coefficiente di scabrezza di Strickler (m^{1/3}/s);
- A_b area bagnata (m²);
- C_b contorno bagnato (m);
- j_l pendenza longitudinale media della banchina (m/m);
- $R = \frac{A_b}{C_b}$ raggio idraulico (m).

Come parametro di Strickler è stato utilizzato il valore di 70 m^{1/3}/s ($n = 0,0143$ s/m^{1/3}); per il calcolo dell'area e del perimetro bagnato sono state utilizzate le seguenti formule:

$$A_b = \frac{b_b^2 j_t}{2}$$

$$C_b = b_b \left[j_t + \frac{1}{\cos(\arctg j_t)} \right]$$

Dove b_b rappresenta la larghezza della fascia allagabile. Per la stessa è stato considerato un valore massimo di 1 m.

Il rapporto tra la portata massima (Q_b) e la portata defluente dalla falda piana (superficie stradale scolante) per unità di larghezza (q_0) fornisce l'interasse massimo degli elementi puntuali affinché non si abbia l'allagamento della corsia.

La portata per unità di larghezza della falda è data dalla formula:

$$q_0 = \phi b i'$$

con b larghezza della falda, ϕ coefficiente di deflusso ed i' intensità di pioggia calcolabile con la seguente relazione (valida nel caso di CPP a 2 parametri):

$$i' = a t_c^{n-1}$$

Il coefficiente di deflusso è stato posto pari ad 1,0 per le superfici pavimentate e pari a 0,6 per le superfici permeabili.

In base alla teoria dell'onda cinematica si ha che la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Trascurando il tempo di percorrenza dell'elemento da dimensionare si ha che il tempo di corrivazione (t_c) è pari al tempo di afflusso (t_a) da una falda piana calcolabile tramite la seguente formula:

$$t_a = t_c = 3,26 (1,1 - \phi) \frac{L_{eff}^{0,5}}{j^{1/3}}$$

dove:

- $j = \sqrt{j_l^2 + j_t^2}$ è la pendenza della strada lungo la linea di corrente (j_l pendenza longitudinale; j_t pendenza trasversale);
- $L_{eff} = b \left[1 + \left(\frac{j_l}{j_t} \right)^{2,1} \right]^{1/2}$ è la lunghezza del percorso dell'acqua prima di raggiungere le canalizzazioni a lato della carreggiata.

Si è comunque imposto un tempo di corrivazione minimo pari a 3 minuti poiché per tempi molto brevi la curva dell'intensità di pioggia a due parametri tende all'infinito, fornendo quindi dati non realistici.

Oltre alla verifica nei riguardi dell'allagamento della corsia sono necessarie ulteriori verifiche che dipendono dal tipo di elemento puntuale considerato e di cui si dirà nello specifico nei paragrafi successivi; analogamente si farà per quanto riguarda le verifiche degli elementi continui.

6.2.2 Dimensionamento degli elementi di convogliamento

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento avviene facendo il confronto tra la portata transitante e quella massima ammissibile dall'elemento in questione.

Il procedimento è condotto per passaggi successivi, calcolando per prima cosa la portata massima defluente dalla falda piana (superficie stradale scolante). Quest'ultima viene calcolata con la formula razionale considerando tutta la superficie afferente all'elemento di convogliamento:

$$Q = \phi S_r i = \phi S_r a t_c^{n-1}$$

con S_r area afferente all'elemento, ϕ coefficiente di deflusso ed i intensità di pioggia. Il coefficiente di deflusso è stato posto pari ad 1 per le superfici pavimentate.

Analogamente a quanto visto in precedenza, si assume che la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Quest'ultimo, in questo caso, è pari alla somma del tempo di afflusso (dato dalla formula vista nel paragrafo precedente) e del tempo di traslazione o di rete

(t_r) lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo. Il tempo di traslazione si ottiene dalla formula:

$$t_r = \sum_{i=1}^N \frac{l_i}{v_i}$$

dove:

N = numero dei tronchi della rete a monte della generica sezione, facenti parte dell'asta principale;

l_i = lunghezza del tronco i -esimo;

v_i = velocità nel tronco i -esimo.

Il moto all'interno della rete si descrive adottando uno schema di moto uniforme. In particolare, si utilizza la formula di Gauckler-Strickler per ottenere le scale di deflusso:

$$Q = K A R^{2/3} \sqrt{J} = K \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{J}$$

dove:

- Q portata di dimensionamento della canalizzazione (m^3/s);
- $K = 1/n$ coefficiente di scabrezza di Strickler ($m^{1/3}/s$);
- A area bagnata (m^2);
- C contorno bagnato (m);
- J pendenza media della condotta (m/m);
- $R = \frac{A}{C}$ raggio idraulico (m).

Per ottenere la velocità di percorrenza del singolo tratto, v_i , basta dividere la portata Q per l'area bagnata A . Si sottolinea tuttavia che il tempo di traslazione dipende dalle dimensioni dell'elemento di convogliamento, pertanto, ai fini del calcolo, si effettua il seguente processo iterativo:

- Si impone la velocità di deflusso;
- Si calcola il tempo di rete e quindi la portata;
- Si dimensiona il sistema di convogliamento;
- Si determina la velocità effettiva che dovrà essere uguale a quella imposta.

6.2.3 Dimensionamento di vasche e sistemi di laminazione

Nei casi ove lo scarico a gravità non è consentito dalle quote del recettore e al fine di limitare le portate scaricate ai ricettori a contributi compatibili con il recettore stesso si opera la laminazione secondo i criteri definiti dall'Autorità idraulica competente.

In tali situazioni è previsto l'utilizzo di un impianto di sollevamento con annesso serbatoio di laminazione opportunamente dimensionato oppure del solo serbatoio dotato di un regolatore di portata.

La determinazione delle dimensioni delle vasche di laminazione è stata effettuata tramite l'equazione di continuità o equazione dei serbatoi applicata alla situazione in esame:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{d}{dt} W(t)$$

in cui la variazione del volume invasato al tempo t nella vasca è pari alla differenza tra la portata entrante dovuta all'evento meteorico riversatosi sulla piattaforma in esame e la portata uscente.

Il dimensionamento delle vasche è stato quindi effettuato imponendo l'equilibrio tra la portata drenata entrante e la portata uscente, considerata costante, verificando l'instaurarsi di un tirante idrico tale da garantire un franco di sicurezza; il tempo di ritorno adottato è di 25 anni.

Il volume che affluisce nella vasca in funzione del tempo è dato da:

$$V_e = h S$$

con h altezza di pioggia ed S area ridotta drenata.

L'altezza di pioggia (m/h), è data da:

$$h = \frac{a}{1000} t^n$$

Considerando costante la portata in uscita (Q_u), si ha che il volume defluito risulta essere:

$$V_u = Q_u t$$

Inoltre, si considera, a favore di sicurezza, che per i primi 30-40 minuti le pompe di sollevamento siano spente.

Il volume all'interno della vasca in funzione del tempo è quindi dato dalla differenza tra il volume affluito e quello defluito:

$$V_e - V_u = h S - Q_u t = S \frac{a}{1000} t^n - Q_u t = V$$

Per determinare la durata dell'evento meteorico che massimizza il volume da invasare, basta porre a 0 la derivata, fatta in funzione del tempo, della funzione precedente. Si ottiene quindi:

$$S \frac{a n}{1000} t^{n-1} - Q_u = 0$$

esplicitando la precedente in funzione del tempo si ha:

$$t^* = \left(\frac{1000 Q_u}{S a n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Sostituendo la durata critica, t^* , al calcolo di V_u e V_e è possibile stabilire quale sia il volume minimo da invasare ($V_{lam,min}$).

Si fa notare che l'evento meteorico che massimizza il volume della vasca non è quello che massimizza la portata al colmo (tempo di pioggia uguale al tempo di corrivazione del bacino). Con la metodologia descritta in precedenza si ricava prima il tempo t^* per cui si ha il massimo volume da invasare che corrisponde proprio al volume di volume di laminazione minimo che deve possedere il serbatoio in progetto ($V_{max} = V_{lam,min}$).

Per quanto riguarda i valori della portata sollevata dall'impianto, poiché il tratto di strada interferisce con il fitto reticolo fognario urbano e con il reticolo dell'autorità di Bacino del fiume Reno, sono fissati i valori limite compatibili con i recapiti esistenti. Per gli stessi si rimanda ai capitoli successivi.

6.2.4 Dimensionamento degli impianti di sollevamento

Le pompe adottate per gli impianti in progetto devono essere in grado di far fronte al dislivello geodetico tra monte e valle e alle perdite di carico che si verificano nelle condotte.

Il dislivello geodetico (ΔH_{geod}) è legato alla differenza di quota tra il fondo del comparto di alloggiamento delle pompe (corrispondente al livello minimo che può raggiungere l'acqua da sollevare) e il punto più alto lungo del percorso della condotta di mandata, corrispondente al punto di scarico.

Le perdite di carico distribuite, invece, sono determinate come:

$$\Delta H_{distr} = J \cdot L$$

Dove:

- J [m/m] = cadente idraulica;
- L [m] = lunghezza della condotta;

Per determinare la cadente idraulica si è fatto riferimento alla formula di Darcy – Weisbach:

$$J = \frac{\lambda \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D}$$

Dove:

- λ [-] = coefficiente d'attrito di Darcy;
- v [m/s] = velocità;
- g [m/s²] = accelerazione di gravità;
- D [m] = diametro interno della tubazione.

Il coefficiente d'attrito di Darcy è stato ricavato tramite l'espressione di Colebrook – White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \text{Log} \left[\frac{2.51}{\text{Re} \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{1}{3.71} \cdot \frac{\varepsilon}{D} \right]$$

in funzione del Numero di Reynolds, definito come:

$$\text{Re} = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

e del coefficiente d'attrito relativo ε/D , dove ε è la scabrezza assoluta e D è il diametro interno del condotto.

Per la scabrezza assoluta è stato assunto un valore di 5 mm, considerando cautelativamente tubazioni in esercizio con possibili fattori di disturbo.

Nell'espressione del Numero di Reynolds, si assume:

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3 = \text{densità dell'acqua};$$

$$\mu = 1.006 \cdot 10^{-3} \text{ N*s/m}^2 = \text{viscosità dell'acqua a } 20 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Come perdite di carico concentrate, sono state considerate quelle di sbocco, quelle relative alle curve e al valvolame presente.

Le perdite di concentrate sono state valutate come:

$$\Delta H_{conc} = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Dove:

- v [m/s] = velocità;
- g [m/s²] = accelerazione di gravità;
- ξ = parametro perdite concentrate.

	Parametro perdite concentrate
Curva a 90°	0.25
Saracinesca	0.2
Valvola di ritegno	1
Sbocco	1

Tabella 4 – Parametri perdite concentrate

La prevalenza richiesta alla pompa è stata quindi valutata come:

$$\Delta H_{tot} = \Delta H_{geod} + \Delta H_{distr} + \Delta H_{conc}$$

dove:

- ΔH_{geod} [m] = dislivello geodetico;
- ΔH_{distr} [m] = perdite di carico distribuite;

ΔH_{conc} [m] = perdite di carico concentrate.

6.3 Elementi di raccolta

Nel seguito sono descritte in dettaglio le varie tipologie degli elementi di raccolta e le modalità di calcolo. Si fa presente che il sistema di raccolta prevalente utilizzato sulla tratta è costituito da caditoie e solo in alcuni casi si è reso necessario l'uso delle canalette grigliate.

6.3.1 Caditoia grigliata

La raccolta dell'acqua di piattaforma avverrà principalmente confermando l'attuale sistema che prevede essenzialmente la raccolta con caditoie; tali elementi, dove gli interventi previsti ne prevedano la demolizione e/o lo spostamento, saranno riposizionati e rinnovati realizzando inoltre nuovi elementi di convogliamento che consentano di avere un unico punto di scarico nel recettore. Il recettore sarà comunque il medesimo già attualmente utilizzato.

La sostituzione e il riposizionamento delle caditoie esistenti è prevista laddove l'intervento stradale non comporta una modifica eccessiva e la riprofilatura dell'asse stradale. Lo spostamento planimetrico massimo delle caditoie è posto pari a 5 m.

Per gli interventi saranno previste due tipologie di caditoie carrabili UNI EN124 classe D400, una costituita da una griglia 50x50 cm mentre l'altra da un sistema combinato griglia più bocca di lupo. La soluzione con bocca di lupo è generalmente da preferire in presenza del marciapiede. Ciascuna caditoia sarà dotata di collettore in PP DN160 che andrà ad allacciarsi ad un nuovo collettore di linea o a quello esistente.

