

AUTOSTRADA (A14) : BOLOGNA-BARI-TARANTO

AMPLIAMENTO ALLA QUARTA CORSIA
TRATTO : BOLOGNA S. LAZZARO - DIRAM. RAVENNA

PROGETTO DEFINITIVO

AU - CORPO AUTOSTRADALE

IDROLOGIA E IDRAULICA
SISTEMA DI DRENAGGIO CORPO AUTOSTRADALE

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N.16492 RESPONSABILE UFFICIO IDR	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Giuliana Garigali Ord. Ingg. Milano N. 18419 RESPONSABILE AREA DI PROGETTO BOLOGNA	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE FUNZIONE FSP
---	--	--

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO						DATA:	REVISIONE				
CS	DIRETTORIO			FILE			MAGGIO 2011	n.	data			
	codice	commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo			01	maggio 2011			
-	1	1	1	4	3	7	0	1	IDR010001	SCALA:		

 ingegneria europea	COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO Ing. Mario Brugnoli	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	-
		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	Ing. Federica Radice
CONSULENZA A CURA DI :		IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'	Ing. Maurizio Torresi - O.I. Milano N. 16492

VISTO DEL COORDINATORE GENERALE SPEA DIREZIONE OPERATIVA PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE LAVORI ASPI Ing. Alberto Selleri	VISTO DEL COMMITTENTE 	VISTO DEL CONCEDENTE 
---	---	--

Sommario

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	4
2.1	NORMATIVA NAZIONALE.....	4
2.2	NORMATIVA REGIONALE	6
2.3	CRITERI DI PROGETTAZIONE.....	8
3	IDROLOGIA.....	9
4	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI E CRITERI GENERALI	15
4.1	SISTEMA DI DRENAGGIO IV CORSIA DINAMICA.....	15
4.2	SISTEMA DI DRENAGGIO TRATTO AMPLIAMENTO ALLA 4° CORSIA	17
4.2.1	<i>Definizione dei ricettori</i>	<i>18</i>
4.2.2	<i>Limiti qualitativi</i>	<i>20</i>
4.2.3	<i>Limiti quantitativi</i>	<i>22</i>
5	SISTEMA DI DRENAGGIO CORPO AUTOSTRADALE	23
5.1	REQUISITI PRESTAZIONALI	23
5.2	SCHEMA DI DRENAGGIO	23
5.3	METODOLOGIA PROGETTUALE.....	24
5.3.1	<i>Dimensionamento degli elementi di raccolta.....</i>	<i>24</i>
5.3.2	<i>Dimensionamento degli elementi di convogliamento</i>	<i>25</i>
5.4	ELEMENTI DI RACCOLTA.....	27
5.4.1	<i>Sistema di drenaggio in rilevato - Embrici.....</i>	<i>27</i>
5.4.2	<i>Canaletta grigliata.....</i>	<i>27</i>
5.4.3	<i>Sistema di drenaggio in presenza di barriere fonoassorbenti.....</i>	<i>28</i>
5.4.4	<i>Sistema di drenaggio IV corsia dinamica</i>	<i>28</i>
5.4.5	<i>Caditoie grigliate.....</i>	<i>30</i>
5.4.6	<i>Cunetta triangolare CT2</i>	<i>30</i>
5.4.7	<i>Drenaggio dei ponti.....</i>	<i>32</i>
5.4.7.1	<i>Ponte Torrente Sillaro</i>	<i>32</i>
5.4.7.1	<i>Ponte Torrente Sellustra</i>	<i>33</i>
5.4.7.1	<i>Ponte Fiume Santerno</i>	<i>33</i>
5.5	ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO	34
5.5.1	<i>Collettori circolari in PEAD e PP.....</i>	<i>34</i>
5.5.2	<i>Fossi di guardia</i>	<i>36</i>
5.5.2.1	<i>Criteri di dimensionamento</i>	<i>37</i>
5.5.2.2	<i>Soluzioni progettuali.....</i>	<i>38</i>
5.6	MANUFATTI DI CONTROLLO	39
6	VERIFICHE STATICHE DEI COLLETTORI IN PEAD	57

APPENDICE A – VERIFICHE ELEMENTI DI RACCOLTA - EMBRICI

APPENDICE B – VERIFICHE ELEMENTI DI RACCOLTA IN SPARTITRAFFICO

APPENDICE C – VERIFICHE ELEMENTI DI RACCOLTA MARGINALI

APPENDICE C1 – CANALETTA GRIGLIATA

APPENDICE C2 – CADITOIE

APPENDICE D – VERIFICHE ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO

APPENDICE D1 – TUBAZIONI IN SPARTITRAFFICO

APPENDICE D2 – TUBAZIONI MARGINALI

**APPENDICE E – VERIFICHE ELEMENTI DI RACCOLTA E CONVOGLIAMENTO
IN TRINCEA**

APPENDICE F – VERIFICHE DEI FOSSI DI GUARDIA
APPENDICE G – NUOVO SVINCOLO DI SOLAROLO

1 Premessa

La presente relazione idrologica ed idraulica è parte integrante del progetto definitivo di ammodernamento e ampliamento alla quarta corsia dell'Autostrada A14 Bologna – Bari – Taranto, comunemente denominata "Adriatica", nel tratto compreso tra gli svincoli di Bologna S.Lazzaro (al Km 22+231) e la Diramazione per Ravenna (al Km 56+600).

L'intervento si compone di due parti; il primo, dalla progressiva 22+231.00 in corrispondenza dello svincolo esistente di Bologna S.Lazzaro sino alla progressiva 29+500.00 in località Ponte Rizzoli dopo il ponte sul torrente Quaderna ed il secondo dalla progressiva 29+500.00 sino alla progressiva 56+600.00 in corrispondenza della Diramazione per Ravenna.

Nella prima parte l'intervento si sviluppa fino al termine dell'affiancamento con la Complanare Sud e in tale tratta la piattaforma autostradale rimane invariata con un'organizzazione di corsie che prevede l'utilizzo della corsia di emergenza come IV corsia dinamica.

Si prevede il parziale rifacimento del sistema di drenaggio esistente con il solo obiettivo di renderlo compatibile con l'organizzazione della piattaforma prevista in progetto.

Nella seconda parte dell'intervento è previsto l'ampliamento alla IV corsia che si estende fino alla Diramazione per Ravenna al km 56+600.00. All'interno di quest'ultimo tratto ricadono gli svincoli esistenti di Castel S.Pietro (km 38+140) e di Imola (km 50+070) e l'Area di Servizio Sillaro (km 37+375), mentre al Km 55+000 è previsto il nuovo svincolo di Solarolo.

In tale area sono presenti delle zone di interesse ambientale (come definito nel SIA) e di conseguenza nel progetto si prevede parzialmente l'utilizzo del sistema chiuso e quindi un trattamento qualitativo delle acque di drenaggio a monte dell'immissione nei ricettori finali.

Oltre al trattamento qualitativo parzialmente presente è previsto il trattamento quantitativo in osservanza al principio dell'invarianza idraulica.

Il territorio interessato dall'intervento è compreso all'interno del Consorzio di Bonifica della Renana per il tratto autostradale compreso tra la PK 22+231.00 e la PK 47+698.36 e dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale per il tratto compreso tra la PK 47+698.36 e la PK 56+600.00.

Il sistema di acque superficiali è composto non solo da una fitta rete di corsi d'acqua artificiali, di storica memoria, ma anche da corpi idrici naturali appartenenti al bacino imbrifero del fiume Reno.

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

RD 25/07/1904 n° 523

Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.

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. 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. 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. Vengono individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione; vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo e l'Autorità di Bacino. Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino.

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.

Relazione idraulica del sistema di drenaggio	Pagina 4 di 93
IDR_100_rev1.doc	

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.

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; individua la procedura per l'adozione dei progetti di Piano Stralcio; prevede un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio.

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152

Tale decreto ha riorganizzato le Autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. 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. Sostituisce ed integra il DL 152/99.

L'articolo 113 così cita:

Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia

- *Ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le regioni, previo parere del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, disciplinano e attuano:*
 - *le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;*
 - *i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione;*

- *Le acque meteoriche non disciplinate ai sensi del comma 1 non sono soggette a vincoli o prescrizioni derivanti dalla parte terza del presente decreto.*
- *Le regioni disciplinano altresì i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari condizioni nelle quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.*
- *È comunque vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee.*

2.2 Normativa Regionale

Come visto, il tratto autostradale di interesse ricade interamente all'interno dei confini amministrativi della Regione Emilia-Romagna.

Di seguito vengono riportate le principali leggi regionali in materia ambientale e di difesa del suolo, accompagnate da un breve stralcio descrittivo.

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).

Relazione idraulica del sistema di drenaggio	Pagina 6 di 93
IDR_100_rev1.doc	

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 giunta regionale 14 febbraio 2005 n° 286

Direttiva concernente gli indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne (art. 39, DLgs 11 maggio 1999 n°152).

- *Rientra in questo ambito il diffuso e complesso sistema di raccolta ed allontanamento tramite canalizzazioni e condotte dedicate delle acque meteoriche di dilavamento a servizio delle reti stradali ed autostradali, sia della normale sede stradale che delle opere connesse quali ponti gallerie, viadotti svincoli, ecc., ovvero delle pertinenze delle grandi infrastrutture di trasporto (piste aeroportuali, piazzali / banchine portuali, aree adibite ad interporti, reti ferroviarie in galleria, ecc.).*
- *Al punto 7.1 si definisce la tipologia di progetto interessata: "Nuove immissioni: l'esigenza richiamata all'art. 39, lett. b) del decreto di assoggettare tali immissioni a prescrizioni specifiche o ad autorizzazione, s'intende soddisfatta per le nuove opere ed i nuovi progetti di intervento soggetti a valutazione di impatto ambientale (VIA) dalla procedura di VIA stessa"*
- *Al punto 7.2 I così prosegue: "Per le nuove opere ed i nuovi progetti di intervento di cui al precedente punto 7.1 - lettera a), le prescrizioni per il contenimento dell'inquinamento prodotte ... 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".*
- *Al punto 7.2 II così prosegue: "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... A tal fine si avranno a riferimento seguenti criteri di valutazione: il livello di contaminazione delle portate meteoriche e dei relativi carichi inquinanti sversati, l'estensione del bacino sotteso dalle "altre condotte separate" che si immettono nel corpo recettore, la distribuzione delle ulteriori "altre condotte separate" o delle altre reti di scarico presenti lungo l'asta fluviale nonché le caratteristiche idrologiche e morfologiche del recettore medesimo".*
- *Al punto 7.2 III così prosegue: "Le prescrizioni da adottarsi ai sensi dei precedenti punti I e II avranno a riferimento, di norma, soluzioni progettuali ... 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. Dette soluzioni possono essere finalizzate anche al trattamento mediante la realizzazione di sistemi di tipo naturale i quali la "fito-depurazione" o le "fasce filtro / fasce tampone". (Le linee Guida di tale progettazione è la Delibera di Giunta N°1860 del 18/12/2006 capo IV)."*

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”.

2.3 Criteri di progettazione

Si definiscono i seguenti criteri progettuali.

Autorità di Bacino del fiume Reno

Norme tecniche del Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico, adottato dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Reno con delibera n 1/1 del 06.12.2002, approvato, per il territorio di competenza, dalla Giunta Regionale Emilia-Romagna con deliberazione n. 567 del 07.04.2003, pubblicato nel Bollettino Ufficiale della Regione Emilia- Romagna n.70 (PII) del 14.05.2003.

Così cita:

“Al fine di non incrementare gli apporti d’acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua, per le aree ricadenti nel territorio di pianura e pedecollina indicate nelle tavole del “Titolo II Assetto della Rete Idrografica” i Comuni prevedono nelle zone di espansione, per le aree non già interessate da trasformazioni edilizie, la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m³ per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto....Le caratteristiche funzionali dei sistemi di raccolta sono stabilite dall’Autorità idraulica competente con la quale devono essere preventivamente concordati i criteri di gestione...L’Autorità idraulica competente è l’ente o gli enti a cui sono assegnate dalla legislazione vigente le funzioni amministrative relative alla realizzazione di opere, rilascio concessioni, manutenzione e sorveglianza del corso d’acqua considerato.”

Per i tutti corsi d’acqua si è adattato il criterio di recuperare tali volumi nei fossi e solo per tre casistiche in vasche in terra; per i corsi d’acqua artificiali si è perseguito, oltre a questo criterio, il principio dell’invarianza.

Le autorità idrauliche competenti per le funzioni amministrative e di manutenzione sono il Consorzio di Bonifica della Renana e il Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.

3 Idrologia

Per la determinazione del regime pluviometrico dei corsi d'acqua di interesse 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-piogge al territorio appartenente alle regioni amministrative Emilia-Romagna e Marche.

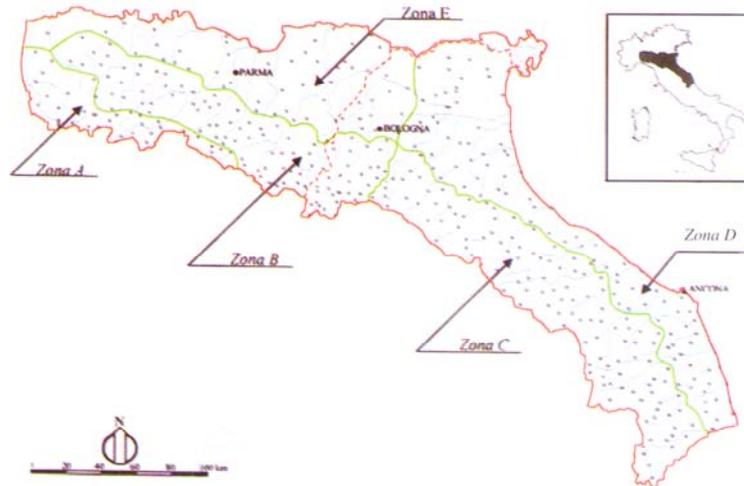
I modelli regionali VAPI si basano sull'ipotesi di esistenza di regioni compatte e idrologicamente omogenee all'interno delle quali le portate di colmo normalizzate rispetto ad una portata di riferimento – la portata indice – siano descrivibili da una stessa distribuzione di probabilità, denominata curva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

In particolare l'area in esame è stata suddivisa in 5 zone omogenee, come mostrato in Figura 3.1, per le quali valgono i seguenti valori dei parametri della curva di crescita:

Tabella 3.1: Parametri delle curve di crescita relative al modello TCEV per le 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 3.1: Zone omogenee con riferimento regime di frequenza delle piogge intense.



La curva di crescita si ricava invertendo l'espressione (3.1) scritta in funzione del tempo di ritorno, mentre la pioggia indice viene calcolata mediante la (3.2):

$$P(x) = \exp\left[-\lambda_1 \exp(-x \eta) - \lambda \lambda_1^{1/\theta} \exp(-x \eta/\theta)\right] \quad (3.1)$$

$$\mu = m_1 \cdot d^{\frac{\ln(m_G) - \ln(\gamma) - \ln(m_1)}{\ln(24)}} \quad (3.2)$$

$m(h24)$ = 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;

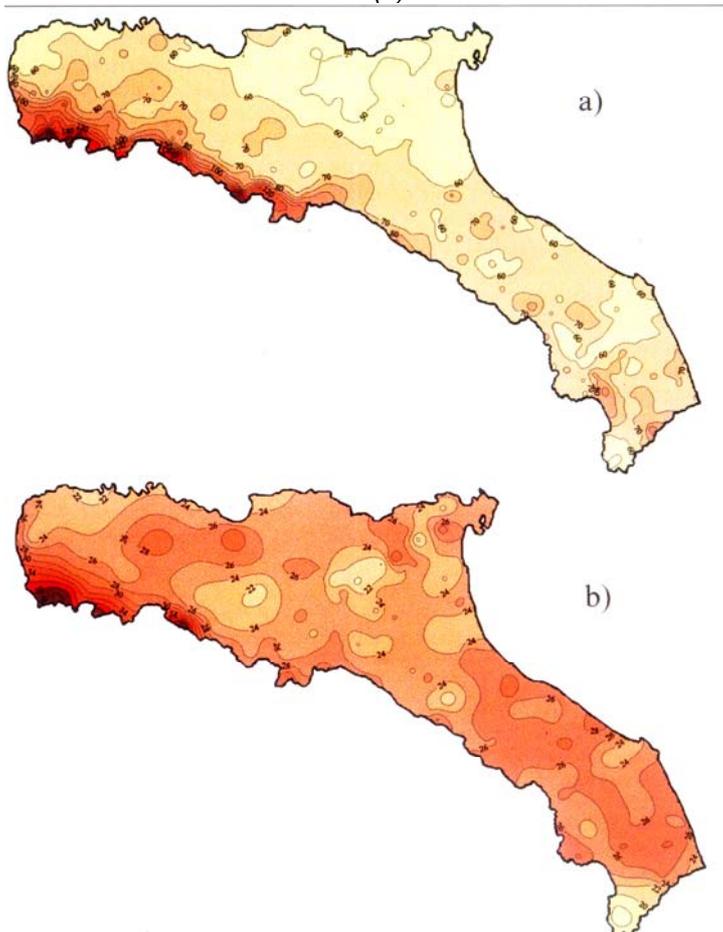
$\gamma = m_G / m(h24) = 0.89$ nella regione esaminata.