CADITOIA SIFONATA (NUOVA O RIPRISTINO ESISTENTE) CON GRIGLIA COMBINATA

Scala 1:50

POZZETTO PREFABBRICATO IN C.A.V.
CADITOIA E CORDOLO A RIBALTA IN GHISA

DN IN USCITA 160

SEZIONE A-A

CADITOIA COMBINATA CON
BOCCA DI LUPO CARRABILE
UNI EN124 CLASSE D400
TELAIO 75x66 cm
GRIGLIA 54x45 cm

SOLETTA IN C.A.
Dim.100x100
foro Ø50cm

POZZETTO IN CAV
PREFABBRICATO
CLS MAGRO
Classe C12/15

CURVA CON
TAPPO

COLLETORE IN PP DN160
DI SCARICO E COLLEGAMENTO AL
COLLETORE DI CONVOGLIAMENTO
(IN USCITA)



PIANTA PIANO STRADA

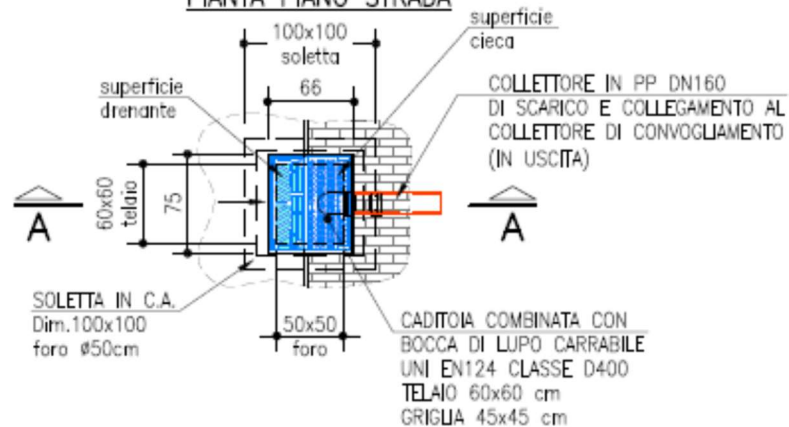


Figura 6-1: Caditoie con bocca di lupo.

CADITOIA SIFONATA (NUOVA O RIPRISTINO ESISTENTE)

Scala 1:50

POZZETTO PREFABBRICATO IN C.A.V.
CADITOIA FILO USURA O PAVIMENTAZIONE MARCIAPIEDE
DN IN USCITA 160

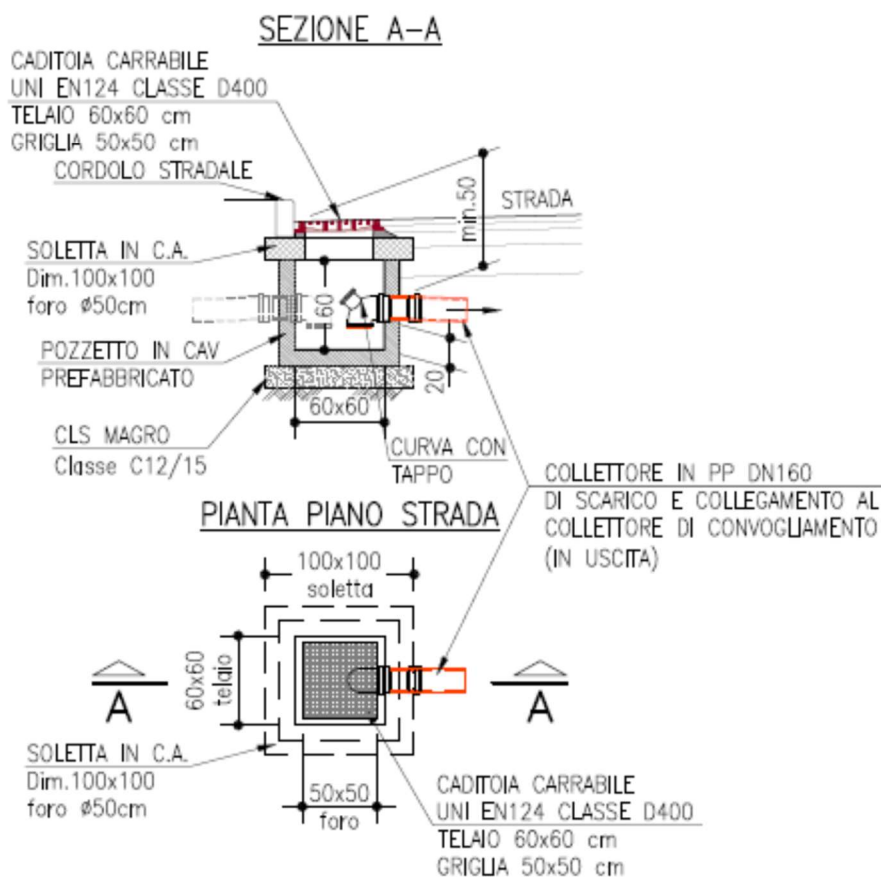


Figura 6-2: Caditoia grigliata.

Per quanto è stato detto, il dimensionamento degli elementi puntuali e quindi delle caditoie grigliate consiste nello stabilire l'interasse massimo in modo che l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto limitato di banchina.

Nei grafici seguenti si riporta l'interasse massimo in funzione della pendenza trasversale e longitudinale valutato per due valori estremi della larghezza della falda (*b*).

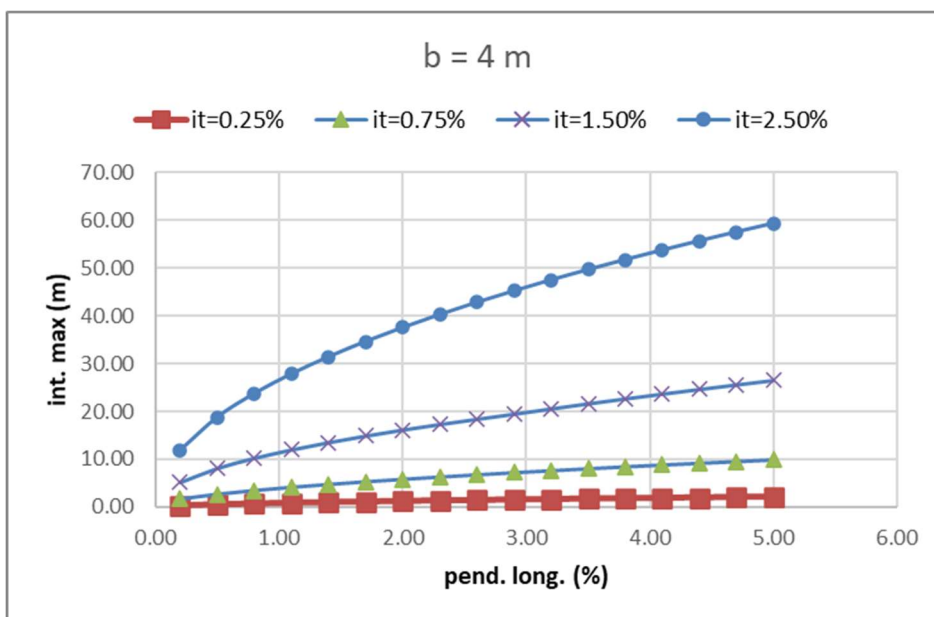


Figura 6-3: Interasse massimo in funzione della pendenza per b=4 m.

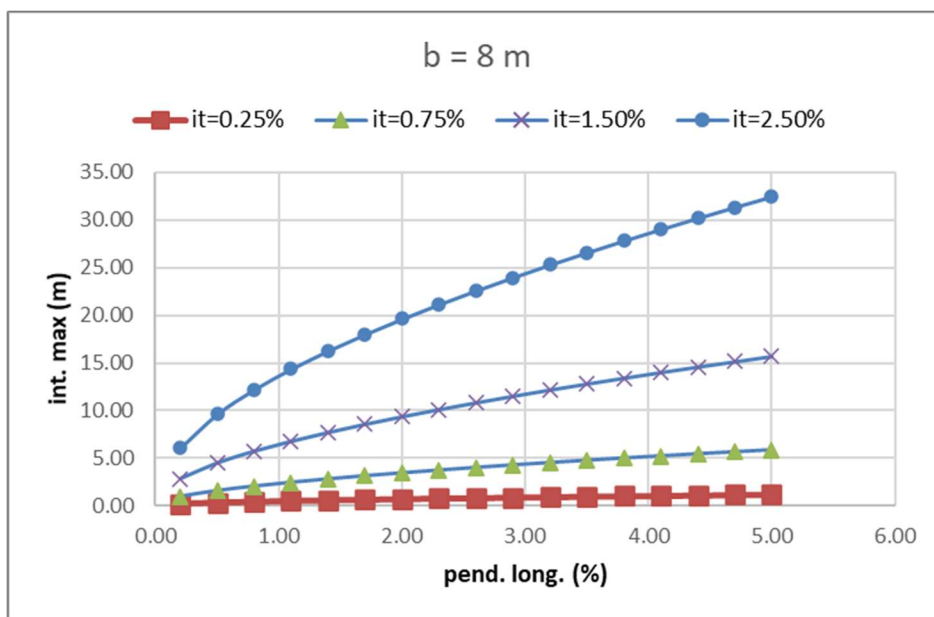


Figura 6-4: Interasse massimo in funzione della pendenza per b=8 m.

L'interasse massimo delle caditoie è comunque posto pari a 20 m, non ritenendosi prudente superare tale valore. L'interasse minimo è posto pari a 5 m.

Nel definire l'interasse di progetto si è inoltre tenuto conto della distanza massima delle caditoie esistenti prima dell'intervento, tale valore non è stato superato anche nel caso in cui l'interasse di calcolo risultasse maggiore.

6.3.2 Canaletta Continua in PEAD

Le canalette continue grigliate sono state utilizzate per raccogliere l'acqua di piattaforma in particolari situazioni. Nello specifico si è reso necessario l'utilizzo delle canalette nei seguenti casi:

- Lungo la pista ciclopedonale prevista per la riqualifica di via del Triumvirato (I01)
- All'interno del sottovia di via Zambeccari (I09)
- Per i nuovi parcheggi SA008 e SA012

Le canalette grigliate utilizzate nel presente progetto esecutivo sono prefabbricate e realizzate in PEAD rinfiacato in calcestruzzo. Per le dimensioni della canaletta si rimanda alle tavole dei particolari idraulici. Per quanto riguarda le canalette utilizzate per la riqualifica di via del Triumvirato, l'acqua viene mandata al sottostante collettore in PEAD che viaggia parallelamente alla pista ciclo-pedonale. Lo scarico dalla canaletta grigliata al collettore sottostante avviene tramite un discendente DN160 sempre in PEAD.

Per quanto riguarda la canaletta prevista per il sottovia di via Zambeccari e per i nuovi parcheggi lo scarico avviene "a bocca piena" all'interno di un pozzetto di raccolta o di un canale rettangolare in calcestruzzo.

Per il dimensionamento delle canalette si è posto un riempimento massimo di 20 cm sui 25 totali (80%).

Con tale riempimento si ha che:

$$A = 0,0396 \text{ m}^2 \qquad C = 0,5744 \text{ m}$$

La portata massima nella canaletta grigliata è stata calcolata con la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q_{CGR} = K A R^{2/3} j_l^{1/2}$$

avendo posto $K = 80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ($n = 0,0125 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$).

Si ottiene quindi una portata specifica pari a: $Q_{sp} = 0,5326 \text{ m}^3/\text{s}$

Nel grafico seguente è riportata il valore della portata massima smaltibile dalla canaletta in funzione della pendenza.

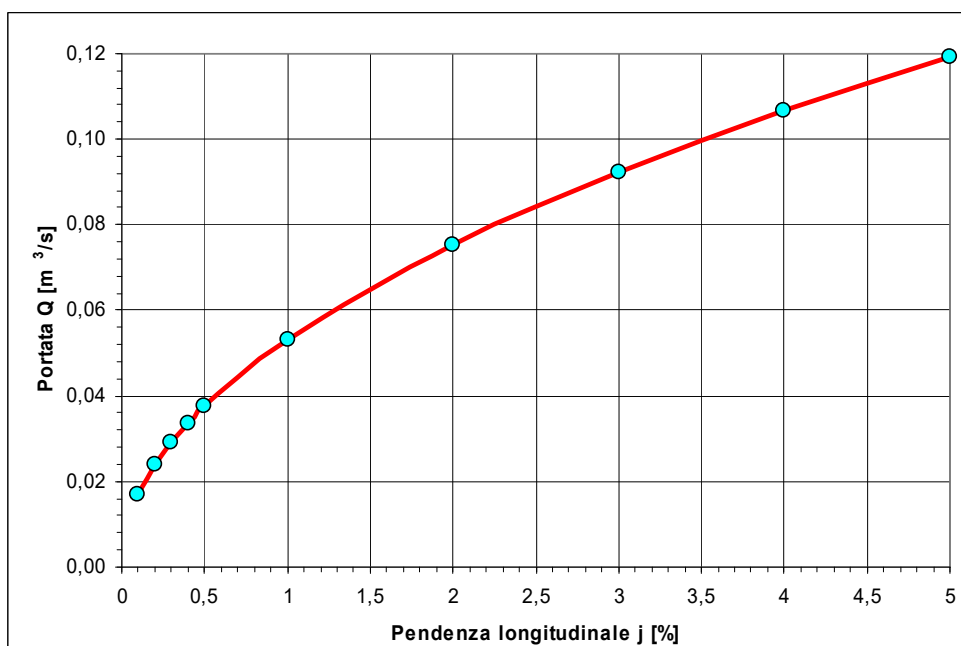


Figura 6.5 – Portata massima transitante per canaletta grigliata in Pead in funzione della pendenza longitudinale

Il tratto massimo di strada che la canaletta riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile (riportata in figura 4.5 in funzione della pendenza longitudinale) e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

Per quanto riguarda le verifiche relative ai parcheggi, si è paragonata la portata afferente dalle falde convergenti alla canaletta, calcolata per un tempo di corrivazione pari a 5 minuti, con la portata massima smaltibile dalla canaletta considerando un riempimento pari all'80% come detto precedentemente.

Per le canalette previste lungo la pista ciclopedonale di via del Triumvirato, essendo le stesse costituite dal discendente DN160 summenzionato, è stata verificata la compatibilità idraulica di quest'ultimo. La portata massima che può portare il discendente può essere calcolata con la formula del funzionamento sotto battente:

$$Q_{D160} = C_q A \sqrt{2gh}$$

Essendo $C_q = 0.6$, A l'area della sezione del discendente e h il carico sulla sezione contratta.

Considerando h pari a 20 cm si ottiene che il discendente DN160, avente diametro interno pari a 137 mm, è in grado di smaltire una portata pari a 17,5 l/s.

Anche in questo caso il tratto massimo di autostrada che la canaletta riesce a drenare (la distanza massima tra due discendenti) è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0). Al fine di rispettare entrambe le verifiche descritte, l'interasse massimo degli scarichi delle canalette dovrà essere maggiore del più piccolo tra i seguenti rapporti:

$$\Delta L_{max} = \min \left\{ \frac{Q_{CGR}}{q_0}; \frac{Q_{D160}}{q_0} \right\}$$

In ogni caso si assume come valore massimo un interasse pari a 25 m.

6.4 Elementi di convogliamento

6.4.1 Collettori circolari in PEAD e PP

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo, essi scaricano nei collettori sottostanti. Per quanto riguarda la strada vengono utilizzati dei collettori in PEAD (polietilene ad alta densità) SN 8 kN/m^2 conformi alla norma UNI 10968 (PrEN 13476-1) per i tubi che viaggiano longitudinalmente alla viabilità, mentre collettori in PP (polipropilene) SN 16 kN/m^2 secondo EN ISO 9969, conformi alla norma UNI 10968, per gli attraversamenti trasversali che necessitano di una resistenza a schiacciamento maggiore essendo soggetti ai passaggi dei veicoli.

Per il dimensionamento si considera il diametro interno (riportato nella tabella 4.2), che risulta identico per le due tipologie di tubi ed un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,0125.

Nel dimensionamento dei collettori si utilizza la pendenza stradale. Per i tratti molto pianeggianti e nel caso in cui il collettore è in contropendenza rispetto alla livelletta stradale si adotta una pendenza minima dello 0,20% ed una velocità minima di 0,5 m/s in modo da avere una velocità dell'acqua in grado di asportare eventuali sedimenti accumulatisi nel tempo.

Nei tratti stradali il diametro minimo da impiegare è il DN315 onde evitare occlusioni.

Tabella 6.5 - Diametri interni dei collettori in PEAD SN 8 kN/m^2 e in PP SN 16 kN/m^2

DN (mm)	Diametro interno (mm)
315	273
400	347
500	433
630	535
800	678

Per evitare che i collettori vadano in pressione, si considera un riempimento massimo dell'80% con la portata di progetto avente tempo di ritorno di 10 anni.

Per consentire un'agevole manutenzione e pulizia dei tratti di collettore, si pone pari a 70 m l'interasse massimo tra due pozzetti. In caso di parziale occlusione, la condotta si può svuotare utilizzando una lancia a pressione.

Nelle figure seguenti sono riportate le portate massime smaltibili dai collettori in PEAD ed in PP considerando il valore di riempimento massimo indicato.

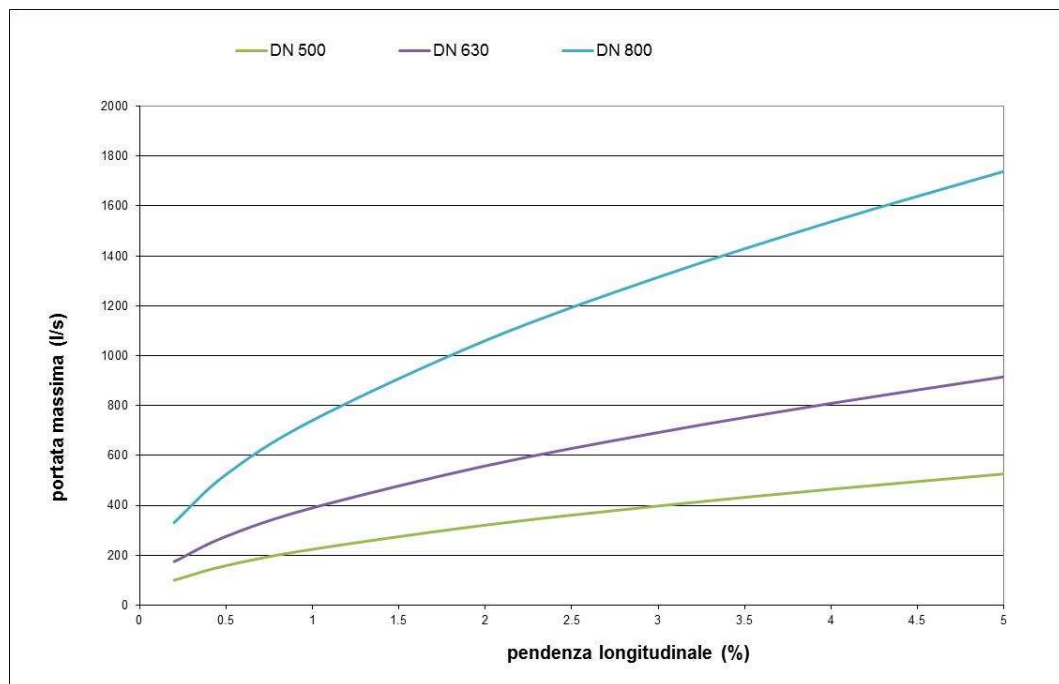
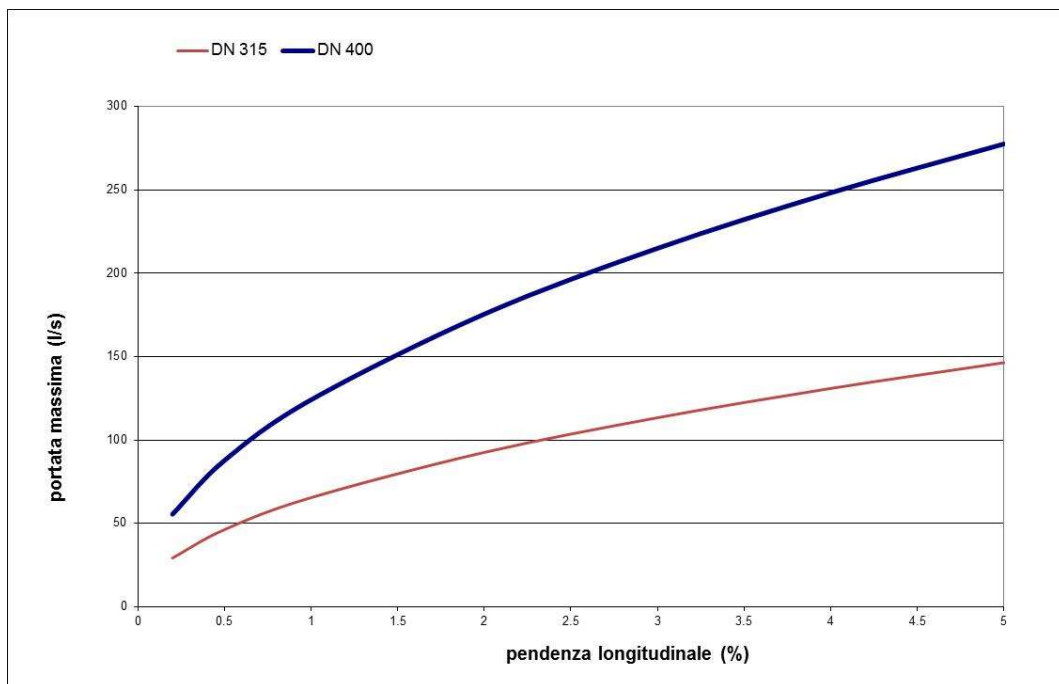


Figura 6-6: Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD di vari diametri

6.5 Stazioni di sollevamento

Per le viabilità oggetto della presente relazione sono previsti due impianti di sollevamento. Come è stato detto, la necessità di inserire delle stazioni di sollevamento è legata alla presenza di quote stradali più basse rispetto alla quota di recapito e alla necessità di assicurare ai recapiti dei valori quantitativamente compatibili.

Nei paragrafi successivi sono riportati i calcoli di dimensionamento e le caratteristiche per entrambi gli impianti citati.

6.5.1 Stazione di sollevamento Ferrarese

Per il sottovia di Ferrarese è stato previsto un sistema di drenaggio che raccoglie le acque meteoriche e le convoglia a gravità ad una vasca di laminazione e sollevamento posta in carreggiata nord, appena dopo il sottovia.

La vasca, raccogliendo unicamente aree già pavimentate, è dimensionata considerando i seguenti criteri di dimensionamento:

- Tempo di ritorno di progetto: 25 anni;
- Tempo di fermo pompe di calcolo: 30 minuti.

La portata uscente dalla vasca di laminazione e pompaggio sarà nulla per 30 minuti e poi sarà pari alla portata minima pompabile tale per cui il volume massimo della vasca necessario per il calcolo del fermo pompe sia comunque sufficiente e adeguato anche per eventi di durata maggiore di 30 minuti; si ottiene che in caso di fermo pompe di 30 minuti il volume minimo della vasca deve essere pari a 91.35 m³ dunque la portata massima in uscita dovrà essere pari a 20.0 l/s (cfr. figura seguente).

Il tempo di svuotamento della vasca risulta inferiore a 3 ore, ampiamente cautelativo nel caso di possibili eventi estremi ripetuti.

L'invaso è dotato di un sollevamento meccanico tramite cui le acque saranno scaricate nella fognatura esistente; assumendo come quota di scarico la quota del piano campagna nei pressi del pozzetto P10, i dati di dimensionamento sono i seguenti:

- Portata di sollevamento: 20,0 l/s;
- Quota geodetica di scarico: 35,83 m s.l.m.;
- Quota minima della vasca: 30,72 m s.l.m.;
- Diametro della tubazione di mandata: 140 mm;
- Lunghezza della tubazione di mandata: 34 m.

In questo caso non serve frazionare la portata e si prevedono due pompe da 20,0 l/s (di cui una di riserva) con una prevalenza geodetica di 5,11 m e complessiva di 7.16 m; la potenza prevista per ciascuna pompa è di 3.1 kW.