Per la determinazione dei parametri m_1 e m_G si fa riferimento alle isolinee riportate in Figura 3.2.

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:

$$n = \frac{\ln(m_G) - \ln(\gamma) - \ln(m_1)}{\ln(24)} \quad (3.3)$$

Figura 3.2: Isolinee delle altezze medie di pioggia massime annuali della durata di 1 giorno (a) e 1 ora (b).



Per tutti i corsi d'acqua di interesse, appartenenti alla "zona omogenea D", sono stati stimati valori dei parametri m_1 e m_6 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.

La Tabella 3.2 riporta i valori calcolati per i parametri a e n delle LSPP, validi per tutti i corsi d'acqua.

Tabella 3.2: Valori dei parametri delle LSPP per diversi T_R

a (TR25) anni	a (TR50) anni	a (TR100) anni	a (TR200) anni	n
45.52	53.33	61.52	69.88	0.32

La definizione delle piogge di breve durata, tipicamente inferiore all'ora, è stata definita in base ai rapporti r_δ tra le altezze di durata δ molto breve e l'altezza oraria.

Questa metodologia è utilizzata nelle zone in cui non sono disponibili osservazioni dirette per durate inferiori all' ora, come ancora oggi nella maggior parte delle stazioni pluviometriche italiane.

I rapporti presi a riferimento sono stati dedotti dal *Manuale di progettazione – Sistemi di fognatura – Hoepli* e si riferiscono ad un campione di 17 anni di osservazione.

Tabella 3.3: Rapporti r_δ tra le altezze di durata δ molto breve e l'altezza oraria

	h1/h1ora=	h2/h1ora=	h3/h1ora=	h4/h1ora=	h5/h1ora=	h15/h1ora=	h30/h1ora=	h45/h1ora=
r_δ	0.130	0.180	0.229	0.272	0.322	0.601	0.811	0.913

Tabella 3.4: Altezze di pioggia per differenti TR

t [min]	1	2	3	4	5	15	30	45	1h	3h	6h	12h	24h
25	5.92	8.19	10.42	12.38	14.66	27.36	36.91	41.56	45.52	65.05	81.48	102.07	127.86
50	6.93	9.60	12.21	14.51	17.17	32.05	43.25	48.69	53.33	76.21	95.47	119.59	149.81
100	8.00	11.07	14.09	16.73	19.81	36.97	49.89	56.16	61.52	87.91	110.12	137.95	172.80
200	9.08	12.58	16.00	19.01	22.50	42.00	56.67	63.80	69.88	99.87	125.10	156.70	196.30

Figura 3.3: Curve di possibilità pluviometrica TR 25

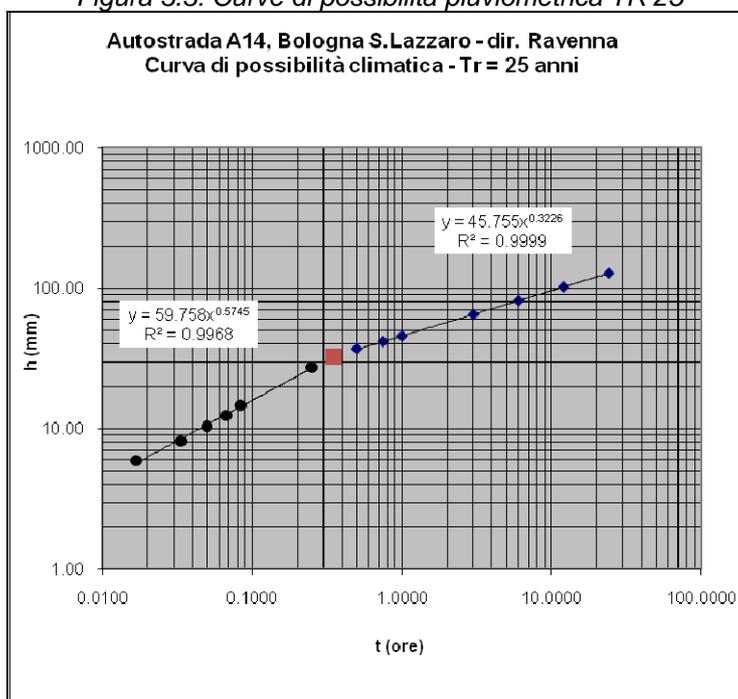


Figura 3.4: Curve di possibilità pluviometrica TR 50

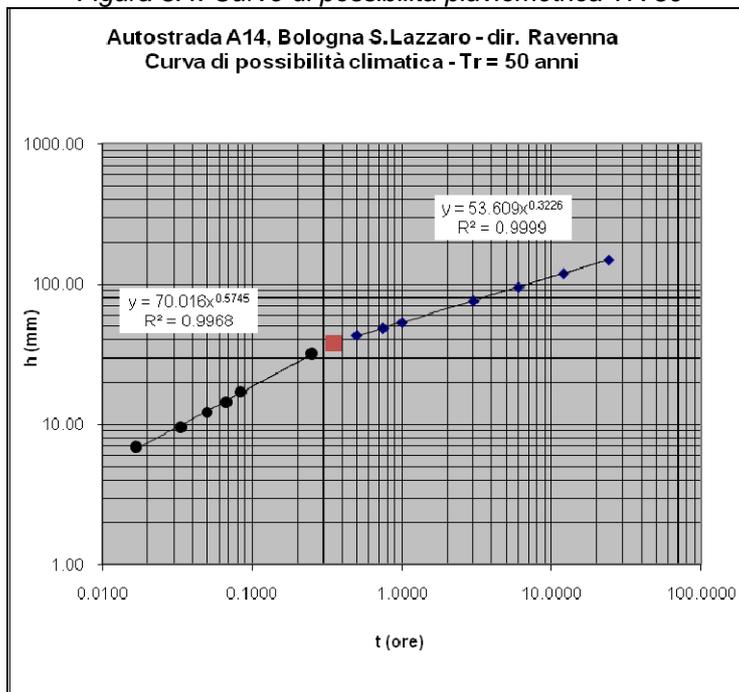


Figura 3.5: Curve di possibilità pluviometrica TR 100

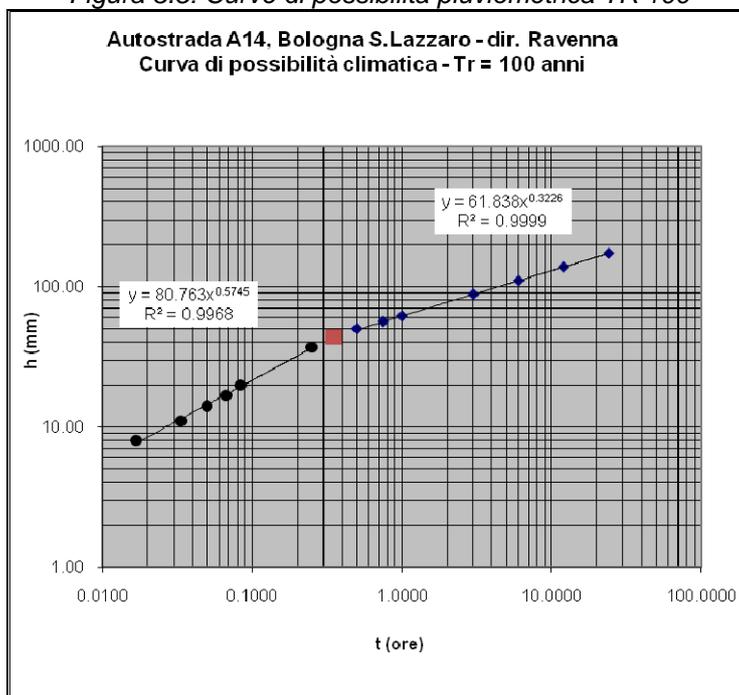
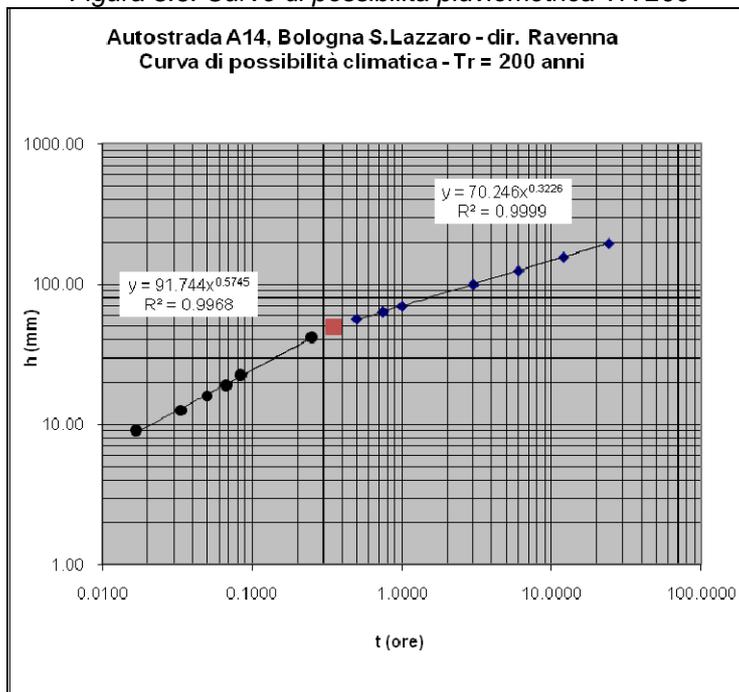


Figura 3.6: Curve di possibilità pluviometrica TR 200



Si riporta la sintesi delle curve di possibilità pluviometrica desunte attraverso interpolazione in funzione del tempo di ritorno e della durata dell'evento considerato.

Tabella 3.5: Parametri caratteristici delle CPP

t < 20.8 min			t > 20.8 min		
TR	a	n	TR	a	n
25	59.75	0.57	25	45.75	0.32
50	70.01	0.57	50	53.60	0.32
100	80.76	0.57	100	61.83	0.32
200	91.74	0.57	200	70.25	0.32

4 Descrizione degli interventi e criteri generali

4.1 Sistema di drenaggio IV corsia dinamica

Il sistema di drenaggio in corrispondenza della IV corsia dinamica è adeguato al fine di renderlo compatibile con l'organizzazione della piattaforma prevista in progetto, sia per il sistema di drenaggio in spartitraffico centrale sia per quello marginale lato Sud e lato Nord.

La sostituzione della corsia di emergenza con una corsia di marcia lenta impone la necessità, sia a nord che a sud, di passare da un sistema di raccolta in carreggiata puntuale ad un sistema di raccolta di tipo continuo. Questo è dettato dalla necessità di non avere allagamento in carreggiata e dalla sostituzione, per entrambi gli spartitraffici, della barriera di tipo new-jersey con una barriera di tipo metallico.

Attualmente è presente un sistema di raccolta marginale in carreggiata di tipo puntuale formato da bocche di lupo al di sotto dei New-Jersey ad interasse compreso tra 30 e 50 m.

In particolare, il sistema di drenaggio attuale è costituito in carreggiata Sud, in adiacenza alla Complanare, da un cunettone semi circolare Φ 600 in calcestruzzo interrotto ad interasse variabile, 30 e 50 m, da pozzetti di scarico. Tali pozzetti recapitano le acque al sistema esterno attraverso Φ 400 in calcestruzzo, dei quali si prevede il ripristino della funzionalità idraulica attraverso idropulitura.

In carreggiata Nord è previsto il medesimo sistema di raccolta con una canaletta in calcestruzzo e il ripristino del collegamento (con embrice o fosso inerbito) tra la medesima e il fosso esistente al piede della futura complanare Nord.

In spartitraffico centrale attualmente è presente un sistema di raccolta puntuale costituito da bocche di lupo ad interasse di circa 30 m che scaricano in un pozzetto collegato con il sistema di fossi esterno attraverso Φ 300 in calcestruzzo. Il progetto prevede l'inserimento di una canaletta in calcestruzzo che scarica in pozzetti prefabbricati realizzati nella medesima posizione di quelli esistenti, dei quali si prevede la demolizione.

Il sistema di recapito è costituito dalla fitta rete di canali consorziali di competenza del Consorzio della Bonifica Renana, i quali non subiscono un aumento di contributi scolanti in quanto non si prevede un aumento del pavimentato.

Figura 4.1: Pozzetti di scarico complanare Sud



Figura 4.2: Cunettone al termine del tratto di complanare Sud



Il progetto prevede in Sud la sostituzione del cunettone esistente con una canaletta in c.a. di dimensioni interne pari a 0.35 m di base e 0.45 m di altezza, di uguale capacità idraulica.

Si prevede anche la sostituzione degli attuali pozzetti con prefabbricati 60x60 cm ed il mantenimento degli scarichi esistenti, i Φ 400, opportunamente puliti al fine di ripristinare la capacità idraulica.

Si specifica che attualmente in rettilineo le acque della Complanare sono sempre recapitate in tale cunettone, mentre in curva sono recapitate solo quando la piattaforma presenta pendenza trasversale verso la medesima.

Il nuovo studio acustico in attuazione al Piano di Risanamento prevede la progettazione di barriere fonoassorbenti in Sud e in Nord. Questo comporta l'adeguamento del sistema attuale caratterizzato da embrici e fossi con il sistema tipico adottato in corrispondenza delle barriere FOA (si rimanda ai particolari idraulici).

Le acque della Complanare Sud saranno recapitate nella canaletta della FOA di progetto solo in corrispondenza delle curve che presentano pendenza trasversale della piattaforma verso tale sistema di raccolta.

Non essendo attualmente noto il progetto della futura Complanare Nord si sono predisposte sempre le canalette in corrispondenza della FOA, anche se presumibilmente la pendenza trasversale della piattaforma sarà verso l'interno.

Il cunettone semicircolare in calcestruzzo prosegue, in Sud e in Nord, oltre il termine dell'intervento della IV corsia dinamica sino alla progressiva PK 31+567.88. Il progetto prevede la totale demolizione del cunettone e del basamento.

In questa tratta è previsto il mantenimento dei medesimi scarichi preesistenti e a differenza della tratta successiva non è previsto un aumento di pavimentato.

4.2 Sistema di drenaggio tratto ampliamento alla 4° corsia

Il secondo tratto di intervento si estende al termine della IV corsia dinamica e prevede un ampliamento simmetrico della carreggiata di circa 4.50 m.

Il sistema di drenaggio in progetto prevede una parte di sistema chiuso (circa 11 Km) e una parte di sistema aperto. Il sistema aperto presenta come elementi marginali di raccolta gli embrici e come sistemi di convogliamento fossi in terra inerbiti. Il sistema chiuso invece presenta come elementi marginali di raccolta gli embrici e come sistemi di convogliamento fossi in c.a.

Lo scarico nei ricettori, di seguito riportato, avviene attraverso un manufatto di controllo in grado di operare la disoleatura e la regolazione della portata. Tale manufatto opera un controllo quantitativo e qualitativo delle acque di drenaggio.

Di seguito si riporta l'elenco dei ricettori costituito dalla fitta rete dei canali di Bonifica e dalla rete dell'Autorità di Bacino del fiume Reno.