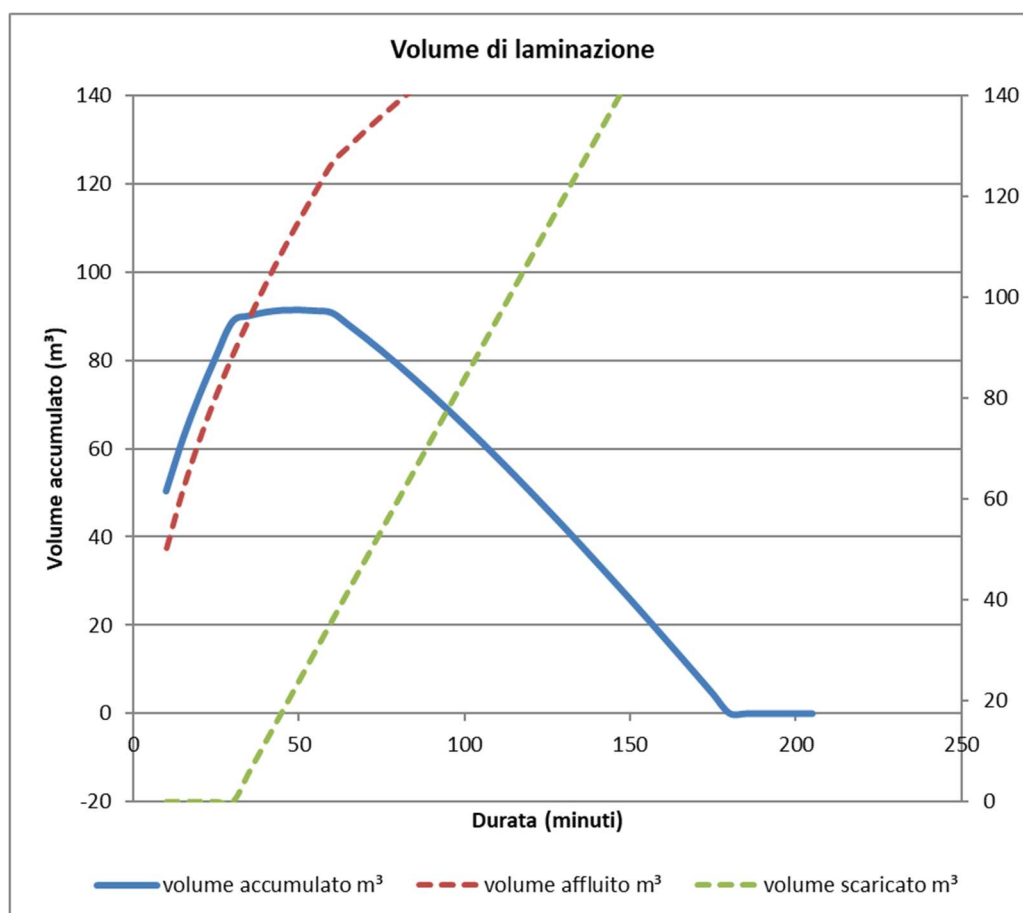


Figura 6-7: Curva dei volumi nel metodo delle sole piogge al caso in esame.

6.5.2 Stazione di sollevamento Caselle

Il sottovia Caselle presenta un punto di minimo in corrispondenza del nodo P31; in questo punto il sistema di drenaggio raccoglie le acque meteoriche e le convoglia a gravità ad una vasca di laminazione e sollevamento posta in carreggiata con direzione sud, prima dell'imbocco del sottovia.

La vasca, raccogliendo unicamente aree già pavimentate, è dimensionata considerando i seguenti criteri di dimensionamento:

- Tempo di ritorno di progetto: 25 anni;
- Tempo di fermo pompe di calcolo: 40 minuti

La portata uscente dalla vasca di laminazione e pompaggio sarà nulla per 40 minuti e poi sarà pari alla portata minima pompabile tale per cui il volume massimo della vasca necessario per il calcolo del fermo pompe sia comunque sufficiente e adeguato anche per eventi di durata maggiore di 40 minuti; si ottiene che in caso di fermo pompe di 40 minuti il volume minimo della vasca deve essere pari a 92,17 m³ dunque la portata massima in uscita dovrà essere pari a 10.0 l/s (cfr. figura seguente).

Il tempo di svuotamento della vasca risulta inferiore a 6 ore, cautelativo nel caso di possibili eventi estremi ripetuti.

L'invaso è dotato di un sollevamento meccanico tramite cui le acque saranno scaricate nel recettore superficiale (Zinella); assumendo come quota di scarico la quota del piano campagna nei pressi dello Zinella, i dati di dimensionamento sono i seguenti:

- Portata di sollevamento: 10.0 l/s;
- Quota geodetica di scarico: 51.5 m s.l.m.;
- Quota minima della vasca: 45.1 m s.l.m.;
- Diametro della tubazione di mandata: 110 mm;
- Lunghezza della tubazione di mandata: 56 m.

In questo caso non serve frazionare la portata e si prevedono due pompe da 10.0 l/s (di cui una di riserva) con una prevalenza geodetica di 6.42 m e complessiva di 8.02 m; la potenza prevista per ciascuna pompa è di 2 kW.

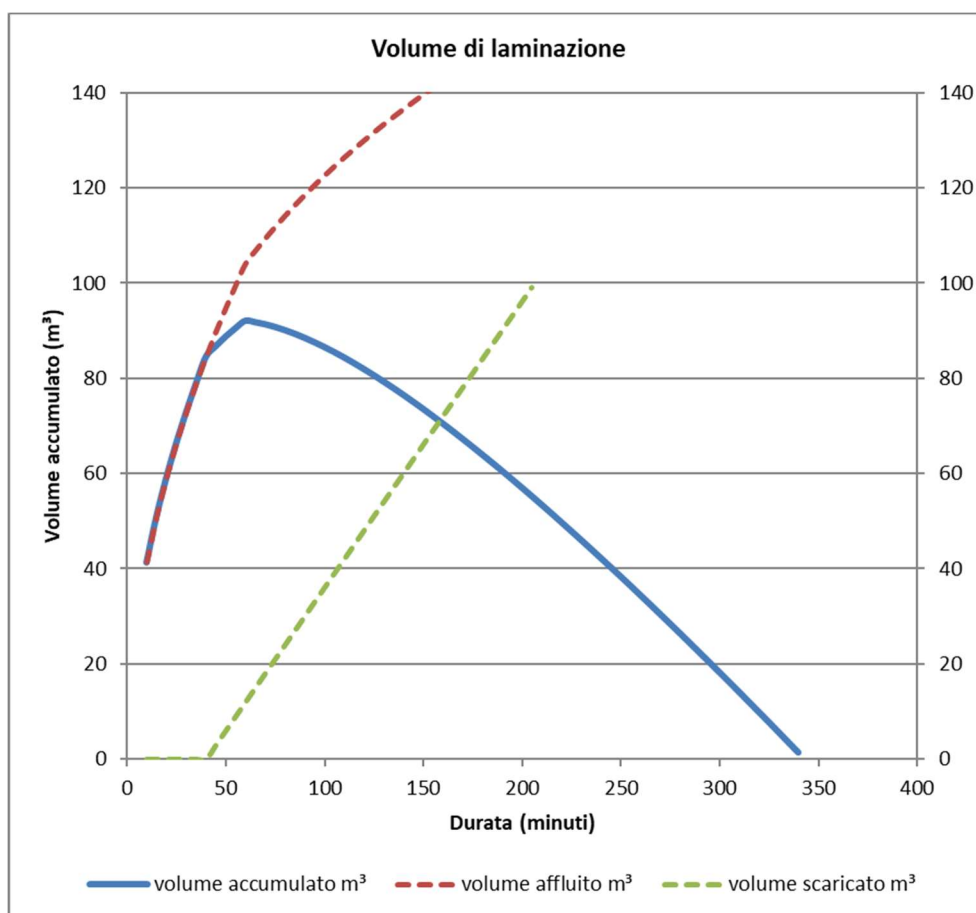


Figura 6-8: Curva dei volumi nel metodo delle sole piogge al caso in esame.

6.5.3 Stazioni di sollevamento dei sistemi di laminazione IN52 Riqualfica Via san Donato

Le vasche di laminazione presenti lungo Via San Donato e descritte nel paragrafo 6.8 sono tutte dotate di un sistema di sollevamento per lo scarico nel sistema fognario di Via del Pilastro. Questi sistemi hanno tutti le stesse caratteristiche in quanto le portate vengono sollevate dal fondo delle vasche in un collettore che scaricherà a gravità nella suddetta fognatura. L'unica variabile è la portata che in un caso OI30 è pari a 7 l/s mentre per gli altri due sistemi di laminazione è pari 5l/s.

Tutti e tre i sistemi di pompaggio saranno nella configurazione 1+1 con una pompa attiva e una di riserva.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva delle caratteristiche dei tre sistemi di pompaggio

	Portata [l/s]	Prevalenza geodetica [m]	Lunghezza mandata [m]	Diametro mandata [mm]	Prevalenza totale [m]	Potenza [kW]
Vasca OI 30	7	2.1	4.5	110	2.3	1.5
Vasca OI 31	5	2.1	4.5	110	2.3	1.5
Canale ad U	5	2.1	4.5	110	2.3	1.5

Tabella 6.6 – Caratteristiche sistemi di pompaggio vasche di laminazione riqualfica Via San Donato

6.6 Interventi di manutenzione straordinaria

Come specificato nel paragrafo 3, diversi interventi sono classificati come manutenzione straordinaria in quanto non viene modificata la livelletta stradale né viene ampliata la carreggiata ma solamente riconfigurati i marciapiedi con l'inserimento dei percorsi ciclopedonali e rifatto il pacchetto di pavimentazione.

Sebbene questi interventi possano risultare di modesta entità vanno ad impattare sul sistema di drenaggio esistente. Questo non è noto nel dettaglio e quindi è stato previsto di riproporlo secondo lo schema con cui è stato costruito in precedenza mantenendo i receipti originari anche se la loro posizione precisa rimane ignota.

6.6.1 Schema di drenaggio

Sulla base della dei confronti avuti con gli enti, al fine di limitare le interferenze con i molteplici sottoservizi presenti, è stato scelto di riproporre lo schema di drenaggio esistente andando a sostituire le caditoie e il collettore di collegamento tra di esse. Nello specifico lo schema sarà composto da blocchi di cinque caditoie sifonate collegate tramite un collettore longitudinale di diametro DN250. Per alcuni casi particolari, il collettore utilizzato avrà un diametro DN315 Lo scarico nella fognatura mista avverrà

tramite pozzetti ciechi esistenti la cui posizione potrà essere definita solamente durante la fase esecutiva.

Sulla base della posizione dei sottoservizi presenti, la posizione del collettore DN250 potrà essere verso il centro strada oppure al disotto del marciapiede se presente.

Di seguito viene proposto lo schema sopra descritto

SCHEMA TIPOLOGICO RETE IDRAULICA ACQUE METEORICHE STRADALI

SCALA 1:200

indicazione alternative di convogliamento
sotto pavimentato o sotto marciapiede

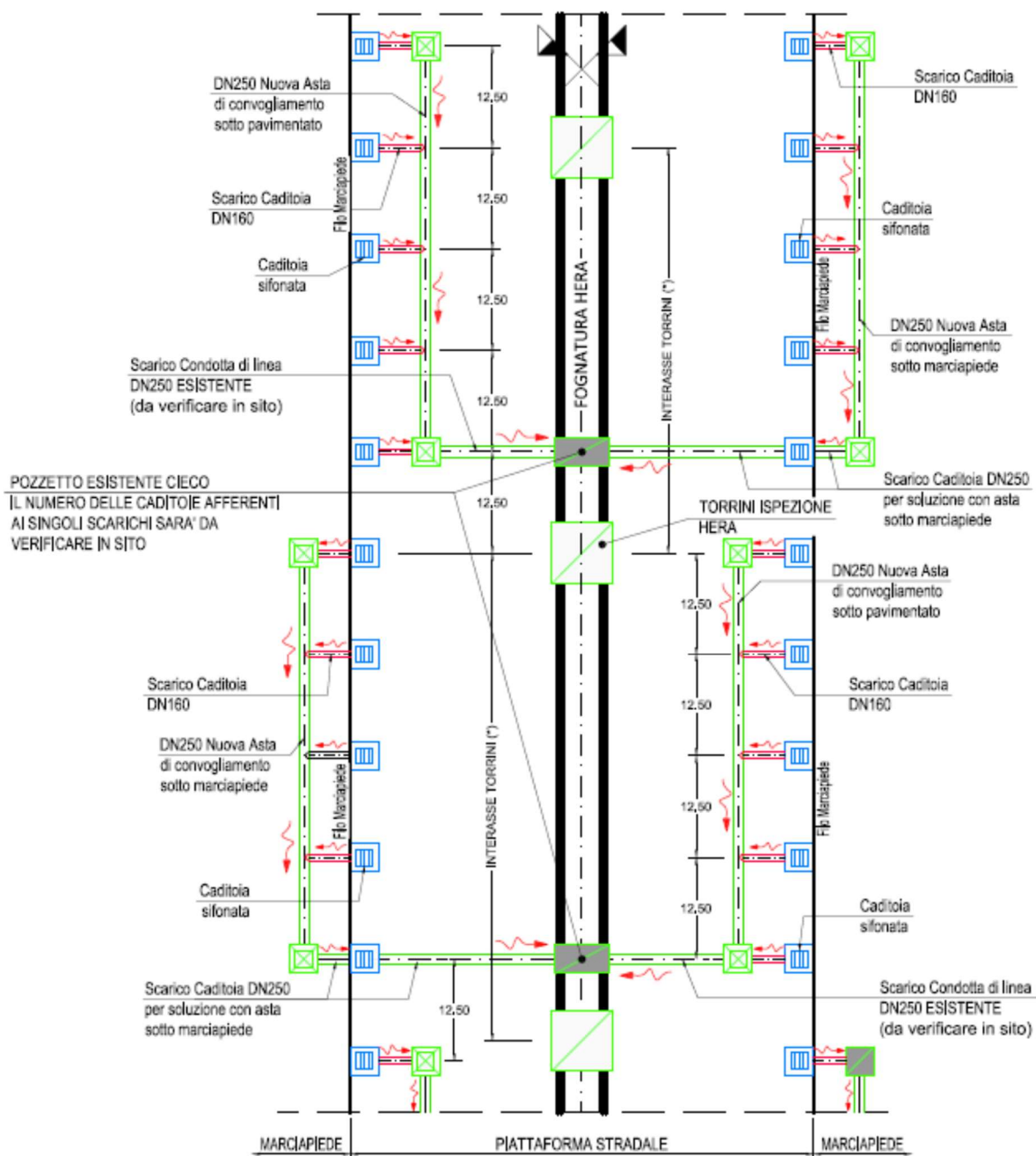


Figura 6-9: Schema di drenaggio per interventi di manutenzione straordinaria.

Laddove inoltre l'intervento stradale sia di entità ancora minore, è previsto lo spostamento e la sostituzione delle caditoie esistenti per una distanza massima pari a 5m.

6.7 Sistemi di laminazione dei parcheggi

Tra gli interventi in progetto sono presenti alcune nuove aree di parcheggio nei pressi di Via San Donnino e di Via Caselle. In rispetto delle normative dell'Autorità di Bacino e delle sue linee guida, sono stati previsti dei sistemi di laminazione per limitare la portata scaricata a 15 l/s*ha di superficie pavimentata. In questo sistema ricadono anche le acque meteoriche provenienti dalle aree di stallo che, sebbene siano previste con pavimentazioni permeabili che permettono in parte l'infiltrazione, sono state considerate come afferenti al sistema di laminazione. Il dimensionamento è stato eseguito secondo quanto riportato nel paragrafo 6.2.3.

Al fine di laminare gli scarichi, sono previsti dei canali in calcestruzzo di dimensioni pari a 3.00x0.85m posti al disotto dei marciapiedi dei parcheggi. Questi sono dotati di un setto con regolatore di portata. Lo scarico è previsto a gravità nel sistema fognario esistente. Per evitare rigurgiti nel sistema di laminazione dovuti ad insufficienze del sistema fognario, è previsto un pozzetto con valvola a clapet sulla tubazione di scarico.

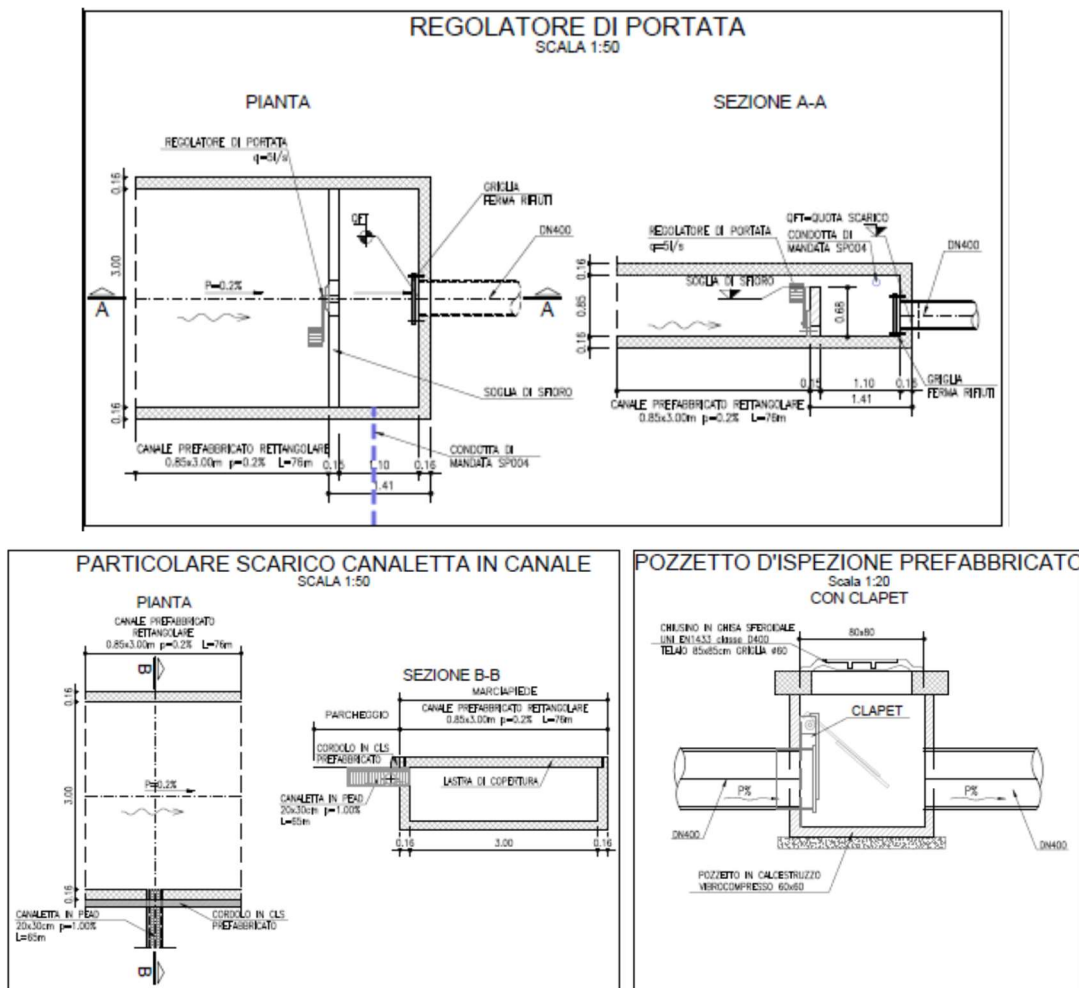


Figura 6-10: Sistema di laminazione dei parcheggi

6.8 Vasche di laminazione IN52 Riqualfica Via San Donato

Il progetto di riqualfica di Via San Donato prevede, oltre al riassetto e rifacimento del cavalcavia esistente, anche lo sviluppo di una nuova rampa separata e di una nuova rotatoria connessa alla nuova RP46 non oggetto di questa relazione. Al fine del rispetto della normativa vigente relativa alla laminazione, è stato necessario prevedere delle specifiche vasche di laminazione che raccogliessero le acque di piattaforma e limitassero lo scarico a 15 l/s per ettaro di nuova superficie pavimentata. Sulla base di questo criterio, quindi, sono state progettate due vasche in terra ed una tramite dei manufatti scatolari in calcestruzzo, che formano un canale rettangolare, aventi le funzioni sopracitate. Per tutti e tre è previsto lo scarico nella fognatura esistente situata lungo Via del Pilastro. Le vasche in terra sono identificate come OI30 e OI31.

Non essendo possibile lo scarico a gravità, per ogni vasca è previsto un sistema di sollevamento che scaricherà le acque in un collettore connesso ai pozzetti fognari. Il dimensionamento è stato fatto come descritto nel paragrafo 6.2.3. Il volume ottenuto è stato comparato con quello minimo richiesto dalla normativa e pari a 500 m³/ha di superficie pavimentata.

Per i dettagli relativi a queste vasche si rimanda agli elaborati specifici.

6.9 SP001 – SOTTOPASSO CICLOPEDONALE

Il nuovo sottopasso in progetto consente la connessione tra via di Roveretolo e via Colombo. Il passaggio sotto la ferrovia BO-PD avviene sfruttando il manufatto scatolare esistente mentre lato via Colombo il progetto si connette alle rampe ciclopedonali esistenti.

Dal punto di vista idraulico la rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, trattandosi di percorsi ciclopedonali, è stata dimensionata per tempo di ritorno 10 anni.

Lo schema di drenaggio è costituito da canalette continue trasversali e collettori longitudinali che convogliano le acque ad un vano pompe posto all'imbocco dello scatolare che sottopassa la ferrovia. Le acque sollevate vengono recapitate alla fognatura esistente presente lungo via Colombo.

Le canalette aventi dimensioni interne 15x10cm sono previste in PEAD e verranno collocate nei tratti piani di raccordo da due rampe contigue.

I collettori, aventi diametro DN160, sono previsti in PEAD SN8.

6.9.1 Dimensionamento collettori

Il dimensionamento dei collettori è stato effettuato per tempo di ritorno 10 anni considerando un tempo di corrivazione costante pari a 10 minuti.

Il coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 1 per le aree pavimentate e pari a 0.6 per le aree verdi.

Nella tabella seguente si riporta il dimensionamento dei collettori.

Tabella 6-7: Tabella dimensionamento collettori SP001

Tratto afferente	i[-]	Q [m ³ /s]	Ks	DN	Yu [m]	Yu/D (%)	A [m ²]	B [m]	Ri [m]	U=Q/A [m/s]
Area pav. nord	0,05	0,0069	80	160	0,046	34	0,004	0,170	0,026	1.563

6.9.2 Dimensionamento vano pompe e impianto di sollevamento

Il dimensionamento del vano pompe e dell'impianto di sollevamento rispetta le linee guida Hera.

Il vano per l'alloggiamento delle pompe, avente una dimensione interna a pianta rettangolare di lato 1.5x2m e altezza 2m, consente l'alloggiamento di 2 pompe di cui una di riserva.

Le macchine sono collocate ad un interasse di 60cm e ad una distanza dalle pareti laterali di 45cm, inoltre viene sempre garantito uno spazio libero sufficiente per consentire l'accesso in vasca dell'operatore.

Per mantenere il più possibile una condizione di calma all'interno della vasca, le tubazioni in ingresso vengono prolungate sino in prossimità del fondo della vasca mediante pluviali verticali ancorati alla parete.

Adottando una rotazione ciclica delle pompe ed applicando le seguenti formule si ricava il volume minimo della vasca.

$$V_{\min} = V / n + (n-1) * \Delta H * S$$

Dove:

$$V = Q / 4z;$$

Q = portata in ingresso;

z = avviamenti orari;

n = numero pompe;

ΔH = dislivello avvio e arresto pompe;

S = superficie vasca.

Nella tabella seguente si riporta il dimensionamento del vano pompe.

Tabella 6-8: Volume utile vano pompe SP001

	Q (l/s)	z	n	ΔH (m)	S (mq)	V_{min} (mc)	V_{utile vasca} (mc)
SP001	7	20	2	0.4	3	2.5	4.8

Le pompe adottate per l'impianto in progetto devono essere in grado di far fronte al dislivello geodetico tra monte e valle e alle perdite di carico che si verificano nelle condotte.

Il dislivello geodetico (ΔH_{geod}) è legato alla differenza di quota tra il fondo del comparto di alloggiamento delle pompe (corrispondente al livello minimo che può raggiungere l'acqua da sollevare) e il punto più alto lungo del percorso della condotta di mandata, corrispondente al punto di scarico.

Le perdite di carico distribuite, invece, sono determinate come:

$$\Delta H_{distr} = J \cdot L$$

Dove:

- J [m/m] = cadente idraulica;
- L [m] = lunghezza della condotta;

Per determinare la cadente idraulica si è fatto riferimento alla formula di Darcy – Weisbach:

$$J = \frac{\lambda \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D}$$

Dove:

- λ [-] = coefficiente d'attrito di Darcy;
- v [m/s] = velocità;
- g [m/s²] = accelerazione di gravità;
- D [m] = diametro interno della tubazione.

Il coefficiente d'attrito di Darcy è stato ricavato tramite l'espressione di Colebrook – White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \text{Log} \left[\frac{2.51}{\text{Re} \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{1}{3.71} \cdot \frac{\varepsilon}{D} \right]$$

in funzione del Numero di Reynolds, definito come:

$$\text{Re} = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

e del coefficiente d'attrito relativo ε/D , dove ε è la scabrezza assoluta e D è il diametro interno del condotto.

Per la scabrezza assoluta ε è stato assunto un valore di 5 mm, considerando cautelativamente tubazioni in esercizio con possibili fattori di disturbo.

Nell'espressione del Numero di Reynolds, si assume:

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ = densità dell'acqua;

$\mu = 1.006 \cdot 10^{-3} \text{ N*s/m}^2$ = viscosità dell'acqua a 20 °C.

Come perdite di carico concentrate, sono state considerate quelle di sbocco, quelle relative alle curve e al valvolame presente.

Le perdite di concentrate sono state valutate come:

$$\Delta H_{conc} = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Dove:

- v [m/s] = velocità;
- g [m/s²] = accelerazione di gravità;
- ξ = parametro perdite concentrate.

Tabella 6-9 – Parametri perdite concentrate

	Parametro perdite concentrate
Curva a 90°	0.25
Saracinesca	0.2
Valvola di ritegno	1
Sbocco	1

La prevalenza richiesta alla pompa è stata quindi valutata come:

$$\Delta H_{tot} = \Delta H_{geod} + \Delta H_{distr} + \Delta H_{conc}$$

dove:

- ΔH_{geod} [m] = dislivello geodetico;
- ΔH_{distr} [m] = perdite di carico distribuite;
- ΔH_{conc} [m] = perdite di carico concentrate.

Nella tabella seguente, che sintetizza le caratteristiche dell'impianto di sollevamento in progetto.