4.2.1 Definizione dei ricettori

L'area entro cui si sviluppa il corridoio autostradale di progetto ricade interamente nel bacino idrografico del fiume Reno.

Lo studio idrologico ed idraulico è stato differenziato per sistemi idrografici e per ambiti territoriali al fine di inquadrare il territorio interessato.

Il sistema è quindi organizzato in tre classi prevalenti:

- corsi d'acqua di competenza dell' ADB Reno;
- corsi d'acqua artificiali ricadenti nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica Renana, tra la Pk 29+817.92 e la Pk 47+698.36;
- corsi d'acqua artificiali ricadenti nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale, tra la Pk 47+698.36 e la Pk 56+479.69.

Nello specifico i corsi d'acqua interferenti con il tracciato autostradale sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella 4.1: Corsi d'acqua di competenza dell'ADB Reno

CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICO ALL'ALTEZZA DELL'A14
AU-TB003	Rio Rosso	033+700.95	ADB Reno	Minore	Scatolare
AU-TB004	Torrente Gaiana	034+062.40	ADB Reno	Secondario	Scatolare
AU-CS018-T051	Scolo Fossazza	035+094.52	ADB Reno	Minore	Scatolare
AU-CS018-T053	Rio Magione	035+408.07	ADB Reno	Minore	Scatolare
AU-VI003	Torrente Sillaro	39+783.22	ADB Reno	Principale	Viadotto
AU-CS024-T071	Rio Rosso	041+047.89	ADB Reno	Minore	Scatolare
AU-CS024-T072	Rio Toscanella	041+316.56	ADB Reno	Minore	Scatolare
AU-TB005	Rio Sabbioso	041+972.02	ADB Reno	Secondario	Ponticello scatolare
AU-VI004	Torrente Sellustra	42+844.62	ADB Reno	Secondario	Ponte
AU-CS028-T081	Scolo Fossatone	044+859.68	ADB Reno	Minore	Scatolare
AU-VI005	Fiume Santerno	53+992.03	ADB Reno	Principale	Viadotto
AU-VI006	Rio Sanguinario	54+423.53	ADB Reno	Minore	Ponte

Tabella 4.2: Corsi d'acqua artificiali ricadenti nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica Renana, tra la Pk 29+817.92 e la Pk 47+698.36

CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICO ALL'ALTEZZA DELL'A14
AU-CS013-T027	Fosso 7	029+817.92	Privato	Minore	Scatolare all'imbocco, condotta circolare allo sbocco
AU-CS013-T028	Fosso 8	030+123.70	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS013-T031	Fosso 9	030+795.00	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS013-T033	Fosso 10	031+167.70	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS014-T034	Scolo Fossadone	031+355.54	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS014-T036	Fossa di Mezzo	031+567.88	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS014-T037	Fosso 11	031+811.71	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS015-T038	Fosso 12	032+111.20	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS015-T040	Scolo Fossa Barchetta	032+418.35	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS015-T041	Fossa Grande	032+617.94	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS015-T042	Fosso Galisano	032+920.67	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS015-T043	Fosso 13	033+170.32	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS015-T044	Fosso 14	033+321.68	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS016-T046	Fosso 15	033+975.04	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS017-T047	Fosso 16	034+355.37	Privato	Minore	Condotta circolare

AU-CS018-T049	Fosso 17	034+792.93	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS018-T052	Fosso 18	035+263.60	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS018-T054	Fosso 19	035+565.49	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS018-T055	Scolo Laghetto	035+702.13	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS018-T056	Fosso 20	036+023.01	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS018-T057	Fosso 21	036+308.31	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS018-T059	Fosso 22	036+779.67	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS020-T062	Canale di Medicina	037+990.46	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS020-T063	Fosso 23	038+196.90	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS021-T066	Scolo Menata Sellaro	038+976.29	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
AU-CS024-T070	Fosso 24	040+697.25	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS026-T073	Fosso 25	042+737.66	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS028-T077	Fosso 26	043+432.49	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS028-T078	Fosso 27	043+839.47	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS028-T079	Fosso 28	044+157.82	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS028-T080	Fosso 29	044+531.27	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS028-T083	Scolo Consorziale Ladello	045+174.95	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS028-T084	Fosso 30	045+571.10	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS028-T086	Fossa delle Brunelle	045+998.33	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS029-T088	Fosso 31	046+417.70	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS030-T089	Scolo Consorziale Prati Cupi	046+784.27	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS030-T090	Fosso 32	046+982.73	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS031-T092	Fosso 33	047+273.59	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-TB006	Scolo Consorziale Correcchio	047+698.36	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare

Tabella 4.3: Corsi d'acqua artificiali ricadenti nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale, tra la Pk 47+698.36 e la Pk 56+479.69

CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICO ALL'ALTEZZA DELL'A14
AU-CS033-T093	Fosso 34	048+042.50	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS033-T095	Scolo Correcchiello	048+633.06	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Scatolare
AU-CS033-T098	Scolo Consorziale Gambellara	049+128.46	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Scatolare
AU-ST003	Scolo Molini	49+814.56	Assimilato a Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Sottovia
AU-CS034-T101	Fosso 35	050+125.25	Privato	Minore	Scatolare all'imbocco, condotta circolare allo sbocco
AU-CS034-T103	Fossa influente nel Maestà	050+521.93	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS034-T104	Scolo Canaletta influente nel Maestà	051+056.90	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-T124	Fosso 36	51+236	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS034-T105	Fosso 37	051+505.55	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-T106	Fosso 38	051+793.83	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-T107	Scolo Colombara	051+920.65	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-T108	Fosso 39	052+096.24	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-T109	Fosso 40	052+265.84	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-T111	Scolo Zaniolo	052+639.97	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS035-T112	Fosso 41	053+021.65	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS040-T117	Fosso 42	054+783.73	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS040-T118	Fosso 43	054+989.24	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS040-T119	Scolo Castelnuovo	055+352.96	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Scatolare
AU-CS040-T120	Fosso 44	055+549.78	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS040-T121	Fosso 45	056+016.67	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS040-T122	Via Lunga o Condottello di Bagnara	056+194.08	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Scatolare
AU-CS040-T123	Fosso 46	056+479.69	Privato	Minore	Scatolare

4.2.2 Limiti qualitativi

I limiti qualitativi sono dettati dalla Delibera di Giunta Regionale 14/2/2005 n.286 capo 7, che definisce come ambito di applicazione le reti stradali ed autostradali e si applica alle nuove opere e ai nuovi progetti di intervento soggetti a valutazione di impatto ambientale (VIA).

Si definiscono i corpi idrici in cui scaricare previo trattamento (sistema chiuso) come segue:

1. Le acque immesse direttamente o in prossimità di corpi idrici superficiali "significativi" e di "interesse" inseriti nel PTA:
 - a. Fiume Santerno e gli affluenti Rio Sanguinario e scolo Castelnuovo (la cui distanza dalla confluenza nel fiume medesimo è inferiore a 1000 m).
2. Le acque immesse in ricettori per i quali si sono definiti obiettivi di qualità secondo le Norme del PTA:
 - a. Fiume Sillaro e gli affluenti Rio Rosso, Rio Toscanella, Rio Sabbioso e Torrente Sellusta (la cui distanza dalla confluenza nel fiume medesimo è inferiore a 1000 m);
 - b. Fiume Santerno e gli affluenti Rio Sanguinario e scolo Castelnuovo (la cui distanza dalla confluenza nel fiume medesimo è inferiore a 1000 m).
3. Le acque immesse in ricettori per i quali si indicano esigenze di tutela e protezione dei corpi idrici ricettori stabilite dagli strumenti di pianificazione provinciale (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale - PTCP) in funzione del livello di contaminazione delle portate meteoriche e dei relativi carichi inquinanti sversati, dell' estensione del bacino sotteso, dalla distribuzione delle altre reti di scarico presenti lungo l'asta fluviale nonché le caratteristiche idrologiche e morfologiche del recettore medesimo.

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva dei ricettori per i quali si è previsto il sistema chiuso.

Tabella 4.4: Ricettori per i quali si prevede lo scarico previo trattamento

AU-TB003	Rio Rosso	033+700.95	ADB Reno	Minore	Scatolare
AU-TB004	Torrente Gaiana	034+062.40	ADB Reno	Secondario	Scatolare
AU-CS018-T053	Rio Magione	035+408.07	ADB Reno	Minore	Scatolare
AU-VI003	Torrente Sillaro	39+783.22	ADB Reno	Principale	Viadotto
AU-CS024-T071	Rio Rosso	041+047.89	ADB Reno	Minore	Scatolare
AU-CS024-T072	Rio Toscanella	041+316.56	ADB Reno	Minore	Scatolare
AU-TB005	Rio Sabbioso	041+972.02	ADB Reno	Secondario	Ponticello scatolare
AU-VI004	Torrente Sellustra	42+844.62	ADB Reno	Secondario	Ponte
AU-VI005	Fiume Santerno	53+992.03	ADB Reno	Principale	Viadotto
AU-VI006	Rio Sanguinario	54+423.53	ADB Reno	Minore	Ponte
AU-CS040-T119	Scolo Castelnuovo	055+352.96	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Scatolare
AU-CS020-T062	Canale di Medicina	037+990.46	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS028-T083	Scolo Consorziale Ladello	045+174.95	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS030-T089	Scolo Consorziale Prati Cupi	046+784.27	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-TB006	Scolo Consorziale Correcchio	047+698.36	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS033-T095	Scolo Correcchiello	048+633.06	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Scatolare

AU-CS033-T098	Scolo Consorziale Gambellara	049+128.46	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Scatolare
AU-ST003	Scolo Molini	49+814.56	Assimilato a Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Sottovia

In base alle considerazioni precedenti si riassumono le tratte con sistema chiuso che sono complessivamente di circa 11 Km.

Asse Nord:

- 33+700.95 – 34062.40 (Rio Rosso – Torrente Gaiana);
- 35+408.07 – 35+565.49 (Rio Magione);
- 37+378.98 – 38+412.60 (Canale di Medicina);
- 38+992.70 – 42+616.40 (Torrente Sillaro, Rio Rosso, Rio Toscanella, Rio Sabbioso, Torrente Sellustra);
- 45+055.76 – 45+364.30 (Scolo Consorziale Ladello);
- 46+417.70 – 49+814.56 (Scolo Consorziale Prati Cupi, Scolo Consorziale Correcchio, Scolo Consorziale Correcchiello, Scolo Consorziale Gambellara, Scolo Molini);
- 53+300.00 – 55+352.96 (Fiume Santerno, Rio Sanguinario, Scolo Castelnuovo).

Asse Sud:

- 33+700.95 – 34165.00 (Rio Rosso – Torrente Gaiana);
- 35+408.07 – 35+565.49 (Rio Magione);
- 37+378.98 – 38+276.90 (Canale di Medicina);
- 38+992.70 – 43+028.00 (Torrente Sillaro, Rio Rosso, Rio Toscanella, Rio Sabbioso, Torrente Sellustra);
- 45+055.76 – 45+364.30 (Scolo Consorziale Ladello);
- 46+417.70 – 49+814.56 (Scolo Consorziale Prati Cupi, Scolo Consorziale Correcchio, Scolo Consorziale Correcchiello, Scolo Consorziale Gambellara, Scolo Molini);
- 53+300.00 – 55+352.96 (Fiume Santerno, Rio Sanguinario, Scolo Castelnuovo).

Le prescrizioni da adottarsi avranno a riferimento soluzioni progettuali in grado di sedimentare e disoleare le acque raccolte prima dell'immissione nel corpo ricettore.

4.2.3 Limiti quantitativi

Autorità di Bacino del fiume Reno

L'autorità di Bacino del fiume Reno impone in base all'articolo 20 delle *Norme tecniche del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico* il recupero di $500\text{m}^3/(\text{ha})$ di superficie pavimentata.

Canali artificiali:

I Consorzi indicano come criterio progettuale per limitare quantitativamente gli scarichi l'invarianza della portata. Questo comporta una modulazione che limita gli scarichi nei ricettori e il rispetto dei bacini scolanti, in modo tale da non modificare il sistema idraulico attuale e scaricare gli apporti provenienti dalla piattaforma autostradale in altri canali di bonifica.

5 Sistema di drenaggio corpo autostradale

5.1 Requisiti prestazionali

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione autostradale dipendono dalle diverse situazioni ed esigenze che si incontrano nello studio della rete drenante e devono soddisfare due requisiti fondamentali:

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque meteoriche evitando il formarsi di ristagni sulla pavimentazione autostradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali e centrali rispetto alle carreggiate;
- convogliare tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito.

5.2 Schema di drenaggio

Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad esso afferenti ed il trasferimento dei deflussi fino al recapito; quest'ultimo è costituito da rami di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purché compatibili quantitativamente e qualitativamente. Prima dello smaltimento nei recapiti naturali può essere necessario convogliare l'acqua nei punti di controllo, ossia nei presidi idraulici.

Gli elementi utilizzati per il sistema di drenaggio possono essere suddivisi in base alla loro funzione; in particolare si ha:

Funzione	Componente	Tipologia	T _R progetto
Raccolta	elementi idraulici marginali	embrici caditoie canalette grigliate cunette triangolari	25 anni
Convogliamento	canalizzazioni	fossi di guardia collettori	25 anni

L'elemento di drenaggio da inserire sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione su cui è posto. Questi si possono suddividere in due macro categorie: sezione corrente dell'infrastruttura e sezioni singolari (aree di servizio, di esazione, ecc.).

La sezione corrente dell'infrastruttura si divide a sua volta, per caratteri costruttivi, in:

- sezione in rilevato;
- sezione in trincea;
- sezione in viadotto;

- sezione in galleria artificiale.

Un'importante componente del sistema di drenaggio delle acque meteoriche è costituita dal controllo quantitativo e qualitativo. In funzione delle caratteristiche dell'idrografia interferita e della sensibilità del ricettore, per lo smaltimento potranno essere impiegati presidi atti a modulare le portate scaricate e/o controllare i parametri qualitativi.

Nei paragrafi seguenti vengono descritti gli aspetti legati alle tipologie previste sia per la fase di raccolta/trasferimento che per i presidi idraulici di controllo qualitativo. Il sistema di drenaggio che prevede il convogliamento dell'acqua di piattaforma ai presidi idraulici è denominato "sistema chiuso" e garantisce la salvaguardia nei confronti dell'inquinamento corrente. Viceversa il sistema in cui il recapito delle acque di piattaforma avviene direttamente nei ricettori finali è denominato "sistema aperto".

5.3 Metodologia progettuale

La metodologia di dimensionamento idraulico si differenzia se stiamo considerando gli elementi di raccolta o quelli di convogliamento.

5.3.1 Dimensionamento degli elementi di raccolta

Una volta valutata la situazione locale (rilevato, trincea, viadotto...) si definisce l'elemento di raccolta idoneo. Il dimensionamento consiste allora nello stabilire l'interasse delle caditoie (pozzetti di scarico, embrici, caditoie su viadotti, ecc.).

Il dimensionamento avviene in maniera diversa se si stanno considerando gli elementi di raccolta continui (longitudinali alla carreggiata) o quelli discontinui (elementi puntuali). Nel primo caso si dimensionano gli interassi dei pozzetti di scarico calcolando la portata massima smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana (superficie autostradale scolante) per unità di lunghezza.

Quest'ultima è data dalla formula:

$$q_0 = \varphi b i = \varphi b a t^{n-1}$$

con b larghezza della falda, φ coefficiente di deflusso ed i intensità di pioggia.

Il coefficiente di deflusso è stato posto pari ad 1 per le superfici pavimentate, 0.6 per le trincee ed i rilevati e 0.3 per le zone inerbite.

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 è pari al tempo di afflusso da una falda piana che è dato dalla seguente formula:

$$t_a = t_c = 3.26 (1.1 - \varphi) \frac{L_{eff}^{0.5}}{j^{1/3}}$$

dove:

Relazione idraulica del sistema di drenaggio	Pagina 24 di 93
IDR_100_rev1.doc	

$j = \sqrt{j_l^2 + j_t^2}$ pendenza della strada lungo la linea di corrente (j_l pendenza longitudinale; j_t pendenza trasversale);

$L_{eff} = b \left[1 + \left(\frac{j_l}{j_t} \right)^2 \right]^{1/2}$ 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.

Il rapporto tra la massima portata convogliabile nell'elemento e la massima portata defluente per unità di larghezza definisce l'interasse massimo tra i pozzetti di scarico.

Il dimensionamento dell'interasse degli elementi puntuali si ottiene facendo il rapporto tra la portata massima transitante in un'ipotetica canaletta triangolare delimitata dal manto stradale e dal cordolo, e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

5.3.2 Dimensionamento degli elementi di convogliamento

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento è fatto facendo il confronto tra la portata transitante e quella massima ammissibile dall'elemento in questione. Anche in questo caso 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 (t_r) lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo ("asta principale"). Il tempo di traslazione si ottiene quindi 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 Chézy per ottenere le scale di deflusso:

$$Q = \chi A \sqrt{R j} = k \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{j}$$

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);

Relazione idraulica del sistema di drenaggio	Pagina 25 di 93
IDR_100_rev1.doc	

j pendenza media della condotta (m/m);

$$\mathfrak{R} = \frac{A}{C} \text{ raggio idraulico (m).}$$

Per ottenere la velocità di percorrenza del singolo tratto basta dividere la portata Q per l'area bagnata A .

Per il dimensionamento dei fossi di guardia aventi lunghezze ridotte si è adottato un tempo di corrivazione fisso pari a 15 minuti.

5.4 Elementi di raccolta

5.4.1 Sistema di drenaggio in rilevato - Embrici

Nei tratti in rilevato si utilizza come sistema di raccolta gli embrici.

Il dimensionamento di questi elementi consiste nello stabilire l'interasse massimo in modo che l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto delimitato dal cordolo definito al massimo pari a 3.00 m.

Per il calcolo della portata massima transitante nella banchina si è utilizzata la formula di Chézy ponendo come parametro di Strickler il valore di 70 ($n = 0.0143$).

Si ha:

$$A = \frac{B^2 j_t}{2}$$

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

Come ampiezza massima di fascia allagata si è considerato $B=3.00$ m per i tratti in rettilineo e curva e $B=2.50$ m per i tratti di corsia di accelerazione e decelerazione.

L'interasse massimo degli embrici è comunque stato posto pari a 30 m, non ritenendosi prudente superare tale valore.

5.4.2 Canaletta grigliata

La canaletta grigliata viene utilizzata per raccogliere l'acqua di piattaforma nelle seguenti situazioni:

- lungo il margine esterno in presenza di un muro di sostegno;
- in curva in centro carreggiata.

Quando la canaletta raggiunge il riempimento massimo ammissibile, l'acqua viene mandata, tramite un pozzetto ad un collettore in PEAD che viaggia parallelamente alla strada. Lo scarico dalla canaletta grigliata al collettore sottostante avviene tramite un discendente DN200 sempre in PEAD.

La canaletta è prefabbricata e realizzata in C.A. Per le dimensioni della canaletta si rimanda alle tavole dei particolari idraulici.

Per il dimensionamento si è posto un riempimento massimo di 30 cm sui 35 totali (80% circa). Con tale riempimento si ha che:

$$A = 0,06 \text{ m}^2 \qquad R = 0,075 \text{ m}$$

La portata massima transitante nella canaletta grigliata è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 70 ($n = 0.0143$).

Il tratto massimo di autostrada che la canaletta riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

Relazione idraulica del sistema di drenaggio	Pagina 27 di 93
IDR_100_rev1.doc	

La portata massima che può portare il discendente può essere calcolata con la formula del funzionamento sotto battente:

$$Q = C_q A \sqrt{2 g h}$$

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

Considerando h pari a 30 cm si ottiene che il discendente DN200, avente diametro interno pari a 176 mm, è in grado di smaltire una portata pari a 35,4 l/s. Si è quindi posto l'interasse dei discendenti in modo che questo valore non venga superato.

Per quanto riguarda l'autostrada si ha che b (larghezza drenata) è pari mediamente a 20.50 m. L'interasse massimo dei discendenti si è posto pari a 15 m, avendo considerato un tempo di corrivazione minimo di 3 minuti.

5.4.3 Sistema di drenaggio in presenza di barriere fonoassorbenti

Quando si è in rilevato ed in presenza di barriere fonoassorbenti viene utilizzata la canaletta rettangolare continua aperta che scarica ad interasse pari a 30 m in un pozzetto. Per le dimensioni della canaletta si rimanda alle tavole dei particolari idraulici.

Lo scarico dal pozzetto al fosso di guardia al piede avviene attraverso un DN200 in PVC.

L'interasse dei pozzetti è fissato in base alla massima distanza drenata compatibilmente con la capacità di scarico del tubo DN200 in PVC.

La portata massima che può portare il tubo può essere calcolata con la formula del funzionamento sotto battente:

$$Q = C_q A \sqrt{2 g h}$$

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

Considerando h pari a 40 cm (80% circa) si ottiene che il discendente DN200, avente diametro interno pari a 176 mm, è in grado di smaltire una portata pari a 40,9 l/s. Si è quindi posto l'interasse dei discendenti in modo che questo valore non venga superato.

Il passo degli scarichi della canaletta è stato fissato per le condizioni di deflusso peggiori, corrispondenti cioè alla massima portata generata dalla piattaforma pari a 0.00135 mc/(s m) e alla minore capacità della canaletta pari a 0.11 mc/s.

5.4.4 Sistema di drenaggio IV corsia dinamica

Il dimensionamento del sistema di drenaggio di tale tratta consiste nel:

- definire le dimensioni della canaletta dello spartitraffico A14 - Complanare in modo tale che sia sufficiente idraulicamente;
- definire le dimensioni della canaletta dello spartitraffico A14 in modo tale che sia sufficiente idraulicamente.

Per il primo sistema considerando come portata massima generata dalla piattaforma in condizioni di rettilineo 0.0015 mc/(s m) (corrispondente ad una larghezza della superficie drenante pari a L=26 m data dall'intera carreggiata della Complanare Sud e dalla carreggiata Sud A14) e una capacità minima della canaletta pari a 0.07 mc/s (corrispondente ad una pendenza longitudinale pari a 0.001) si ottiene un interasse degli elementi di scarico pari a circa 50 m.

La portata massima scaricata dal sistema è pari a 0.07 mc/s inferiore alla portata massima che i tubi di scarico della canaletta, di Φ 400, possono drenare.

La portata massima che può drenare il tubo può essere calcolata con la formula del funzionamento sotto battente:

$$Q = C_q A \sqrt{2 g h}$$

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

Considerando h pari a 40 cm si ottiene che la portata smaltibile è pari a 200 l/s.

L'interasse degli scarichi attuali è ampiamente verificato.

Per il secondo sistema considerando come portata massima generata dalla piattaforma in condizioni di rettilineo 0.001 mc/(s m) (corrispondente ad una larghezza della superficie drenante pari a L=16 m) e una capacità minima della canaletta pari a 0.07 mc/s (corrispondente ad una pendenza longitudinale pari a 0.001) si ottiene un interasse degli elementi di scarico pari a circa 100 m.

La portata massima scaricata dal sistema è pari a 0.04 mc/s inferiore alla portata massima che i tubi di scarico della canaletta, di Φ 300, possono drenare.

La portata massima che può drenare il tubo può essere calcolata con la formula del funzionamento sotto battente:

$$Q = C_q A \sqrt{2 g h}$$

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

Considerando h pari a 60 cm si ottiene che la portata smaltibile è pari a 125 l/s.

L'interasse degli scarichi attuali è ampiamente verificato.

Allo stato attuale di conoscenza del sistema di drenaggio esistente abbiamo supposto, in base a considerazioni progettuali, che il sistema di drenaggio in spartitraffico centrale non recapiti le acque nei medesimi tubi di scarico della canaletta in spartitraffico A14-Complanare.

Si è supposto quindi che i due sistemi, drenaggio centrale e marginale, recapitino con tubazioni separate nei fossi al piede (cfr. tavole di progetto).

Anche se ciò non accadesse il sistema è ampiamente verificato.

5.4.5 Caditoie grigliate

Le caditoie grigliate sono costituite da tratti di canalette grigliate di lunghezza pari ad un metro con un discendente DN200 che scarica nel collettore sottostante. Per dimensionare il passo delle caditoie è stata eseguita una doppia verifica. La prima è analoga a quella degli embrici; si determina il passo massimo delle caditoie in modo che il massimo allagamento sia pari a $B=3.00\ m$ per i tratti in rettilineo e curva e $B=2.50\ m$ per i tratti di corsia di accelerazione e decelerazione. La seconda verifica invece riguarda il discendente: la portata captata dalla caditoia deve essere inferiore a quella che il discendente è in grado di smaltire. Come passo delle caditoie si è posto il minore dei due, imponendo un massimo pari a 20 m.

Le caditoie grigliate sono utilizzate solo per il drenaggio marginale quando si adotta si è in presenza di muri. Inoltre le caditoie non sono utilizzate nei tratti con debole pendenza longitudinale e nei tratti in cui avviene la rotazione di sagoma. In tutti questi casi si utilizza la canaletta grigliata.

5.4.6 Cunetta triangolare CT2

La cunetta triangolare è utilizzata nei tratti in trincea per raccogliere l'acqua di piattaforma e quella di scarpata.

All'interno del progetto è presente solo un tratto di trincea compreso tra la PK 40+081.00 e PK 40+431.00.

Figura 5.1: Tratto in trincea



Quando la sua capacità di trasporto si esaurisce sotto di essa viene posto un collettore. Le dimensioni della cunetta triangolare sono riportate nella figura 5.2.

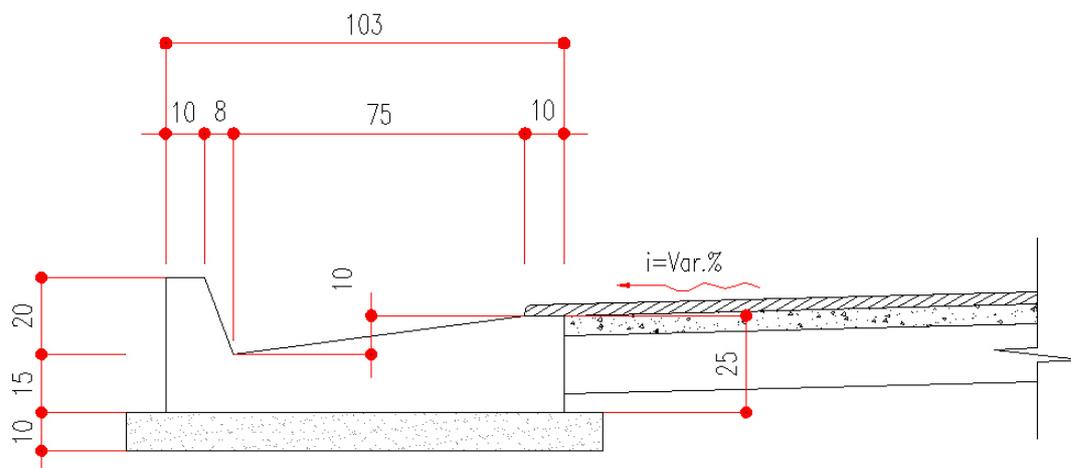


Figura 5.2 – Dimensioni della cunetta triangolare CT2 (in cm)

La portata massima transitante è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 60 ($n = 0.0167$).

Nei tratti dell'autostrada si è considerato un riempimento massimo pari a 14 cm, avendo considerato i 10 cm della cunetta più i 4 cm dell'usura drenante.

Si ottengono i seguenti valori:

$$A = 0,0712 \text{ m}^2 \quad C = 0,9463 \text{ m} \quad Q_{sp} = 0,7613 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Il tratto massimo di strada che la cunetta triangolare è in grado di drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile (riportata in figura 5.3 in funzione della pendenza longitudinale) e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

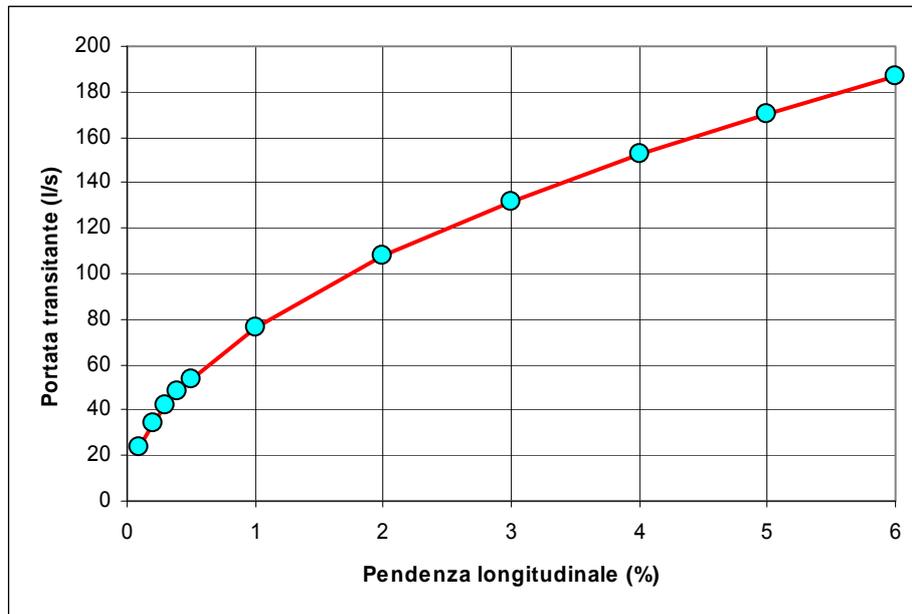


Figura 5.3 – Portata massima transigente per cunetta triangolare CT2 in funzione della pendenza longitudinale

5.4.7 Drenaggio dei ponti

Nel tratto stradale preso in esame sono presenti tre ponti, il Sillaro, il Sellustra ed il Santerno. I suddetti ponti sono ampliati per permettere la realizzazione dell'allargamento dell'autostrada. L'acqua è intercettata sul ciglio pavimentato attraverso delle caditoie che scaricano nel collettore in PRFV appeso al viadotto. Il dimensionamento del passo delle caditoie è analogo a quanto già detto per il dimensionamento del passo degli embrici. Per quanto riguarda i collettori in PRFV si è posto come parametro di Strickler il valore di 90 ($n = 0.0125$). Di seguito vengono analizzati separatamente i ponti.

5.4.7.1 Ponte Torrente Sillaro

Il ponte Sillaro inizia alla progressiva 39+783.22 e finisce alla progressiva 39+879.21 per uno sviluppo totale di circa 100 m. Il ponte è interamente in rettilineo e presenta, dal punto di vista idraulico, una completa analogia tra carreggiata nord e sud.

Il calcolo del passo fra gli scarichi delle caditoie è funzione della pendenza longitudinale della livelletta stradale pari a 0.0042.

Ammettendo che nella canaletta ideale, formata dalla pavimentazione stradale e dal cordolo dell'impalcato, si instauri un tirante idrico pari a 7 cm, con un'allargamento della corsia pari a 3 m, la portata massima convogliabile dal bordo stradale è pari a 0.048 mc/s.

Dal rapporto tra la massima portata della canaletta e la portata specifica scolante si ottiene la distanza massima fra i bocchettoni del viadotto pari a 35 m.

Le caditoie appena definite scaricano in un collettore sottostante ancorato all'intradosso dell'impalcato.

Il sistema di drenaggio è di tipo “chiuso” e l’acqua è convogliata sulle spalle del viadotto per essere poi immessa nella vasca V1 di volumetria pari a 93 m³. Si rimanda al paragrafo specifico riguardante il dimensionamento.

Il profilo longitudinale del viadotto ha una pendenza pari a 0.4% e si è quindi potuto utilizzare la formula di Chézy.

5.4.7.1 Ponte Torrente Sellustra

Il ponte Sellustra inizia alla progressiva 42+844.62 e finisce alla progressiva 42+876.02 per uno sviluppo totale di circa 30 m. Il ponte è interamente in curva con una pendenza trasversale pari a 0.0438.

Il calcolo del passo fra gli scarichi delle caditoie è funzione della pendenza longitudinale della livelletta stradale pari a 0.0016.

Ammettendo che nella canaletta ideale, formata dalla pavimentazione stradale e dal cordolo dell’impalcato, si istauri un tirante idrico pari a 7 cm, con un’ allagamento della corsia pari a 3 m, la portata massima convogliabile dal bordo stradale è pari a 0.029 mc/s.