Tabella 6-10 – Caratteristiche impianti di sollevamento delle vasche di accumulo e laminazione

	Quota fondo pompa	Quota recapito	Dislivello geodetico	Portata totale	Portata singola pompa	DN mandata	Velocità	Lungh. Mandata	Prevalenza totale	Numero pompe	Potenza singola pompa
	[m]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[mm]	[m/s]	[m]	[m]	[-]	[kW]
SP001	29.05	32.8	3.75	7	7	110	0.93	74	4.60	1+1	1.5

Le condotte di mandata sono previste in PEAD PE100 PN10.

Sulle mandate di ogni singola macchina è prevista l'installazione di valvola di ritegno e saracinesca.

Gli impianti di sollevamento sono serviti di gruppo elettrogeno che può attivarsi in caso di mancanza alimentazione elettrica.

In condizioni di eccezionali laddove il battente in vasca raggiunga un livello idrico inferiore a 50cm rispetto al piano della pavimentazione è prevista l'accensione anche della pompa di riserva in parallelo alla quella già attiva; inoltre come ulteriore predisposizione di sicurezza, nel punto di minimo della pista ciclopedonale in cui è situato il vano pompe, è collocato un misuratore di livello che per tiranti idrici in piattaforma maggiori di 20cm attiva le lanterne semaforiche poste agli imbocchi impedendone l'accesso.

APPENDICE A: VERIFICHE IDRAULICHE
ELEMENTI MARGINALI FERRARESE RIVANI CASELLE ZAMBECCARI

Viabilità	SEZ	Tipologia elemento	b (m)	i _i (%)	i _t (%)	i (%)	L _{eff} (m)	T _a (min)	i' (mm/h)	q ₀ (l/s/m)	Q (l/s)	Interasse (m)
Ferrarese	6B-10	Caditoia	9.00	2.00	2.50	3.20	11.53	3.49	146.10	0.37	5.48	15.00
	10-13	Caditoia	9.00	0.30	2.50	2.52	9.06	3.35	148.97	0.37	3.72	10.00
	13-17	Caditoia	9.00	2.50	2.50	3.54	12.73	3.54	144.94	0.36	5.44	15.00
	pista ciclopedonale	Caditoia	2.00	0.20	2.50	2.51	2.01	3.00	157.13	0.09	1.75	20.00
Rivani	pend. Variabile	Caditoia	7.00	1.00	2.50	2.69	7.54	3.00	157.13	0.31	4.58	15.00
Caselle	6-10	Caditoia	4.00	3.00	1.70	3.45	8.11	3.00	157.13	0.17	2.62	15.00
	10-17	Caditoia	4.00	0.35	1.90	1.93	4.07	3.00	157.13	0.17	1.75	10.00
Zambeccari	1-7	Caditoia	6.50	3.00	2.50	3.91	10.15	3.06	155.58	0.28	4.21	15.00
	7-11 (canaletta)	Canaletta	6.50	0.20	2.50	2.51	6.52	3.00	157.13	0.28	15.89	56.00

RIQUALIFICA VIA FERRARESE - 14+701

Collettore	Nodo Ini.	Nodo Fin.	z _{ini} (m)	z _{fin} (m)	L (m)	i _{i=J} (%)	i _i (%)	i _{tot} (%)	b (m)	L _{eff} (m)	K (m ^{1/3} /s)	S _p (mq)	S _t (mq)	φ _p (-)	φ _m (-)	t _a (min)	t _r (min)	t _c (min)	i (mm/h)	Q _p (m ³ /s)	DN (mm)	DI (mm)	GDR (.)	V (m/s)
1	1	2	35,63	34,70	45,00	2,07	2,50	3,24	11,00	14,27	80,00	482,00	482,00	1,00	1,00	3,86	0,36	4,22	133,20	0,018	315	272,00	0,27	1,40
2	2	3	34,70	34,62	40,00	0,20	2,50	2,51	15,00	15,05	80,00	588,00	1070,00	1,00	1,00	4,32	0,62	4,94	123,38	0,037	400	347,00	0,53	0,72
3	3	4	34,62	34,53	40,00	0,23	2,50	2,51	19,00	19,08	80,00	760,00	1830,00	1,00	1,00	4,86	0,53	5,47	117,41	0,060	400	347,00	0,71	0,83
4	5	4	35,22	34,53	15,00	4,60	2,50	5,24	10,00	20,94	80,00	150,00	150,00	1,00	1,00	3,99	0,13	4,11	134,82	0,006	315	272,00	0,13	1,33
5	4	8	34,53	34,49	13,50	0,30	2,50	2,52	2,00	2,01	80,00	27,00	2007,00	1,00	1,00	1,58	0,16	5,63	115,79	0,065	400	347,00	0,68	0,95
6	6	7	35,40	34,61	45,00	1,76	2,50	3,05	5,00	6,11	80,00	235,00	235,00	1,00	1,00	2,58	0,44	3,02	156,60	0,010	315	272,00	0,21	1,13
7	7	8	34,61	34,49	60,00	0,20	2,50	2,51	7,00	7,02	80,00	391,00	626,00	1,00	1,00	2,95	1,04	4,06	135,67	0,024	315	272,00	0,61	0,64
8	8	9	34,49	34,48	5,00	0,20	2,50	2,51	1,00	1,00	80,00	5,00	2638,00	1,00	1,00	1,12	0,06	5,69	115,17	0,084	500	433,00	0,62	0,88

RIQUALIFICA VIA ZAMBECCARI - 15+227

COLLETTORI												DATI C.P.P.		FOGNATURA PLUVIALE/MISTA (METODO DELLA CORRIVAZIONE)											
												a (mm/h)	36.75												
												TEMPO DI RITORNO 10 ANNI	0.52												
												CARATTERISTICHE DEI BACINI													
Collettore	Nodo Ini.	Nodo Fin.	z _{ini} (m)	z _{fin} (m)	L (m)	i _{i=J} (%)	i _i (%)	i _{tot} (%)	b (m)	L _{eff} (m)	K (m ^{1/3} /s)	S _p (mq)	S _t (mq)	φ _p (-)	φ _m (-)	t _a (min)	t _r (min)	t _c (min)	i (mm/h)	Q _p (m ³ /s)	DN (mm)	DI (mm)	GDR (.)	V (m/s)	
1	1	2	36.87	36.24	18.00	3.50	2.50	4.30	6.50	11.18	80.00	194.00	194.00	1.00	1.00	3.11	0.15	3.26	150.92	0.008	315	272.00	0.16	1.34	
2	2	3	36.24	36.23	5.00	0.20	2.50	2.51	0.00	0.00	80.00	0.00	194.00	1.00	1.00	0.00	0.11	3.37	148.41	0.008	315	272.00	0.83	0.48	
3	3	4	36.23	36.16	21.00	0.33	2.50	2.52	6.50	6.56	80.00	107.00	301.00	1.00	1.00	2.85	0.36	3.73	141.30	0.012	315	272.00	0.35	0.65	
4	4	5	36.16	36.10	31.00	0.19	2.50	2.51	0.00	0.00	80.00	0.00	301.00	2.00	1.00	0.00	0.66	4.39	130.58	0.011	315	272.00	0.39	0.52	
5	5	6	36.10	36.04	32.00	0.19	2.50	2.51	0.00	0.00	80.00	0.00	301.00	3.00	1.00	0.00	0.70	5.10	121.51	0.010	315	272.00	0.38	0.51	
6	6	7	36.04	36.01	17.00	0.18	2.50	2.51	6.50	6.52	80.00	280.00	581.00	4.00	2.45	2.84	0.26	5.36	118.60	0.047	400	347.00	0.65	0.72	

RIQUALIFICA VIA RIVANI - 19+341

COLLETTORI												DATI C.P.P. TEMPO DI RITORNO 10 ANNI				CARATTERISTICHE DEI BACINI		FOGNATURA PLUVIALE/MISTA (METODO DELLA CORRIVAZIONE)							
												a (mm/h)	36.75												
												n (-)	0.52												
Collettore	Nodo Ini.	Nodo Fin.	z _{ini} (m)	z _{fin} (m)	L (m)	i _{ij} (%)	i _t (%)	i _{tot} (%)	b (m)	L _{eff} (m)	K (m ^{1/3} /s)	S _p (mq)	S _r (mq)	φ _p (-)	φ _m (-)	t _s (min)	t _r (min)	t _c (min)	i (mm/h)	Q _p (m ³ /s)	DN (mm)	DI (mm)	GDR (-)	V (m/s)	
1	1	2	52.32	52.25	32.00	0.22	2.50	2.51	6.50	6.52	80.00	209.65	209.65	1.00	1.00	2.84	0.70	3.54	144.93	0.008	315	272.00	0.33	0.51	
2	2	3	52.25	52.20	25.00	0.20	2.50	2.51	6.50	6.52	80.00	117.90	327.55	1.00	1.00	2.84	0.51	4.05	135.80	0.012	315	272.00	0.41	0.55	
3	3	4	52.20	52.11	46.00	0.20	2.50	2.51	6.50	6.52	80.00	273.00	600.55	1.00	1.00	2.84	0.83	4.88	124.09	0.021	315	272.00	0.56	0.62	
4	4	5	52.11	52.01	46.00	0.22	2.50	2.51	6.50	6.52	80.00	270.00	870.55	1.00	1.00	2.84	0.74	5.63	115.83	0.028	315	272.00	0.66	0.69	
5	5	8	52.01	51.98	18.00	0.17	2.50	2.51	6.50	6.51	80.00	300.10	1170.65	1.00	1.00	2.84	0.30	5.92	112.97	0.037	400	347.00	0.56	0.67	
6	6	7	53.03	52.55	28.00	1.71	2.50	3.03	6.50	7.88	80.00	151.00	151.00	1.00	1.00	2.94	0.32	3.26	151.02	0.006	315	272.00	0.17	0.97	
7	7	8	52.55	51.98	34.00	1.68	2.50	3.01	6.50	7.83	80.00	275.00	426.00	1.00	1.00	2.93	0.29	3.55	144.84	0.017	315	272.00	0.28	1.29	
8	8	9	51.98	51.92	10.00	0.60	2.50	2.57	6.50	6.68	80.00	0.00	1596.65	1.00	1.00	2.86	0.10	6.02	112.09	0.050	315	272.00	0.69	1.15	