Dal rapporto tra la massima portata della canaletta e la portata specifica scolante si ottiene la distanza massima fra i bocchettoni del viadotto pari a 20 m.

Le caditoie appena definite scaricano in un collettore sottostante ancorato all’intradosso dell’impalcato.

Il sistema di drenaggio è di tipo “chiuso” e l’acqua è convogliata sulle spalle del viadotto per essere poi immessa nella vasca V2 di volumetria pari a 39 m³. Si rimanda al paragrafo specifico riguardante il dimensionamento.

5.4.7.1 Ponte Fiume Santerno

Il ponte Santerno inizia alla progressiva 53+992.03 e finisce alla progressiva 54+045.68 per uno sviluppo totale di circa 55 m. Il ponte è interamente in rettilineo e presenta un colmo in mezzeria.

Il calcolo del passo fra gli scarichi delle caditoie è funzione della pendenza longitudinale della livelletta stradale pari a 0.002.

Ammettendo che nella canaletta ideale, formata dalla pavimentazione stradale e dal cordolo dell’impalcato, si istauri un tirante idrico pari a 7 cm, con un’ allagamento della corsia pari a 3 m, la portata massima convogliabile dal bordo stradale è pari a 0.033 mc/s.

Dal rapporto tra la massima portata della canaletta e la portata specifica scolante si ottiene la distanza massima fra i bocchettoni del viadotto pari a 25 m.

Le caditoie appena definite scaricano in un collettore sottostante ancorato all’intradosso dell’impalcato.

Il sistema di drenaggio è di tipo “chiuso” e l’acqua è convogliata sulle spalle del viadotto per essere poi immessa nei fossi al piede ed essere laminata. Si rimanda al paragrafo specifico riguardante il dimensionamento dei fossi.

5.5 Elementi di convogliamento

5.5.1 Collettori circolari in PEAD e PP

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo, essi scaricano nei collettori sottostanti. Per quanto riguarda l'autostrada sono utilizzati dei collettori in PEAD (Polietilene ad alta densità) SN 8 kN/m^2 conformi alla norma UNI 10968 (Pr EN 13476-1) per i tubi che longitudinali 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.

Per il dimensionamento si è considerato il diametro interno (riportato nella tabella 5.1), identico per le due tipologie di tubi precedentemente citati, ed un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,0125.

Tabella 5.1: Diametri interni dei collettori in PEAD SN 8 kN/m^2 e in PP SN 16 kN/m^2

DN (mm)	Spessore (mm)	Raggio interno (mm)
400	26.5	173.5
500	33.5	216.5
630	47.5	267.5
800	61	339
1000	74	426
1200	85	515

Nel dimensionamento dei collettori si è utilizzata la pendenza stradale. Per i tratti molto pianeggianti e nel caso in cui il collettore è in contropendenza rispetto alla livelletta stradale si è posta una pendenza minima dello 0,10% e una velocità minima di 0,5 m/s .

Per evitare che i collettori vadano in pressione si è considerato un riempimento massimo dell'80% corrispondente ad una portata di progetto avente tempo di ritorno di 25 anni.

Nelle figure 5.4, 5.5, 5.6 sono riportate le portate massime smaltibili dai collettori in PEAD ed in PP considerando il riempimento massimo detto in precedenza.

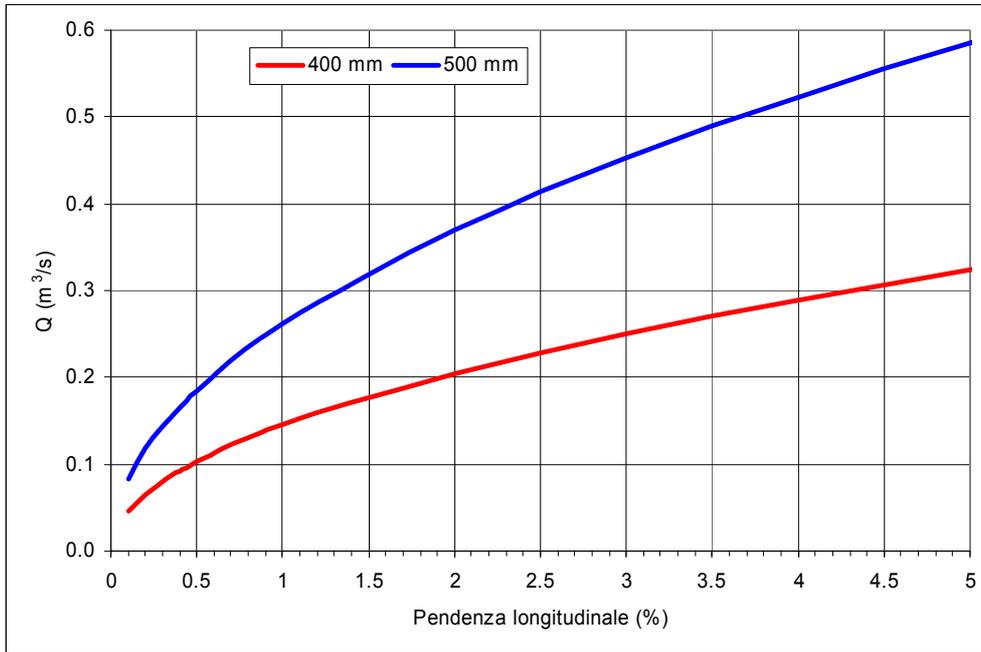


Figura 5.4 – Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD e PP di diametro 400 e 500 mm

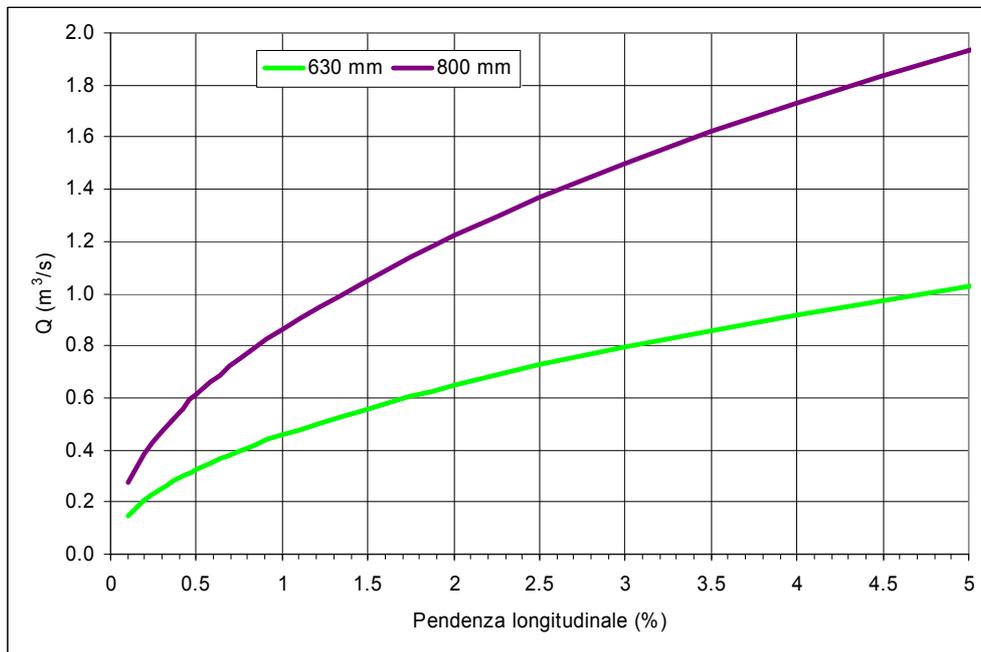


Figura 5.5 – Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD e PP di diametro 630 e 800 mm

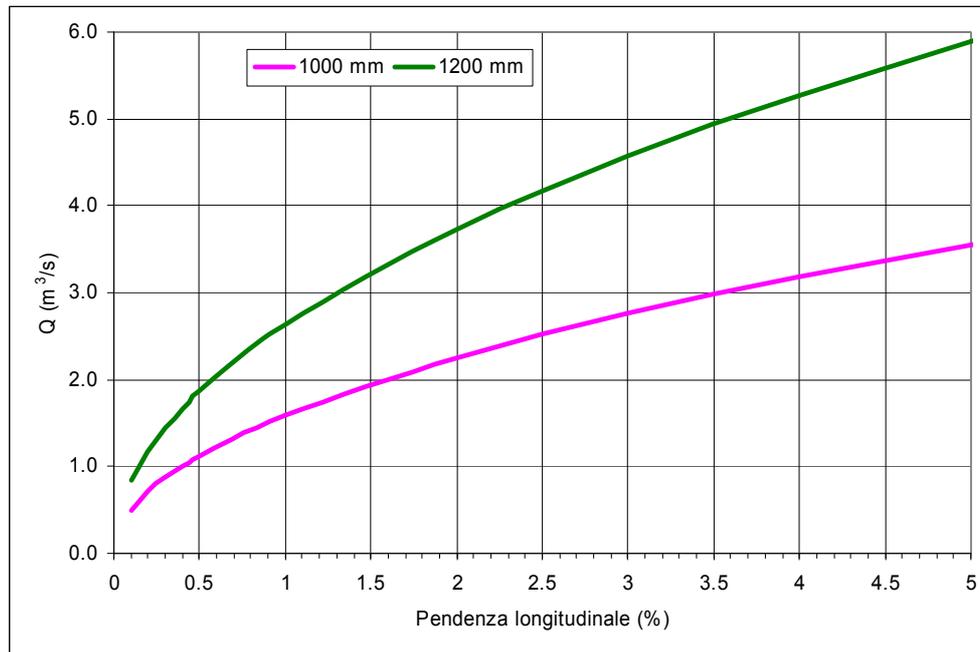


Figura 5.6 – Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD e PP di diametro 1000 e 1200 mm

Per consentire un'agevole manutenzione e pulizia dei tratti di collettore si è posto pari a 50 m l'interasse massimo tra due pozzetti.

5.5.2 Fossi di guardia

I fossi di guardia sono di norma di forma trapezia e sono utilizzati quando la sezione stradale è sia in rilevato sia quando è in trincea.

Nel primo caso il fosso è posto al piede del rilevato e serve a convogliare le acque di piattaforma al recapito finale più vicino. Tali fossi sono in terra (FI1A-B, FI2 e FI3) in corrispondenza del sistema aperto e in calcestruzzo in corrispondenza del sistema chiuso (FR1,FR2 e FR3). L'acqua della piattaforma autostradale è convogliata direttamente al fosso attraverso embrici. Nel punto di scarico dell'embrice si deve quindi rivestire il fosso in CLS per evitare l'erosione. Il tempo di ritorno di progetto è di 25 anni.

Nel caso di sezione in trincea il fosso di guardia è sempre rivestito (FR1 e FR2) ed è posto in sommità alla trincea stessa. La sua funzione è quindi quella di raccogliere l'acqua che drena dal versante sovrastante, onde evitare che questa scenda lungo la trincea erodendola o che possa arrivare alla piattaforma stradale. Il tempo di ritorno di progetto è di 25 anni.

Per quanto riguarda il dimensionamento i fossi assolvono alla funzione di invaso e di sedimentazione.

La prima funzione è garantita assegnando al fosso una volumetria tale da garantire i limiti quantitativi imposti dai Consorzi e dall'Autorità di Bacino, mentre la seconda funzione è garantita dal fatto che, per conformazione territoriale, i fossi presentano pendenze modeste (0.1 – 0.2%).

Per il dimensionamento si è considerato un riempimento massimo ammissibile dell'80%.

5.5.2.1 Criteri di dimensionamento

In conseguenza dell'allargamento autostradale si ha un aumento della portata afferente ai recapiti dovuto all'incremento dell'estensione dell'area impermeabile.

Al fine di limitare le portate scaricate ai ricettori a contributi compatibili con il reticolo si opera la laminazione secondo i criteri definiti dall'Autorità idraulica competente.

Il tratto di autostrada interferisce con il fitto reticolo idrografico dei Canali di Bonifica e con il reticolo dell'autorità di Bacino del fiume Reno.

Per quanto riguarda il Reticolo del Bacino del Fiume Reno i fossi sono dimensionati in moto uniforme e si è recuperato un volume minimo di invaso pari a 500m³/(ha) di superficie pavimentata, mentre per i Canali di Bonifica artificiali si è perseguito il criterio dell'invarianza idraulica.

Per i canali artificiali si definisce quindi una portata scaricata inferiore a quella che il nuovo progetto porterebbe ad avere.

La determinazione delle dimensioni delle vasche e dei fossi 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 nel fosso è pari alla differenza tra la portata entrante dovuta all'evento meteorico riversatosi sulla piattaforma in esame e la portata uscente.

Il dimensionamento dei fossi è stato quindi effettuato imponendo l'equilibrio tra la portata drenata entrante nel fosso e la portata uscente (vincolata per vari motivi), 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 nel fosso in funzione del tempo è dato da:

$$V_{affl} = h A$$

con h altezza di pioggia ed A 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), si ha che il volume defluito risulta essere:

$$V_{defl} = q t$$

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

$$V_{affl} - V_{defl} = h A - q t = A \frac{a}{1000} t^n - q t = V$$

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

$$A \frac{a n}{1000} t^{n-1} - q = 0$$

Esplicitando la precedente in funzione del tempo si ha:

$$t^* = \left(\frac{1000 q}{A a n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad [\text{ore}]$$

Il massimo del volume da invasare è dato quindi da:

$$V_{\max} = A \frac{a}{1000} (t^*)^n - q t^*$$

Si fa notare che l'evento meteorico che massimizza il volume del fosso non è quello che massimizza la portata al colmo (tempo di pioggia uguale al tempo di corrivazione del bacino).

5.5.2.2 Soluzioni progettuali

Per laminare le portate recapitate ai Canali di Bonifica si è opportunamente dimensionato il sistema dei fossi in modo tale da ridurre la portata immessa nel recapito. A tal fine a monte dello scarico nel ricettore si sono realizzati manufatti di controllo che permettono la regolazione della portata scaricata attraverso bocche tarate e soglie sfioranti. La luce di scarico, di diametro variabile, è dotata anche di una valvola a clapet al fine di evitare il rigurgito dei ricettori all'interno dei fossi di guardia autostradali.

La realizzazione di uno sbarramento che crei un invaso a monte si può realizzare solo con fossi a bassa pendenza.

La conformazione territoriale caratterizzata da basse pendenze permette la realizzazione di fossi sostanzialmente piatti in grado di creare un bacino di laminazione per l'intero sviluppo del fosso medesimo.

Solo in tre situazioni sono stati utilizzati dei bacini puntuali di laminazione in corrispondenza del torrente Sillaro, il Sellustra ed lo svincolo del piazzale di Esazione di Solarolo.

Si rimanda alla planimetria idraulica e ai particolari per i dettagli costruttivi.

5.6 *Manufatti di controllo*

Il manufatto di controllo ha lo scopo di garantire la regolazione o meno delle portate scaricate nei ricettori e il controllo degli oli scaricati.

In particolare, per laminare le portate afferenti ai fossi qualora lo scarico avvenga in canali artificiali si è opportunamente dotato tale manufatto di una luce di scarico di fondo e di una soglia sfiorante. La luce di scarico, di diametro variabile, è dotata anche di una valvola a clapet al fine di evitare il rigurgito dei ricettori all'interno dei fossi di guardia autostradali.

Il controllo degli oli immessi nei ricettori è garantito da un setto disoleatore che impedisce all'olio in superficie di confluire nei recapiti.

La portata massima della bacca tarata può essere calcolata con la formula del funzionamento sotto battente:

$$Q = C_q A \sqrt{2 g h}$$

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

La portata massima della soglia sfiorante può essere calcolata con la formula del funzionamento dello sfioratore:

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

Essendo $\mu = 0.385$ per la larga soglia e $\mu = 0.415$ per lo stramazzo trapezio, L la lunghezza della soglia sfiorante e h il carico sullo sfioratore corrispondente al riempimento del fosso all'80%.

La portata è scaricata nei ricettori entro i limiti attraverso questi due organi di controllo.

Fino a che il tirante all'interno dei fossi è inferiore all'altezza del petto della soglia il funzionamento dello scarico è sotto battente, quando il tirante supera tale altezza il funzionamento è sotto battente e a stramazzo.

Si riporta la sintesi dei calcoli e le casistiche di progetto.

F11A: SISTEMA APERTO E SCARICO REGOLATO

$Q_{max} = 207 \text{ l/s}$

Luce Tarata

μ	0.600
$h_{fossato}$	0.500
$h_{80\%}$	0.400

Foro	Area	Q_{bocca}	MIN
[m]	[mq]	[l/s]	
0.10	0.008	12.35	
0.15	0.018	26.77	
0.20	0.031	45.73	

Soglia Sfiorente

μ	0.385
-------	-------

Foro	h	h_{petto}	L_{soglia}	Q_{sfioro}	Q_{bocca}	Q_t
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.10	0.100	0.300	1.5	80.891	12.349	93.240
0.15	0.100	0.300	1.5	80.891	26.774	107.665
0.20	0.100	0.300	1.5	80.891	45.731	126.622

0.10	0.150	0.250	1.5	148.607	12.349	160.955
0.15	0.150	0.250	1.5	148.607	26.774	175.381

Foro	h	h_{petto}	L_{soglia}	Q_{sfioro}	Q_{bocca}	Q_t
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.10	0.100	0.300	2	107.855	12.349	120.204
0.15	0.100	0.300	2	107.855	26.774	134.629
0.20	0.100	0.300	2	107.855	45.731	153.586

0.10	0.150	0.250	2	198.142	12.349	210.491	MAX
0.15	0.150	0.250	2	198.142	26.774	224.916	

Sfiorente - Verifica funzionamento a fosso pieno (due eventi TR25 successivi)

μ	0.385
h_{petto} [m]	0.250
h [m]	0.250
Foro [m]	0.100

L	Q_{sfioro}	Q_{bocca}	Q_t
[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
2	426.33	14.00	440.34

Considerando il caso di tipologia di fosso corrispondente a F11A con sistema aperto e scarico regolato il manufatto di controllo può essere dotato solo di una bocca tarata sul fondo di diametro compreso tra 0.1 m e 0.2 m qualora la portata da scaricare sia inferiore a 45.73 l/s.

Se tale valore è superato è necessario dotare il manufatto di soglia sfiorante con petto variabile tra 0.25 e 0.30 m rispetto al fondo del canale. La portata scaricata è regolabile modificando la lunghezza della soglia sfiorante, che può avere una dimensione variabile tra 1.50 m e 2.00 m.

Sino a portate scaricate pari a 12.35 l/s si può dotare il manufatto di una luce tarata pari a 0.10 m.

Per la portata massima di progetto il manufatto può essere dotato di luce tarata pari a 0.10 m e di una soglia sfiorante di altezza pari a 0.25 m e larghezza pari a 2.00 m.

Qualora il manufatto sia dotato di luce tarata e soglia sfiorante il funzionamento dello scarico avviene sotto battente sino a che il livello nel fosso è inferiore all'altezza del petto della soglia sfiorante, mentre è sotto battente e a stramazzo qualora il tirante superi detto valore.

Si è eseguita un' ulteriore verifica sul funzionamento dello sfioratore qualora si verificano due eventi TR25 successivi.

In corrispondenza della massima portata scaricata il manufatto è in grado di scaricare, a pieno riempimento, il doppio della portata di progetto con funzionamento sotto battente e scarico a stramazzo.

F11B: SISTEMA APERTO E SCARICO REGOLATO

Qmax = 158 l/s

Luce Tarata

μ	0.600
$h_{fossato}$	0.500
$h_{80\%}$	0.400

Foro	Area	Q_{bocca}	MIN
[m]	[mq]	[l/s]	
0.1	0.008	12.35	
0.15	0.018	26.77	
0.2	0.031	45.73	

Soglia Sfiante

μ	0.385
-------	-------

Foro	h	h_{petto}	L_{soglia}	Q_{sfioro}	Q_{bocca}	Q_t
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.10	0.100	0.300	1.5	80.891	12.349	93.240
0.15	0.100	0.300	1.5	80.891	26.774	107.665
0.20	0.100	0.300	1.5	80.891	45.731	126.622

0.10	0.150	0.250	1.5	148.607	12.349	160.955	MAX
0.15	0.150	0.250	1.5	148.607	26.774	175.381	

Sfioratore - Verifica funzionamento a fosso pieno (due eventi TR25 successivi)

μ	0.385
h_{petto} [m]	0.250
h [m]	0.250
Foro [m]	0.100

L	Q_{sfioro}	Q_{bocca}	Q_t
[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
1.5	319.75	14.00	333.75

Considerando il caso di tipologia di fosso corrispondente a F11B con sistema aperto e scarico regolato il manufatto di controllo può essere dotato solo di una bocca tarata sul fondo di diametro compreso tra 0.1 m e 0.2 m qualora la portata da scaricare sia inferiore a 45.73 l/s.

Se tale valore è superato è necessario dotare il manufatto di soglia sfiorante con petto variabile tra 0.25 e 0.30 m rispetto al fondo del canale. La portata scaricata è regolabile modificando la lunghezza della soglia sfiorante, che può avere una dimensione pari a 1.50 m.

Sino a portate scaricate pari a 12.35 l/s si può dotare il manufatto di una luce tarata pari a 0.10 m.

Per la portata massima di progetto il manufatto può essere dotato di luce tarata pari a 0.10 m e di una soglia sfiorante di altezza pari a 0.25 m e larghezza pari a 1.50 m.

Qualora il manufatto sia dotato di luce tarata e soglia sfiorante il funzionamento dello scarico avviene sotto battente sino a che il livello nel fosso è inferiore all'altezza del petto della soglia sfiorante, mentre è sotto battente e a stramazzo qualora il tirante superi detto valore.

Si è eseguita un' ulteriore verifica sul funzionamento dello sfioratore qualora si verificano due eventi TR25 successivi.

In corrispondenza della massima portata scaricata il manufatto è in grado di scaricare, a pieno riempimento, il doppio della portata di progetto con funzionamento sotto battente e scarico a stramazzo.

FI2: SISTEMA APERTO E SCARICO REGOLATO

Qmax = 538 l/s

Luce Tarata

μ	0.600
$h_{fossato}$	0.750
$h_{80\%}$	0.600

Foro	Area	Q_{bocca}
[m]	[mq]	[l/s]
0.10	0.008	15.48
0.15	0.018	34.03
0.20	0.031	59.04
0.25	0.049	89.91
0.30	0.071	126.02

MIN

Soglia Sfiante

μ	0.385
-------	-------

Foro	h	h_{petto}	L_{soglia}	Q_{sfioro}	Q_{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.10	0.200	0.400	1.5	228.795	15.480	244.275
0.15	0.200	0.400	1.5	228.795	34.029	262.824
0.20	0.200	0.400	1.5	228.795	59.039	287.834
0.25	0.200	0.400	1.5	228.795	89.912	318.707
0.30	0.200	0.400	1.5	228.795	126.020	354.815
Foro	h	h_{petto}	L_{soglia}	Q_{sfioro}	Q_{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.10	0.150	0.450	1.5	148.607	15.480	164.087
0.15	0.150	0.450	1.5	148.607	34.029	182.636
0.20	0.150	0.450	1.5	148.607	59.039	207.645
0.25	0.150	0.450	1.5	148.607	89.912	238.519
0.30	0.150	0.450	1.5	148.607	126.020	274.627
Foro	h	h_{petto}	L_{soglia}	Q_{sfioro}	Q_{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.10	0.100	0.500	1.5	80.891	15.480	96.371
0.15	0.100	0.500	1.5	80.891	34.029	114.921
0.20	0.100	0.500	1.5	80.891	59.039	139.930
0.25	0.100	0.500	1.5	80.891	89.912	170.803
0.30	0.100	0.500	1.5	80.891	126.020	206.911
Foro	h	h_{petto}	L_{soglia}	Q_{sfioro}	Q_{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.10	0.200	0.400	2	305.060	15.480	320.540
0.15	0.200	0.400	2	305.060	34.029	339.089
0.20	0.200	0.400	2	305.060	59.039	364.099
0.25	0.200	0.400	2	305.060	89.912	394.972
0.30	0.200	0.400	2	305.060	126.020	431.080

Foro	h	h _{petto}	L _{soglia}	Q _{sfioro}	Q _{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.10	0.150	0.450	2	198.142	15.480	213.622
0.15	0.150	0.450	2	198.142	34.029	232.172
0.20	0.150	0.450	2	198.142	59.039	257.181
0.25	0.150	0.450	2	198.142	89.912	288.054
0.30	0.150	0.450	2	198.142	126.020	324.162
Foro	h	h _{petto}	L _{soglia}	Q _{sfioro}	Q _{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.10	0.100	0.500	2	107.855	15.480	123.335
0.15	0.100	0.500	2	107.855	34.029	141.884
0.20	0.100	0.500	2	107.855	59.039	166.894
0.25	0.100	0.500	2	107.855	89.912	197.767
0.30	0.100	0.500	2	107.855	126.020	233.875
Foro	h	h _{petto}	L _{soglia}	Q _{sfioro}	Q _{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.10	0.200	0.400	2.5	381.325	15.480	396.805
0.15	0.200	0.400	2.5	381.325	34.029	415.354
0.20	0.200	0.400	2.5	381.325	59.039	440.364
0.25	0.200	0.400	2.5	381.325	89.912	471.237
0.30	0.200	0.400	2.5	381.325	126.020	507.345
Foro	h	h _{petto}	L _{soglia}	Q _{sfioro}	Q _{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.10	0.150	0.450	2.5	247.678	15.480	263.158
0.15	0.150	0.450	2.5	247.678	34.029	281.707
0.20	0.150	0.450	2.5	247.678	59.039	306.716
0.25	0.150	0.450	2.5	247.678	89.912	337.590
0.30	0.150	0.450	2.5	247.678	126.020	373.698
Foro	h	h _{petto}	L _{soglia}	Q _{sfioro}	Q _{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.10	0.100	0.500	2.5	134.819	15.480	150.299
0.15	0.100	0.500	2.5	134.819	34.029	168.848
0.20	0.100	0.500	2.5	134.819	59.039	193.857
0.25	0.100	0.500	2.5	134.819	89.912	224.731
0.30	0.100	0.500	2.5	134.819	126.020	260.839

MAX

Sfioratore - Verifica funzionamento a fosso pieno (due eventi TR25 successivi)

μ	0.385
h _{petto} [m]	0.400
h [m]	0.350
Foro [m]	0.300

L	Q _{sfioro}	Q _{bocca}	Qt
[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
2.5	882.78	145.515	1028.295

Considerando il caso di tipologia di fosso corrispondente a FI2 con sistema aperto e scarico regolato il manufatto di controllo può essere dotato solo di una bocca tarata sul fondo di diametro compreso tra 0.1 m e 0.3 m qualora la portata da scaricare sia inferiore a 126.02 l/s.

Se tale valore è superato è necessario dotare il manufatto di soglia sfiorante con petto variabile tra 0.40 e 0.50 m rispetto al fondo del canale. La portata scaricata è regolabile modificando la lunghezza della soglia sfiorante, che può avere una dimensione variabili tra 1.50 m e 2.50 m.

Sino a portate scaricate pari a 126.02 l/s si può dotare il manufatto di una luce tarata pari a 0.30 m.

Per la portata massima di progetto il manufatto può essere dotato di luce tarata pari a 0.30 m e di una soglia sfiorante di altezza pari a 0.40 m e larghezza pari a 2.50 m.

Qualora il manufatto sia dotato di luce tarata e soglia sfiorante il funzionamento dello scarico avviene sotto battente sino a che il livello nel fosso è inferiore all'altezza del petto della soglia sfiorante, mentre è sotto battente e a stramazzo qualora il tirante superi detto valore.

Si è eseguita un' ulteriore verifica sul funzionamento dello sfioratore qualora si verificano due eventi TR25 successivi.

In corrispondenza della massima portata scaricata il manufatto è in grado di scaricare, a pieno riempimento, il doppio della portata di progetto con funzionamento sotto battente e scarico a stramazzo.

FI3: SISTEMA APERTO E SCARICO REGOLATO

$Q_{max} = 165 \text{ l/s}$

Luce Tarata

μ	0.600
$h_{fossato}$	0.750
$h_{80\%}$	0.600

Foro	Area	Q_{bocca}	MIN
[m]	[mq]	[l/s]	
0.1	0.008	15.480	
0.15	0.018	34.029	
0.2	0.031	59.039	
0.25	0.049	89.912	
0.3	0.071	126.020	

Soglia Sfiorente

μ	0.385
-------	-------

Foro	h	h_{petto}	L_{soglia}	$Q_{sfiorato}$	Q_{bocca}	Q_t	MAX
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	
0.1	0.100	0.500	1.5	80.891	15.480	96.371	
0.15	0.100	0.500	1.5	80.891	34.029	114.921	
0.2	0.100	0.500	1.5	80.891	59.039	139.930	
0.25	0.100	0.500	1.5	80.891	89.912	170.803	
0.3	0.100	0.500	1.5	80.891	126.020	206.911	

Sfiorente - Verifica funzionamento a fosso pieno (due eventi TR25 successivi)

μ	0.385
h_{petto} [m]	0.500
h [m]	0.250
Foro [m]	0.250

L	$Q_{sfiorato}$	Q_{bocca}	Q_t
[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
1.5	319.75	103.14	422.89

Considerando il caso di tipologia di fosso corrispondente a FI3 con sistema aperto e scarico regolato il manufatto di controllo può essere dotato solo di una bocca tarata sul fondo di diametro compreso tra 0.1 m e 0.3 m qualora la portata da scaricare sia inferiore a 126.02 l/s.

Se tale valore è superato è necessario dotare il manufatto di soglia sfiorante con petto pari a 0.50 m rispetto al fondo del canale. La portata scaricata è regolabile modificando la lunghezza della soglia sfiorante, che può avere una dimensione pari a 1.50 m.

Sino a portate scaricate pari a 126.02 l/s si può dotare il manufatto di una luce tarata pari a 0.30 m.

Per la portata massima di progetto il manufatto può essere dotato di luce tarata pari a 0.25 m e di una soglia sfiorante di altezza pari a 0.50 m e larghezza pari a 1.50 m.

Qualora il manufatto sia dotato di luce tarata e soglia sfiorante il funzionamento dello scarico avviene sotto battente sino a che il livello nel fosso è inferiore all'altezza del petto della soglia sfiorante, mentre è sotto battente e a stramazzo qualora il tirante superi detto valore.

Si è eseguita un' ulteriore verifica sul funzionamento dello sfioratore qualora si verificano due eventi TR25 successivi.

In corrispondenza della massima portata scaricata il manufatto è in grado di scaricare, a pieno riempimento, il doppio della portata di progetto con funzionamento sotto battente e scarico a stramazzo.

**FR1: SISTEMA CHIUSO E SCARICO
REGOLATO**

Qmax = 242 l/s

Luce Tarata

μ	0.600
h_{foss0}	0.500
$h_{80\%}$	0.400

Foro	Area	Q_{bocca}
[m]	[mq]	[l/s]
0.10	0.008	12.349
0.15	0.018	26.774
0.20	0.031	45.731

MIN

Soglia Sfiorente

μ	0.385
-------	-------

Foro	h	h_{petto}	L_{soglia}	Q_{sfior0}	Q_{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.10	0.100	0.300	1.5	80.891	12.349	93.240
0.15	0.100	0.300	1.5	80.891	26.774	107.665
0.20	0.100	0.300	1.5	80.891	45.731	126.622
0.10	0.150	0.250	1.5	148.607	12.349	160.955
0.15	0.150	0.250	1.5	148.607	26.774	175.381
Foro	h	h_{petto}	L_{soglia}	Q_{sfior0}	Q_{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.10	0.100	0.300	2	107.855	12.349	120.204
0.15	0.100	0.300	2	107.855	26.774	134.629
0.20	0.100	0.300	2	107.855	45.731	153.586
0.10	0.150	0.250	2	198.142	12.349	210.491
0.15	0.150	0.250	2	198.142	26.774	224.916
Foro	h	h_{petto}	L_{soglia}	Q_{sfior0}	Q_{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.10	0.100	0.300	2.1	113.248	12.349	125.597
0.15	0.100	0.300	2.1	113.248	26.774	140.022
0.20	0.100	0.300	2.1	113.248	45.731	158.979
0.10	0.150	0.250	2.1	208.049	12.349	220.398
0.15	0.150	0.250	2.1	208.049	26.774	234.823

MAX

Sfioratore - Verifica funzionamento a fosso pieno (due eventi TR25 successivi)

μ	0.385
h_{petto} [m]	0.250
h [m]	0.250
Foro [m]	0.150

L	Q_{sfiore}	Q_{bocca}	Qt
[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
2.1	447.65	30.617	478.268

Luce sotto battente Disoleatore

μ	0.600
Foro [m]	0.300
h [m]	0.850

L	Q_{bocca}
[m]	[l/s]
1.5	1000.604

Considerando il caso di tipologia di fosso corrispondente a FR1 con sistema chiuso e scarico regolato il manufatto di controllo può essere dotato solo di una bocca tarata sul fondo di diametro compreso tra 0.1 m e 0.2 m qualora la portata da scaricare sia inferiore a 45.73 l/s.