RIQUALIFICA VIA CASELLE - 21+785

COLLETTORI												DATI C.P.P. TEMPO DI RITORNO 10 ANNI				CARATTERISTICHE DEI BACINI		FOGNATURA PLUVIALE/MISTA (METODO DELLA CORRIVAZIONE)							
												a (mm/h)	36.75												
												n (-)	0.52												
Collettore	Nodo Ini.	Nodo Fin.	z _{ini} (m)	z _{fin} (m)	L (m)	i _{ij} (%)	i _t (%)	i _{tot} (%)	b (m)	L _{eff} (m)	K (m ^{1/3} /s)	S _p (mq)	S _r (mq)	φ _p (-)	φ _m (-)	t _s (min)	t _r (min)	t _c (min)	i (mm/h)	Q _p (m ³ /s)	DN (mm)	DI (mm)	GDR (-)	V (m/s)	
1	1	2	50.21	48.35	44.00	4.23	2.50	4.91	5.00	9.82	80.00	198.00	198.00	1.00	1.00	2.79	0.34	3.13	154.02	0.008	315	272.00	0.16	1.45	
2	2	3	48.35	47.36	25.00	3.96	2.50	4.68	5.00	9.37	80.00	112.50	310.50	1.00	1.00	2.77	0.17	3.30	150.07	0.013	315	272.00	0.20	1.61	
3	3	4	47.36	47.31	22.00	0.23	2.50	2.51	5.00	5.02	80.00	99.00	409.50	1.00	1.00	2.49	0.40	3.70	142.00	0.016	315	272.00	0.46	0.61	
4	4	5	47.31	47.26	23.00	0.22	2.50	2.51	5.00	5.02	80.00	103.50	513.00	1.00	1.00	2.49	0.40	4.10	135.02	0.019	315	272.00	0.52	0.63	
5	6	7	49.94	48.49	27.00	5.37	2.50	5.92	5.00	11.85	80.00	121.50	121.50	1.00	1.00	2.88	0.22	3.10	154.71	0.005	315	272.00	0.12	1.37	
6	7	5	48.49	47.26	26.00	4.73	2.50	5.35	5.00	10.70	80.00	117.00	238.50	1.00	1.00	2.83	0.18	3.28	150.49	0.010	315	272.00	0.17	1.59	
7	8	9	50.21	48.35	45.00	4.13	2.50	4.83	5.00	9.66	80.00	202.50	202.50	1.00	1.00	2.78	0.34	3.13	154.02	0.009	315	272.00	0.16	1.45	
8	9	10	48.35	47.36	25.00	3.96	2.50	4.68	5.00	9.37	80.00	112.50	315.00	1.00	1.00	2.77	0.17	3.30	150.07	0.013	315	272.00	0.20	1.62	
9	10	11	47.36	47.31	22.00	0.23	2.50	2.51	5.00	5.02	80.00	99.00	414.00	1.00	1.00	2.49	0.40	3.69	142.03	0.016	315	272.00	0.47	0.62	
10	11	12	47.31	47.26	23.00	0.22	2.50	2.51	5.00	5.02	80.00	103.50	517.50	1.00	1.00	2.49	0.40	4.10	135.06	0.019	315	272.00	0.52	0.63	
11	13	14	50.18	49.94	11.00	2.18	2.50	3.32	5.00	6.64	80.00	49.50	49.50	1.00	1.00	2.61	0.16	3.00	157.13	0.002	315	272.00	0.10	0.77	
12	14	15	49.94	49.59	12.00	2.92	2.50	3.84	5.00	7.68	80.00	54.00	103.50	1.00	1.00	2.68	0.13	3.13	154.01	0.004	315	272.00	0.13	1.05	
13	15	17	49.59	48.07	26.00	5.85	2.50	6.36	5.00	12.72	80.00	117.00	220.50	1.00	1.00	2.91	0.17	3.30	150.04	0.009	315	272.00	0.15	1.67	
14	16	17	48.19	48.07	15.00	0.80	2.50	2.62	5.00	5.25	80.00	67.50	67.50	1.00	1.00	2.51	0.28	3.00	157.13	0.003	315	272.00	0.14	0.59	
15	17	12	48.07	47.26	19.00	4.26	2.50	4.94	5.00	9.88	80.00	85.50	373.50	1.00	1.00	2.79	0.12	3.42	147.43	0.015	315	272.00	0.21	1.74	
16	18	19			40.00	0.20	2.50	2.51	5.00	5.02	80.00	200.00	200.00	1.00	1.00	2.49	0.91	3.40	147.77	0.008	315	272.00	0.33	0.49	
17	19	20			39.00	0.20	2.50	2.51	5.00	5.02	80.00	195.00	395.00	1.00	1.00	2.49	0.76	4.16	134.05	0.015	315	272.00	0.45	0.57	
18	20	21			34.00	0.20	2.50	2.51	5.00	5.02	80.00	170.00	565.00	1.00	1.00	2.49	0.61	4.78	125.39	0.020	315	272.00	0.54	0.62	
19	21	22			26.00	0.20	2.50	2.51	5.00	5.02	80.00	130.00	695.00	1.00	1.00	2.49	0.45	5.23	120.01	0.023	315	272.00	0.60	0.64	
20	22	23			27.00	0.20	2.50	2.51	5.00	5.02	80.00	135.00	830.00	1.00	1.00	2.49	0.46	5.69	115.23	0.027	315	272.00	0.66	0.66	
21	24	25			33.00	0.20	2.50	2.51	3.00	3.01	80.00	99.00	99.00	1.00	1.00	1.93	0.90	3.00	157.13	0.004	315	272.00	0.24	0.41	

RO010 - ADEG. ROT. V.CASELLE pk21+750

COLLETTORI												DATI C.P.P. TEMPO DI RITORNO 10 ANNI				CARATTERISTICHE DEI BACINI		FOGNATURA PLUVIALE/MISTA (METODO DELLA CORRIVAZIONE)									
Collettore	Nodo Ini.	Nodo Fin.	z _{ini} (m)	z _{fin} (m)	L (m)	i _≡ (%)	i _t (%)	i _{tot} (%)	b (m)	L _{eff} (m)	K (m ³ /s)	S _p (mq)	S _r (mq)	φ _p (-)	φ _m (-)	t _s (min)	t _r (min)	t _c (min)	i (mm/h)	Q _p (m ³ /s)	DN (mm)	DI (mm)	GDR (-)	V (m/s)			
22	26	27			44.00	0.20	2.50	2.51	5.00	5.02	80.00	198.00	198.00	1.00	1.00	2.49	1.01	3.50	145.76	0.008	315	272.00	0.33	0.48			
23	27	28			47.00	0.20	2.50	2.51	5.00	5.02	80.00	211.50	409.50	1.00	1.00	2.49	0.91	4.41	130.29	0.015	315	272.00	0.46	0.57			
24	29	30			36.00	0.50	2.50	2.55	6.00	6.12	80.00	216.00	216.00	1.00	1.00	2.74	0.58	3.32	149.70	0.009	315	272.00	0.27	0.70			
25	30	31			31.00	0.50	2.50	2.55	6.00	6.12	80.00	186.00	402.00	1.00	1.00	2.74	0.42	3.74	141.23	0.016	315	272.00	0.37	0.81			

RO008 - NUOVA ROTORIA VIA MATTEI

COLLETTORI												DATI C.P.P. TEMPO DI RITORNO 10 ANNI				CARATTERISTICHE DEI BACINI		FOGNATURA PLUVIALE/MISTA (METODO DELLA CORRIVAZIONE)									
Collettore	Nodo Ini.	Nodo Fin.	z _{ini} (m)	z _{fin} (m)	L (m)	i _≡ (%)	i _t (%)	i _{tot} (%)	b (m)	L _{eff} (m)	K (m ³ /s)	S _p (mq)	S _r (mq)	φ _p (-)	φ _m (-)	t _s (min)	t _r (min)	t _c (min)	i (mm/h)	Q _p (m ³ /s)	DN (mm)	DI (mm)	GDR (-)	V (m/s)			
1	1	2			18.00	0.20	2.50	2.51	4.00	4.01	80.00	72.00	72.00	1.00	1.00	2.23	0.54	3.00	157.13	0.003	315	272.00	0.20	0.37			
2	2	3			18.00	0.20	2.50	2.51	4.00	4.01	80.00	72.00	144.00	1.00	1.00	2.23	0.45	3.45	146.82	0.006	315	272.00	0.28	0.44			
3	3	4			17.00	0.20	2.50	2.51	4.00	4.01	80.00	68.00	212.00	1.00	1.00	2.23	0.39	3.84	139.45	0.008	315	272.00	0.33	0.49			
4	4	5			14.00	0.20	2.50	2.51	4.00	4.01	80.00	56.00	268.00	1.00	1.00	2.23	0.30	4.14	134.42	0.010	315	272.00	0.37	0.52			

RO011 - ADEGUAMENTO ROTATORIA MASSERENTI

COLLETTORI												DATI C.P.P. TEMPO DI RITORNO 10 ANNI				CARATTERISTICHE DEI BACINI		FOGNATURA PLUVIALE/MISTA (METODO DELLA CORRIVAZIONE)									
Collettore	Nodo Ini.	Nodo Fin.	z _{ini} (m)	z _{fin} (m)	L (m)	i _≡ (%)	i _t (%)	i _{tot} (%)	b (m)	L _{eff} (m)	K (m ³ /s)	S _p (mq)	S _r (mq)	φ _p (-)	φ _m (-)	t _s (min)	t _r (min)	t _c (min)	i (mm/h)	Q _p (m ³ /s)	DN (mm)	DI (mm)	GDR (-)	V (m/s)			
1	1	2			22.00	0.20	2.50	2.51	4.00	4.01	80.00	88.00	88.00	1.00	1.00	2.23	0.62	3.00	157.13	0.004	315	272.00	0.22	0.39			
2	3	4			31.00	0.20	2.50	2.51	4.00	4.01	80.00	124.00	124.00	1.00	1.00	2.23	0.80	3.03	156.47	0.005	315	272.00	0.27	0.43			

RIQUALIFICA VIALE EUROPA – 16+427
Elementi Marginali

Asse	PK inizio	PK fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m ²)	t _a (min)	i (mm/h)	i _t (%)	i _l (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
RS033E	146.45	108.95	37.50	13.75	515.63	4.44	129.88	2.93	2.50	0.50	7.93	15
RS033E	0.00	108.95	108.95	13.75	1498.06	4.21	133.31	1.24	2.50	0.51	5.16	10
RS033E	149.40	195.00	45.60	14.35	654.36	4.27	132.33	0.99	2.50	0.53	4.61	5
RS033E	195.00	230.00	35.00	14.35	502.25	4.25	132.65	0.75	2.50	0.53	4.01	5

Collettori

Tratto	PK inizio	PK fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m ²)	i _t (%)	t _a (min)	i (mm/h)	Q (m ³ /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
PX1	146.45	108.95	37.50	315	515.63	2.93	4.84	124.65	0.02	0.07	25	1.59
PX2	108.95	58.95	50.00	315	687.50	1.24	4.87	124.26	0.02	0.10	36	1.27
PX3	58.95	0.00	58.95	315	1498.06	1.24	5.51	117.01	0.05	0.15	54	1.53
PX5	149.40	195.00	45.60	300	654.36	0.99	4.94	123.35	0.02	0.10	32	1.14

RIQUALIFICA VIA COLOMBO
Elementi Marginali

Asse	PK inizio	PK fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m ²)	t _a (min)	i (mm/h)	i _i (%)	i _t (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
Direzione Sud	125.58	170.00	44.42	10.45	464.19	3.61	143.67	0.29	2.50	0.42	0.39	5
Direzione Nord	170.00	208.92	38.92	10.45	406.71	3.61	143.65	0.33	2.50	0.42	0.42	5
Via Colombo	208.92	245.00	36.08	9.45	340.96	3.49	146.02	1.23	2.50	0.38	5.14	10
Via Colombo	245.00	300.00	55.00	19.90	1094.50	5.16	120.81	1.85	2.50	0.67	6.30	10
Via Colombo	300.00	340.00	40.00	19.90	796.00	4.98	122.84	0.40	2.50	0.68	2.93	5
Via Colombo	340.00	405.00	65.00	9.45	614.25	3.43	147.15	0.40	2.50	0.39	2.93	5
Via Colombo	405.00	454.00	49.00	19.90	975.10	4.45	129.77	0.40	3.50	0.72	5.10	5
Via Colombo	126.57	80.00	46.57	9.45	440.09	3.47	146.32	1.06	2.50	0.38	4.77	10
Via Colombo	126.57	80.00	46.57	9.45	440.09	3.47	146.32	1.06	2.50	0.38	4.77	10
Via Colombo	80.00	20.00	60.00	19.90	1194.00	5.04	122.15	1.06	2.50	0.68	4.77	5
Via Colombo	20.00	0.00	20.00	9.45	189.00	3.47	146.32	1.06	2.50	0.38	4.77	10
Via Colombo	20.00	0.00	20.00	9.45	189.00	3.47	146.32	1.06	2.50	0.38	4.77	10
Via Colombo	0.00	150.00	150.00	12.00	1800.00	3.87	138.87	0.40	2.50	0.46	2.93	5
Sottovia Ferroviario	145.00	102.00	43.00	7.50	322.50	3.06	155.63	0.40	2.50	0.32	0.00	0
Via Colombo	150.00	240.00	90.00	10.00	900.00	3.53	145.23	0.26	2.50	0.40	2.36	5
Via Colombo	240.00	309.00	69.00	10.00	690.00	3.53	145.22	0.28	2.50	0.40	2.45	5
Via Colombo	0.00	72.50	72.50	12.00	870.00	4.18	133.76	0.50	2.00	0.45	2.27	5
Via Colombo	72.50	87.50	15.00	12.00	180.00	4.18	133.76	0.50	2.00	0.45	2.27	5
Sottovia Ferroviario	201.32	164.74	36.58	7.50	274.35	3.05	155.78	0.09	2.50	0.32	0.00	0
Via Colombo	164.74	116.00	48.74	12.00	584.88	4.17	133.87	0.40	2.00	0.45	2.03	5
Via Colombo	116.00	87.55	28.45	12.00	341.40	3.46	146.71	0.40	3.50	0.49	5.10	10
Via Colombo	201.32	228.32	27.00	12.00	324.00	3.45	146.78	0.09	3.50	0.49	2.42	5
Via Colombo	228.32	243.37	15.05	12.00	180.60	3.87	138.88	0.39	2.50	0.46	2.89	5
Via Colombo	243.37	308.48	65.11	10.00	651.10	3.15	153.34	0.39	3.50	0.43	5.04	10