Se tale valore è superato è necessario dotare il manufatto di soglia sfiorante con petto variabile tra 0.25 m e 0.30 m rispetto al fondo del canale. La portata scaricata è regolabile modificando la lunghezza della soglia sfiorante, che può avere una dimensione variabile tra 1.50 m e 2.10 m.

Sino a portate scaricate pari a 45.73 l/s si può dotare il manufatto di una luce tarata pari a 0.20 m.

Per la portata massima di progetto il manufatto può essere dotato di luce tarata pari a 0.15 m e di una soglia sfiorante di altezza pari a 0.25 m e larghezza pari a 2.10 m.

Qualora il manufatto sia dotato di luce tarata e soglia sfiorante il funzionamento dello scarico avviene sotto battente sino a che il livello nel fosso è inferiore all'altezza del petto della soglia sfiorante, mentre è sotto battente e a stramazzo qualora il tirante superi detto valore.

Si è eseguita un' ulteriore verifica sul funzionamento dello sfioratore qualora si verificano due eventi TR25 successivi.

In corrispondenza della massima portata scaricata il manufatto è in grado di scaricare, a pieno riempimento, il doppio della portata di progetto con funzionamento sotto battente e scarico a stramazzo.

Nel caso di sistema chiuso il manufatto è dotato di una lama disoleatrice a monte della bocca tarata; la luce sotto battente è pari a 0.30 m di altezza e larghezza variabile tra 1.50 m e 2.10 m. Considerando una larghezza minima pari a 1.50 m la massima portata scaricata a fosso pieno all'80% del riempimento è pari a circa 1000 l/s.

**FR2: SISTEMA CHIUSO E SCARICO
REGOLATO**

Qmax = 416 l/s

Luce Tarata

μ	0.600
h_{foss0}	0.750
$h_{80\%}$	0.600

Foro	Area	Q _{bocca}
[m]	[mq]	[l/s]
0.1	0.008	15.480
0.15	0.018	34.029
0.2	0.031	59.039
0.25	0.049	89.912
0.3	0.071	126.020

MIN

Soglia Sfiorente

μ	0.385
-------	-------

Foro	h	h _{petto}	L _{soglia}	Q _{sfiore}	Q _{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.1	0.200	0.400	1.5	228.795	15.480	244.275
0.15	0.200	0.400	1.5	228.795	34.029	262.824
0.2	0.200	0.400	1.5	228.795	59.039	287.834
0.25	0.200	0.400	1.5	228.795	89.912	318.707
0.3	0.200	0.400	1.5	228.795	126.020	354.815
Foro	h	h _{petto}	L _{soglia}	Q _{sfiore}	Q _{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.1	0.150	0.450	1.5	148.607	15.480	164.087
0.15	0.150	0.450	1.5	148.607	34.029	182.636
0.2	0.150	0.450	1.5	148.607	59.039	207.645
0.25	0.150	0.450	1.5	148.607	89.912	238.519
0.3	0.150	0.450	1.5	148.607	126.020	274.627
Foro	h	h _{petto}	L _{soglia}	Q _{sfiore}	Q _{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.1	0.100	0.500	1.5	80.891	15.480	96.371
0.15	0.100	0.500	1.5	80.891	34.029	114.921
0.2	0.100	0.500	1.5	80.891	59.039	139.930
0.25	0.100	0.500	1.5	80.891	89.912	170.803
0.3	0.100	0.500	1.5	80.891	126.020	206.911
Foro	h	h _{petto}	L _{soglia}	Q _{sfiore}	Q _{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.1	0.200	0.400	2	305.060	15.480	320.540
0.15	0.200	0.400	2	305.060	34.029	339.089
0.2	0.200	0.400	2	305.060	59.039	364.099
0.25	0.200	0.400	2	305.060	89.912	394.972
0.3	0.200	0.400	2	305.060	126.020	431.080

MAX

Foro	h	h _{petto}	L _{soglia}	Q _{sfioro}	Q _{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.1	0.150	0.450	2	198.142	15.480	213.622
0.15	0.150	0.450	2	198.142	34.029	232.172
0.2	0.150	0.450	2	198.142	59.039	257.181
0.25	0.150	0.450	2	198.142	89.912	288.054
0.3	0.150	0.450	2	198.142	126.020	324.162
Foro	h	h _{petto}	L _{soglia}	Q _{sfioro}	Q _{bocca}	Qt
[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
0.1	0.100	0.500	2	107.855	15.480	123.335
0.15	0.100	0.500	2	107.855	34.029	141.884
0.2	0.100	0.500	2	107.855	59.039	166.894
0.25	0.100	0.500	2	107.855	89.912	197.767
0.3	0.100	0.500	2	107.855	126.020	233.875

Sfioratore - Verifica funzionamento a fosso pieno (due eventi TR25 successivi)

μ	0.385
h _{petto} [m]	0.400
h [m]	0.350
Foro [m]	0.300

L	Q _{sfioro}	Q _{bocca}	Qt
[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
2	706.22	145.515	851.739

Luce sotto battente Disoleatore

μ	0.600
Foro [m]	0.300
h [m]	1.050

L	Q _{bocca}
[m]	[l/s]
1.5	1134.58

Considerando il caso di tipologia di fosso corrispondente a FR2 con sistema chiuso e scarico regolato il manufatto di controllo può essere dotato solo di una bocca tarata sul fondo di diametro compreso tra 0.1 m e 0.3 m qualora la portata da scaricare sia inferiore a 126.02 l/s.

Se tale valore è superato è necessario dotare il manufatto di soglia sfiorante con petto variabile tra 0.40 m e 0.50 m rispetto al fondo del canale. La portata scaricata è regolabile modificando la lunghezza della soglia sfiorante, che può avere una dimensione variabile tra 1.50 m e 2.00 m.

Sino a portate scaricate pari a 126.02 l/s si può dotare il manufatto di una luce tarata pari a 0.30 m.

Per la portata massima di progetto il manufatto può essere dotato di luce tarata pari a 0.30 m e di una soglia sfiorante di altezza pari a 0.40 m e larghezza pari a 2.00 m.

Qualora il manufatto sia dotato di luce tarata e soglia sfiorante il funzionamento dello scarico avviene sotto battente sino a che il livello nel fosso è inferiore all'altezza del petto della soglia sfiorante, mentre è sotto battente e a stramazzo qualora il tirante superi detto valore.

Si è eseguita un' ulteriore verifica sul funzionamento dello sfioratore qualora si verificano due eventi TR25 successivi.

In corrispondenza della massima portata scaricata il manufatto è in grado di scaricare, a pieno riempimento, il doppio della portata di progetto con funzionamento sotto battente e scarico a stramazzo.

Nel caso di sistema chiuso il manufatto è dotato di una lama disoleatrice a monte della bocca tarata; la luce sotto battente è pari a 0.30 m di altezza e larghezza variabile tra 1.50 m e 2.20 m. Considerando una larghezza minima pari a 1.50 m la massima portata scaricata a fosso pieno all'80% del riempimento è pari a circa 1135 l/s.

In sintesi si hanno quattro tipologie di manufatti.

Il **tipo 1** prevede la regolazione della portata, poiché si scarica nei canali artificiali.

Il manufatto presenta una larghezza interna in pianta variabile da 1.50 m 2.50 m.

La regolazione della portata avviene attraverso una bocca tarata di diametro variabile tra 0.10 e 0.20 m nel caso di fosso in entrata pari a FI1A e FI1B e 0.10 e 0.30 m nel caso di fosso in entrata pari a FI2 e FI3.

Qualora la portata scaricata fosse superiore alla massima regolabile con il solo funzionamento sotto battente si può dotare il manufatto di uno sfioratore avente un petto di altezza variabile tra tra 0.25 e 0.30 m nel caso di fosso in entrata pari a FI1A e FI1B e 0.40 e 0.50 m nel caso di fosso in entrata pari a FI2 e FI3.

Il **tipo 2** prevede la regolazione della portata, poiché si scarica nei canali artificiali, e il setto disoleatore.

Il manufatto presenta una larghezza interna in pianta variabile da 1.50 m 2.20 m.

La regolazione della portata avviene attraverso una bocca tarata di diametro variabile tra 0.10 e 0.20 m nel caso di fosso in entrata pari a FR1 e 0.10 e 0.30 m nel caso di fosso in entrata pari a FR2.

Qualora la portata scaricata fosse superiore alla massima regolabile con il solo funzionamento sotto battente si può dotare il manufatto di uno sfioratore avente un petto di altezza variabile tra tra 0.25 e 0.30 m nel caso di fosso in entrata pari a FR1 e 0.40 e 0.50 m nel caso di fosso in entrata pari a FR2.

La lama disoleatrice posta a monte della bocca tarata consente il passaggio della portata di progetto.

Si prevede, in aggiunta, di dotare uno sfioratore di troppo pieno posto ad una quota pari all'80% del riempimento del fosso. Tale sfioratore consente lo scarico dei fossi qualora si otturi la luce sotto battente della lama sfiorante.

Il **tipo 3** prevede il setto disoleatore.

Il manufatto presenta una larghezza interna pari a 1.50 m.

La lama disoleatrice posta a monte dello scarico consente il passaggio della portata di progetto.

Si stima nel caso di fossi della tipologia FR1 una portata massima di progetto pari a 436 l/s.

La portata massima della luce sotto battente è pari a:

$$Q = C_q A \sqrt{2gh} = 0.6 \cdot (0.30 \cdot 1.50) \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 0.85} = 1000.60 \text{ l/s} \geq 436 \text{ l/s}$$

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

Si stima nel caso di fossi della tipologia FR2 una portata massima di progetto pari a 736 l/s.

La portata massima della luce sotto battente è pari a:

$$Q = C_q A \sqrt{2gh} = 0.6 \cdot (0.30 \cdot 1.50) \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 1.05} = 1134.58 \text{ l/s} \geq 736 \text{ l/s}$$

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

Si stima nel caso di fossi della tipologia FR3 una portata massima di progetto pari a 762 l/s.

Relazione idraulica del sistema di drenaggio	Pagina 55 di 93
IDR_100_rev1.doc	

La portata massima della luce sotto battente è pari a:

$$Q = C_q A \sqrt{2 g h} = 0.6 \cdot (0.30 \cdot 1.50) \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 1.25} = 1254.32 l / s \geq 762 l / s$$

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

Si prevede, in aggiunta, di dotare uno sfioratore di troppo pieno posto ad una quota pari all'80% del riempimento del fosso. Tale sfioratore consente lo scarico dei fossi qualora si otturi la luce sotto battente della lama sfiorante.

Il **tipo 4** non prevede il setto disoleatore e la modulazione della portata scaricata.

6 Verifiche statiche dei collettori in Pead

Di seguito sono riportate le tabelle di calcolo per la verifica alla deformabilità dei collettori in Pead posti sotto la pavimentazione autostradale. Le verifiche si riferiscono ad un ricoprimento minimo pari a 60 cm e un ricoprimento massimo di 3 m.

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	400	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m ²
Modulo di elasticità	E_m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	0.700	m
Altezza sull'estradosso	H =	0.60	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ_t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0.70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E_t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16.4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea larga			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K_a =	0.271	
Coeff. di carico statico	χ =	0.732	
Carico idrostatico	Q_{idr} =	0.000	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	4.800	kN/m
Determinazione carico dinamico			
HT60			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1.5	
Tensione dinamica	σ_z =	90.114	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	54.068	kN/m
Carico totale	Q =	58.868	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0.121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1.5	
Deformazione assoluta	Δd =	11.64	mm
Deformazione relativa %	δ =	2.910	%
Tubazione verificata			

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	400	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m ²
Modulo di elasticità	E_m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	0.700	m
Altezza sull'estradosso	H =	3.00	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ_t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0.70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E_t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16.4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea stretta			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K_a =	0.271	
Coeff. di carico statico	χ =	2.117	
Carico idrostatico	Q_{idr} =	0.000	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	11.855	kN/m
Determinazione carico dinamico			
HT60			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1.1	
Tensione dinamica	σ_z =	16.734	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	7.363	kN/m
Carico totale	Q =	19.218	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0.121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1.5	
Deformazione assoluta	Δd =	3.80	mm
Deformazione relativa %	δ =	0.950	%
Tubazione verificata			

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	500	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m ²
Modulo di elasticità	E_m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	0.800	m
Altezza sull'estradosso	H =	0.60	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ_t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0.70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E_t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16.4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea larga			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K_a =	0.271	
Coeff. di carico statico	χ =	0.653	
Carico idrostatico	Q_{idr} =	0.000	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	6.000	kN/m
Determinazione carico dinamico			
HT60			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1.5	
Tensione dinamica	σ_z =	90.114	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	67.585	kN/m
Carico totale	Q =	73.585	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0.121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1.5	
Deformazione assoluta	Δd =	14.55	mm
Deformazione relativa %	δ =	2.910	%
Tubazione verificata			

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	500	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m ²
Modulo di elasticità	E_m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	0.800	m
Altezza sull'estradosso	H =	3.00	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ_t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0.70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E_t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16.4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea stretta			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K_a =	0.271	
Coeff. di carico statico	χ =	2.000	
Carico idrostatico	Q_{idr} =	0.000	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	16.001	kN/m
Determinazione carico dinamico			
HT60			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1.1	
Tensione dinamica	σ_z =	16.734	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	9.204	kN/m
Carico totale	Q =	25.205	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0.121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1.5	
Deformazione assoluta	Δd =	4.98	mm
Deformazione relativa %	δ =	0.997	%
Tubazione verificata			

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	630	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m ²
Modulo di elasticità	E_m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	1.000	m
Altezza sull'estradosso	H =	0.60	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ_t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0.70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E_t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16.4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea larga			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K_a =	0.271	
Coeff. di carico statico	χ =	0.537	
Carico idrostatico	Q_{idr} =	0.000	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	7.560	kN/m
Determinazione carico dinamico			
HT60			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1.5	
Tensione dinamica	σ_z =	90.114	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	85.158	kN/m
Carico totale	Q =	92.718	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0.121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1.5	
Deformazione assoluta	Δd =	18.33	mm
Deformazione relativa %	δ =	2.910	%
Tubazione verificata			

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	630	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m ²
Modulo di elasticità	E_m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	1.000	m
Altezza sull'estradosso	H =	3.00	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ_t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0.70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E_t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16.4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea stretta			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K_a =	0.271	
Coeff. di carico statico	χ =	1.791	
Carico idrostatico	Q_{idr} =	0.000	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	22.567	kN/m
Determinazione carico dinamico			
HT60			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1.1	
Tensione dinamica	σ_z =	16.734	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	11.597	kN/m
Carico totale	Q =	34.164	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0.121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1.5	
Deformazione assoluta	Δd =	6.75	mm
Deformazione relativa %	δ =	1.072	%
Tubazione verificata			

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	800	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m ²
Modulo di elasticità	E_m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	1.100	m
Altezza sull'estradosso	H =	0.60	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ_t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0.70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E_t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16.4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea larga			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K_a =	0.271	
Coeff. di carico statico	χ =	0.493	
Carico idrostatico	Q_{idr} =	0.000	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	9.600	kN/m
Determinazione carico dinamico			
HT60			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1.5	
Tensione dinamica	σ_z =	90.114	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	108.137	kN/m
Carico totale	Q =	117.737	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0.121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1.5	
Deformazione assoluta	Δd =	23.28	mm
Deformazione relativa %	δ =	2.910	%
Tubazione verificata			