Collettori

Tratto	PK inizio	PK fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m ²)	i _i (%)	t _a (min)	i (mm/h)	Q (m ³ /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
PA	167.49	125.76	41.73	250	464.19	0.29	4.63	127.30	0.02	0.12	49.58	0.68
PB	167.49	209.77	42.28	250	406.71	0.33	4.63	127.30	0.01	0.11	44.28	0.69
P1	209.00	245.00	36.00	315	340.20	1.23	4.06	135.75	0.01	0.07	26.12	1.06
P2	245.00	300.00	55.00	315	1774.90	1.85	5.65	115.56	0.06	0.14	52.39	1.85
P3	209.00	245.00	36.00	315	340.20	1.23	4.06	135.75	0.01	0.07	26.12	1.06
P4	245.00	245.00	13.50	315	340.20	0.50	4.35	131.19	0.01	0.09	32.35	0.76
P5	300.00	340.00	40.00	400	2570.90	0.40	6.25	110.03	0.08	0.24	70.05	1.11
P6	340.00	405.00	65.00	400	3185.15	0.40	7.21	102.68	0.09	0.28	79.29	1.13
P7	405.00	405.00	13.50	400	3185.15	0.50	7.39	101.46	0.09	0.25	71.23	1.25
P8	340.00	405.00	65.00	315	614.25	0.40	4.77	125.46	0.02	0.13	46.25	0.81
P9	405.00	454.00	49.00	500	4774.50	0.40	8.04	97.44	0.13	0.28	65.44	1.27
P11	126.57	80.00	46.57	315	440.09	1.06	4.19	133.57	0.02	0.08	30.69	1.08
P12	80.00	80.00	13.50	315	440.09	0.50	4.47	129.53	0.02	0.10	36.82	0.82
P13	126.57	80.00	46.57	315	440.09	1.06	4.19	133.57	0.02	0.08	30.69	1.08
P14	80.00	40.00	40.00	315	1676.17	1.06	4.92	123.67	0.06	0.17	62.95	1.49
P15	40.00	0.00	40.00	400	2263.17	1.06	5.33	118.91	0.07	0.17	49.39	1.61
P17	20.00	0.00	20.00	315	189.00	1.06	3.86	139.01	0.01	0.06	20.44	0.86
P20	145.00	102.00	43.00	315	576.00	0.40	4.77	125.53	0.02	0.12	44.60	0.80
P22	99.00	44.00	55.00	315	696.00	0.40	4.96	123.11	0.02	0.13	49.18	0.84
P23	44.00	0.00	44.00	315	1224.00	0.40	5.55	116.63	0.04	0.19	68.26	0.94
P25	150.00	195.00	45.00	315	450.00	0.26	4.70	126.38	0.02	0.12	43.99	0.64
P26	195.00	240.00	45.00	315	900.00	0.26	5.71	114.96	0.03	0.17	63.29	0.74
P28	309.00	274.00	35.00	315	350.00	0.28	4.47	129.50	0.01	0.10	38.04	0.62

Tratto	PK inizio	PK fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m ²)	i _i (%)	t _a (min)	i (mm/h)	Q (m ³ /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
P29	274.00	240.00	34.00	315	690.00	0.28	5.25	119.82	0.02	0.15	53.53	0.73
P30	0.00	36.00	36.00	315	432.00	0.50	4.93	123.47	0.01	0.10	35.53	0.80
P31	36.00	72.50	36.50	315	870.00	0.50	5.57	116.37	0.03	0.14	50.80	0.95
P32	72.50	72.50	7.50	315	870.00	0.50	5.70	115.06	0.03	0.14	50.46	0.95
P33	72.50	87.50	15.00	315	1050.00	0.50	5.96	112.67	0.03	0.15	55.83	0.99
P35	164.74	116.00	48.74	315	859.23	0.40	5.10	121.51	0.03	0.15	55.37	0.88
P36	116.00	116.00	7.50	315	859.23	0.50	5.23	120.02	0.03	0.14	51.36	0.95
P37	116.00	87.55	28.45	315	1200.63	0.40	5.74	114.72	0.04	0.18	66.50	0.93
P38	201.32	243.37	42.05	315	504.60	0.39	4.78	125.35	0.02	0.11	41.69	0.77
P39	243.37	243.37	7.50	315	504.60	0.39	4.94	123.31	0.02	0.11	41.31	0.76
P40	243.37	290.72	47.35	315	473.50	0.39	4.18	133.78	0.02	0.11	41.72	0.77
P42	290.72	308.48	17.76	315.00	177.60	0.39	3.66	142.75	0.01	0.07	25.78	0.59

RIQUALIFICA VIA SAN DONATO
Elementi Marginali

Asse	PK inizio	PK fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m ²)	t _a (min)	i (mm/h)	i _l (%)	i _t (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
San Donato 2	144.39	186.91	42.52	10.20	433.70	3.67	142.59	1.61	2.50	0.40	5.88	10
San Donato 2	186.91	247.19	60.28	10.00	602.80	3.75	141.01	2.62	2.50	0.39	7.50	20
San Donato 1	103.00	58.27	44.73	9.15	409.28	3.47	146.39	1.61	2.50	0.37	5.88	10
San Donato 1	58.27	0.00	58.27	10.00	582.70	3.75	141.01	2.62	2.50	0.39	7.50	20
Pista ciclabile	103.00	58.27	44.73	7.00	313.11	4.45	129.73	1.61	1.00	0.25	1.29	5
San Donato 2	144.39	118.00	26.39	10.20	269.18	3.57	144.33	0.54	2.50	0.41	3.41	5
San Donato 2	118.00	88.36	29.64	10.00	296.40	3.39	148.19	2.82	3.25	0.41	11.99	20
San Donato 2	88.36	49.30	39.06	10.00	390.60	3.42	147.45	4.52	3.50	0.41	17.15	20
San Donato 2	49.30	28.00	21.30	10.00	213.00	3.44	147.02	2.22	3.00	0.41	9.33	20
San Donato 2	28.00	0.00	28.00	10.00	280.00	3.54	144.96	0.61	2.50	0.40	3.62	10
San Donato 1	103.00	127.88	24.88	9.15	227.65	3.39	148.19	0.54	2.50	0.38	3.41	5
San Donato 1	127.88	159.56	31.68	9.50	300.96	3.41	147.69	2.82	3.00	0.39	10.51	20
San Donato 1	159.56	204.62	45.06	9.50	428.07	3.33	149.30	4.52	3.50	0.39	17.15	20
San Donato 1	204.62	222.14	17.52	9.50	166.44	3.35	148.86	2.22	3.00	0.39	9.33	20
RO021	0.00	166.49	166.49	12.00	1997.88	5.25	119.82	0.10	1.00	0.40	0.00	20
San Donato 1	243.16	222.14	21.02	9.50	199.69	3.24	151.27	0.61	3.00	0.40	4.89	10
SAD_SUD 2	0.00	70.38	70.38	10.00	703.80	3.15	153.38	0.27	3.50	0.43	4.19	10
SAD_SUD	317.56	259.91	57.65	10.00	576.50	3.16	153.33	0.41	3.50	0.43	5.17	10
SAD_SUD	260.81	176.31	84.50	10.00	845.00	3.16	153.33	0.41	3.50	0.43	5.17	10
SAD_SUD 2	70.38	155.42	85.04	10.00	850.40	3.15	153.39	0.25	3.50	0.43	4.03	10
SAD_SUD	160.70	99.86	60.84	10.00	608.40	3.54	144.92	0.64	2.50	0.40	3.71	10
SAD_SUD 2	171.62	231.99	60.37	10.00	603.70	3.55	144.78	0.76	2.50	0.40	4.04	10
SAD_SUD	97.36	49.92	47.44	10.00	474.40	3.54	145.09	0.47	2.50	0.40	3.18	10
SAD_SUD 2	234.49	281.96	47.47	10.00	474.70	3.54	145.10	0.46	2.50	0.40	3.14	10
SAD_SUD	47.48	0.00	47.48	10.00	474.80	3.54	145.09	0.47	2.50	0.40	3.18	10
SAD_SUD 2	284.49	331.92	47.43	10.00	474.30	3.54	145.10	0.46	2.50	0.40	3.14	10

Collettori

Tratto	PK inizio	PK fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m ²)	i _l (%)	t _a (min)	i (mm/h)	Q (m ³ /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
P0	149	187	37.5	300	434	1.61	4.17	133.94	0.016	0.072	24.0	1.24
P00	98	58	39.7	300	409	1.61	4.01	136.43	0.016	0.071	23.5	1.22
P000	139	118	21.4	300	269	0.83	3.99	136.85	0.010	0.068	22.6	0.86
P0000	106	128	21.5	300	228	0.83	3.82	139.70	0.009	0.063	21.0	0.82
P1	187	247	60.3	315	1037	4.00	4.63	127.30	0.037	0.090	33.1	2.18
P3	58	0	58.3	315	992	4.09	4.46	129.64	0.036	0.088	32.5	2.18
P4	0	0	9.0	315	992	1.90	4.55	128.38	0.035	0.108	39.6	1.65
P5	118	71	46.9	315	469	3.86	4.44	129.91	0.017	0.061	22.5	1.73
P6	71	28	43.1	315	900	3.87	4.79	125.24	0.031	0.084	30.8	2.06
P7	28	28	23.0	400	1180	0.50	5.16	120.77	0.040	0.148	42.6	1.03
P8	28	0	28.0	315	280	0.25	4.38	130.84	0.010	0.095	35.0	0.56
P9	128	205	76.7	315	957	3.72	4.43	130.00	0.035	0.089	32.7	2.09
P10	205	205	5.0	315	957	1.40	4.49	129.19	0.034	0.115	42.4	1.46
P11	205	222	17.5	315	1123	2.47	4.65	127.07	0.040	0.107	39.3	1.87
P12	28	28	8.0	630	4501	0.50	6.64	106.90	0.134	0.236	44.1	1.40
P13	243	222	21.0	400	2198	0.53	6.54	107.66	0.066	0.196	56.3	1.20
P14	0	10	10.0	400	1998	0.50	6.25	110.07	0.061	0.190	54.8	1.15
P15	0	50	50.0	315	999	0.50	6.11	111.33	0.031	0.146	53.7	0.97
P15A	0	50	50.0	315	999	0.50	6.11	111.33	0.031	0.146	53.7	0.97
P20	0	70	70.4	315	704	0.27	4.76	125.61	0.025	0.153	56.4	0.73
P21	70	70	9.0	315	704	0.50	4.92	123.55	0.024	0.126	46.5	0.91
P22	318	260	57.7	315	577	0.41	4.11	134.94	0.022	0.126	46.2	0.82
P23	70	121	50.3	400	1783	0.27	5.87	113.50	0.056	0.220	63.4	0.89
P24	261	219	41.6	315	416	0.41	4.07	135.57	0.016	0.105	38.6	0.76
P25	219	176	42.9	315	845	0.41	4.87	124.22	0.029	0.150	55.1	0.89
P26	176	176	11.0	315	845	0.50	5.06	121.90	0.029	0.140	51.3	0.95
P27	121	155	34.7	400	2131	0.27	6.50	107.97	0.064	0.241	69.5	0.91
P28	155	155	9.0	400	2976	0.50	6.62	107.01	0.088	0.244	70.4	1.24
P29	155	155	40.0	400	2976	0.50	7.17	103.00	0.085	0.237	68.4	1.23

Tratto	PK inizio	PK fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m ²)	i _l (%)	t _a (min)	i (mm/h)	Q (m ³ /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
P30	161	100	60.8	315	608	0.64	4.59	127.85	0.022	0.111	40.8	0.97
P32	172	232	60.4	315	604	0.76	4.53	128.68	0.022	0.106	38.9	1.03
P33	232	232	9.0	315	604	0.50	4.70	126.40	0.021	0.117	43.2	0.88
P34	97	50	47.4	315	474	0.47	4.51	128.91	0.017	0.106	38.9	0.81
P36	234	282	47.5	315	475	0.46	4.51	128.91	0.017	0.106	39.1	0.81
P37	282	282	9.0	315	475	0.50	4.69	126.48	0.017	0.103	37.9	0.83
P38	47	0	47.5	315	475	0.47	4.51	128.90	0.017	0.106	38.9	0.81
P40	284	332	47.4	315	474	0.46	4.51	128.92	0.017	0.106	39.1	0.81
P41	282	282	9.0	315	474	0.50	4.69	126.49	0.017	0.103	37.8	0.83

VASCHE DI LAMINAZIONE RIQUALIFICA VIA SAN DONATO

	Area Drenata [m ²]	Portata in uscita [l/s]	Durata critica [h]	Volume metodo delle sole piogge [m ³]	Volume richiesto recupero 500m ³ /ha [m ³]	Volume adottato [m ³]
Vasca OI 30	4500	7	4.29	222	225	225
Vasca OI 31	3347	5	4.29	165	167	167
Canale ad U	3468	5	4.29	171	173	173

CANALETTE PARCHEGGI

Canalette Parcheggio					
	Area afferente impermeabile [m ²]	Area afferente Permeabile [m ²]	Portata di progetto [l/s]	Portata 80% riempimento [l/s]	Riempimento [%]
SA008	316	538	20	53	36%
SA012	521	514	27	53	48%
SA012	558	566	29	53	48%
SA012	550	383	25	53	44%
SA012	679	94	25	53	44%

SISTEMI DI LAMINAZIONE PARCHEGGI

	Area Drenata [m ²]	Portata in uscita [l/s]	Durata critica [h]	Volume metodo delle sole piogge [m ³]	Volume richiesto recupero 500m ³ /ha [m ³]	Volume adottato [m ³]
SA008	585	5	0.57	10	29	29
SA012	3087	5	4.29	152	154	154