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	800	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m ²
Modulo di elasticità	E_m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	1.100	m
Altezza sull'estradosso	H =	3.00	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfilanco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ_t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0.70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E_t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16.4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea stretta			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K_a =	0.271	
Coeff. di carico statico	χ =	1.699	
Carico idrostatico	Q_{idr} =	0.000	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	29.903	kN/m
Determinazione carico dinamico			
HT60			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1.1	
Tensione dinamica	σ_z =	16.734	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	14.726	kN/m
Carico totale	Q =	44.629	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0.121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1.5	
Deformazione assoluta	Δd =	8.82	mm
Deformazione relativa %	δ =	1.103	%
Tubazione verificata			

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	1000	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m ²
Modulo di elasticità	E_m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	1.300	m
Altezza sull'estradosso	H =	0.60	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ_t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0.70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E_t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16.4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea larga			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K_a =	0.271	
Coeff. di carico statico	χ =	0.423	
Carico idrostatico	Q_{idr} =	0.000	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	12.000	kN/m
Determinazione carico dinamico			
HT60			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1.5	
Tensione dinamica	σ_z =	90.114	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	135.171	kN/m
Carico totale	Q =	147.171	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0.121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1.5	
Deformazione assoluta	Δd =	29.10	mm
Deformazione relativa %	δ =	2.910	%
Tubazione verificata			

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	1000	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m ²
Modulo di elasticità	E_m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	1.300	m
Altezza sull'estradosso	H =	3.00	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ_t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0.70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E_t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16.4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea stretta			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K_a =	0.271	
Coeff. di carico statico	χ =	1.537	
Carico idrostatico	Q_{idr} =	0.000	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	39.973	kN/m
Determinazione carico dinamico			
HT60			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1.1	
Tensione dinamica	σ_z =	16.734	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	18.407	kN/m
Carico totale	Q =	58.381	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0.121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1.5	
Deformazione assoluta	Δd =	11.54	mm
Deformazione relativa %	δ =	1.154	%
Tubazione verificata			

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	1200	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m ²
Modulo di elasticità	E_m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	1.500	m
Altezza sull'estradosso	H =	0.60	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ_t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0.70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E_t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16.4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea larga			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K_a =	0.271	
Coeff. di carico statico	χ =	0.371	
Carico idrostatico	Q_{idr} =	0.000	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	14.400	kN/m
Determinazione carico dinamico			
HT60			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1.5	
Tensione dinamica	σ_z =	90.114	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	162.205	kN/m
Carico totale	Q =	176.605	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0.121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1.5	
Deformazione assoluta	Δd =	34.92	mm
Deformazione relativa %	δ =	2.910	%
Tubazione verificata			

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	1200	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m ²
Modulo di elasticità	E_m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	1.500	m
Altezza sull'estradosso	H =	3.00	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ_t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0.70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E_t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16.4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea stretta			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K_a =	0.271	
Coeff. di carico statico	χ =	1.401	
Carico idrostatico	Q_{idr} =	0.000	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	50.454	kN/m
Determinazione carico dinamico			
HT60			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1.1	
Tensione dinamica	σ_z =	16.734	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	22.089	kN/m
Carico totale	Q =	72.543	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0.121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1.5	
Deformazione assoluta	Δd =	14.34	mm
Deformazione relativa %	δ =	1.195	%
Tubazione verificata			

APPENDICE A:
VERIFICHE ELEMENTI DI RACCOLTA - EMBRICI IN CURVA

PK in	PK out	b	i long	i trasv	ieff	Leff	C	alfa	tpc	qo	hmax	p	L fascia invasa	i trasv	h	Q max bordo carreggia ta	L assunto
		[m]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]		[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]	[m]	%	[m]	[mc/s]	[m]
54295.80	54659.21	20.5	0.001	0.0370	0.0370	20.01	1	13.4672	152.5945	0.0012	10.70	214.08	2.70	3.70	0.10	0.051	20
52719.44	53207.85	20.5	0.001	0.0250	0.0250	20.02	1	11.0724	172.8560	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.024	20
47066.52	47298.39	20.5	0.002	0.0451	0.0451	20.01	1	14.8709	143.3091	0.0012	10.70	214.08	2.22	4.51	0.10	0.066	30
46174.50	46380.14	20.5	0.003	0.0446	0.0447	20.06	1	14.8048	143.9199	0.0012	10.70	214.08	2.24	4.46	0.10	0.094	30
42660.03	43213.77	20.5	0.003	0.0438	0.0439	20.05	1	14.6676	144.7255	0.0012	10.70	214.08	2.28	4.38	0.10	0.088	30
39987.42	40419.03	20.5	0.005	0.0690	0.0692	20.05	1	18.4088	125.2662	0.0012	10.70	214.08	1.45	6.92	0.10	0.110	30
39067.51	38437.37	23.25	0.001	0.0440	0.0440	23.26	1	14.6852	158.9152	0.0014	10.70	214.08	2.27	4.40	0.10	0.051	20
34581.00	34431.00	20.5	0.004	0.0346	0.0348	20.12	1	13.0585	156.1489	0.0012	10.70	214.08	2.89	3.46	0.10	0.098	30
34431.00	34231.00	20.5	0.008	0.0346	0.0354	20.49	1	13.1791	157.0634	0.0012	10.70	214.08	2.89	3.46	0.10	0.141	
34231.00	34186.00	20.5	0.003	0.0346	0.0347	20.09	1	13.0485	156.0731	0.0012	10.70	214.08	2.89	3.46	0.10	0.091	
31769.79	31481.00	20.5	0.002	0.0437	0.0438	20.03	1	14.6442	144.7890	0.0012	10.70	214.08	2.29	4.37	0.10	0.078	20
31481.00	31286.48	20.5	0.001	0.0437	0.0437	20.01	1	14.6351	144.7318	0.0012	10.70	214.08	2.29	4.37	0.10	0.051	

VERIFICHE ELEMENTI DI RACCOLTA - EMBRICI IN RETTIFILO

PK in	PK out	b	i long	i trasv	ieff	Leff	C	alfa	tpc	qo	hmax	p	L fascia invasa	i trasv	h	Q max bordo carreggia ta	L assunto
		[m]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]		[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]	[m]	%	[m]	[mc/s]	[m]
56143.52	56020.71	23.25	0.002	0.0250	0.0251	23.33	1	11.0863	190.3600	0.0014	11.05	209.04	2.50	2.50	0.06	0.021	15
56020.71	55782.91	23.25	0.002	0.0250	0.0251	23.34	1	11.0883	190.3819	0.0013	11.05	209.03	2.50	2.50	0.06	0.022	15
55782.91	55551.50	23.25	0.002	0.0250	0.0251	23.33	1	11.0862	190.3591	0.0014	11.05	209.04	2.50	2.50	0.06	0.021	15
55551.50	55349.18	23.25	0.002	0.0250	0.0251	23.31	1	11.0812	190.3046	0.0014	11.05	209.06	2.50	2.50	0.06	0.019	15
55349.18	54981.00	23.25	0.002	0.0250	0.0251	23.31	1	11.0822	190.3153	0.0014	11.05	209.06	2.50	2.50	0.06	0.020	15
54981.00	54731.00	23.25	0.001	0.0250	0.0250	23.29	1	11.0777	190.2660	0.0014	11.05	209.08	2.50	2.50	0.06	0.018	15
54731.00	54681.00	23.25	0.001	0.0250	0.0250	23.28	1	11.0743	190.2298	0.0014	11.05	209.10	2.50	2.50	0.06	0.016	15
54231.00	54031.00	20	0.006	0.0250	0.0258	20.65	1	11.2477	174.5900	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.060	30
54031.00	53631.00	20	0.003	0.0250	0.0252	20.15	1	11.1096	173.2247	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.041	30
53631.00	53231.00	20	0.001	0.0250	0.0250	20.02	1	11.0724	172.8560	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.024	20
52681.00	51581.00	20	0.001	0.0250	0.0250	20.02	1	11.0724	172.8560	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.024	20
51581.00	51481.00	20	0.001	0.0250	0.0250	20.02	1	11.0724	172.8560	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.024	20
51481.00	50661.00	20	0.001	0.0250	0.0250	20.02	1	11.0735	172.8666	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.025	20
50661.00	50431.00	23.25	0.001	0.0250	0.0250	23.27	1	11.0735	190.2202	0.0014	11.05	209.10	2.50	2.50	0.06	0.016	15
50431.00	50181.00	23.25	0.001	0.0250	0.0250	23.28	1	11.0762	190.2496	0.0014	11.05	209.09	2.50	2.50	0.06	0.017	15
49600.00	49381.00	20	0.011	0.0250	0.0274	21.92	1	11.5858	177.9062	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.079	30
49381.00	48231.00	20	0.001	0.0250	0.0250	20.02	1	11.0744	172.8762	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.026	20
48231.00	47481.00	20	0.005	0.0250	0.0256	20.45	1	11.1918	174.0380	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.054	30
47481.00	47331.00	20	0.001	0.0250	0.0250	20.02	1	11.0724	172.8560	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.024	20
46981.00	46881.00	20	0.003	0.0250	0.0252	20.15	1	11.1103	173.2314	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.041	30
46881.00	46031.00	20	0.003	0.0250	0.0252	20.19	1	11.1195	173.3228	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.044	30
46031.00	45731.00	20	0.004	0.0250	0.0253	20.21	1	11.1249	173.3764	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.045	30

45731.00	43331.00	20	0.002	0.0250	0.0251	20.05	1	11.0805	172.9363	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.031	25
43331.00	43231.00	20	0.003	0.0250	0.0252	20.15	1	11.1088	173.2166	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.041	30
42581.00	42081.00	20	0.004	0.0250	0.0253	20.24	1	11.1336	173.4622	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.046	30
42081.00	40531.00	20	0.002	0.0250	0.0250	20.04	1	11.0784	172.9152	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.029	25
39781.00	39081.00	20	0.005	0.0250	0.0254	20.35	1	11.1646	173.7696	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.051	30
37231.00	37181.00	20	0.001	0.0250	0.0250	20.02	1	11.0724	172.8560	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.024	20
37181.00	36431.00	23.25	0.005	0.0250	0.0255	23.74	1	11.1834	191.4181	0.0013	11.09	208.54	2.50	2.50	0.06	0.034	20
36431.00	34581.00	20	0.003	0.0250	0.0252	20.14	1	11.1062	173.1910	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.040	30
34181.00	33181.00	20	0.003	0.0250	0.0252	20.16	1	11.1130	173.2587	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.042	30
33181.00	32931.00	20	0.001	0.0250	0.0250	20.02	1	11.0739	172.8711	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.025	20
32931.00	32431.00	20	0.002	0.0250	0.0251	20.05	1	11.0826	172.9572	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.032	25
32431.00	31831.00	20	0.002	0.0250	0.0251	20.09	1	11.0934	173.0641	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.036	30
31231.00	30681.00	20	0.001	0.0250	0.0250	20.02	1	11.0724	172.8560	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.024	20
30681.00	29781.00	20	0.001	0.0250	0.0250	20.02	1	11.0724	172.8560	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.024	20
29781.00	29381.00	20	0.006	0.0250	0.0256	20.50	1	11.2067	174.1848	0.0012	10.70	214.08	3.00	2.50	0.08	0.056	30

APPENDICE B
VERIFICHE ELEMENTI DI RACCOLTA IN SPARTITRAFFICO

Da progr.	A Progr.	b	A	i long	i trasv	ieff	Leff	C	alfa	ta	qo	hmax	i	Q elemento	Qelem/qo	passo scarichi assunto	qo scaricata
[m]	[m]	[m]	[mq]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]		[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]	[mc/(s)]	[m]	[m]	[l/(s)]
54244.94	54331.00	20.50	1764.33	0.001	0.037	0.037	20.51	1	11.5435	170.9581	0.0012	10.704	214.08	0.021	17	15	18.29
54331.00	54631.00	20.50	6150.00	0.001	0.037	0.037	20.50	1	11.5420	170.9435	0.0012	10.704	214.08	0.016	13	15	18.29
54631.00	54551.00	20.50	1640.00	0.001	0.037	0.037	20.51	1	11.5452	170.9738	0.0012	10.704	214.08	0.024	19	15	18.29
52679.84	53022.00	20.50	7014.26	0.001	0.025	0.025	20.52	1	9.4925	193.6807	0.0012	11.164	207.50	0.022	19	15	17.72
53022.00	53247.45	20.50	4621.64	0.001	0.025	0.025	20.51	1	9.4887	193.6314	0.0012	11.162	207.53	0.017	14	15	17.73
47000.85	47274.00	20.50	5599.62	0.002	0.045	0.045	20.51	1	12.7315	160.6595	0.0012	10.704	214.08	0.025	20	15	18.29
47274.00	47364.06	20.50	1846.29	0.002	0.045	0.045	20.51	1	12.7323	160.6661	0.0012	10.704	214.08	0.026	21	15	18.29
46109.91	46420.00	20.50	6356.84	0.003	0.045	0.045	20.53	1	12.6818	161.1729	0.0012	10.704	214.08	0.033	27	15	18.29
42597.21	42870.00	20.50	5592.26	0.004	0.044	0.044	20.58	1	12.6093	161.9743	0.0012	10.704	214.08	0.040	32	15	18.29
42870.00	43275.00	20.50	8302.50	0.003	0.044	0.044	20.55	1	12.6000	161.8983	0.0012	10.704	214.08	0.035	29	15	18.29
39866.46	40539.99	20.50	13807.30	0.005	0.069	0.069	20.56	1	15.7830	140.3622	0.0012	10.704	214.08	0.046	38	15	18.29
38374.07	39130.81	23.25	17594.18	0.001	0.044	0.044	23.26	1	12.5871	175.2642	0.0014	10.704	214.08	0.019	14	15	20.74
37082.01	37181.00	20.50	2029.36	0.003	0.025	0.025	20.68	1	9.5287	194.1493	0.0012	11.179	207.29	0.037	31	15	17.71
37181.00	37494.22	20.50	6420.95	0.001	0.025	0.025	20.50	1	9.4880	193.6211	0.0012	11.162	207.53	0.015	13	15	17.73
34138.89	34431.00	20.50	5988.23	0.004	0.035	0.035	20.62	1	11.2568	174.2935	0.0012	10.704	214.08	0.039	32	15	18.29
34431.00	34231.00	20.50	4100.00	0.008	0.035	0.036	20.99	1	11.3584	175.2916	0.0012	10.704	214.08	0.056	46	15	18.29
34231.00	34627.38	20.50	8125.69	0.003	0.035	0.035	20.59	1	11.2484	174.2108	0.0012	10.704	214.08	0.036	30	15	18.29
31832.47	31481.00	20.50	7205.09	0.002	0.044	0.044	20.53	1	12.5951	161.8583	0.0012	10.704	214.08	0.031	26	15	18.29
31481.00	31223.81	20.50	5272.31	0.001	0.044	0.044	20.51	1	12.5873	161.7952	0.0012	10.704	214.08	0.020	17	15	18.29

APPENDICE C
VERIFICHE ELEMENTI DI RACCOLTA MARGINALI:
APPENDICE C1 - CANALETTA GRIGLIATA

Da progr.	A Progr.	b	A	i long	i trasv	ieff	Leff	C	alfa	ta	qo	hmax	i	Q elemento	Qelem/qo	passo scarichi assunto	qo scaricata
[m]	[m]	[m]	[mq]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]		[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]	[mc/(s)]	[m]	[m]	[l/(s)]
38231.00	38410.00	23.25	2441.25	0.001	0.025	0.025	23.28	1	9.4923	209.8029	0.0013	11.69	200.55	0.022	17	15	19.43
38059.00	38194.00	23.25	1976.25	0.001	0.025	0.025	23.27	1	9.4906	209.7795	0.0013	11.69	200.56	0.020	16	15	19.43
38197.00	38282.00	23.25	1395.00	0.001	0.025	0.025	23.27	1	9.4906	209.7795	0.0013	11.69	200.56	0.020	16	15	19.43
38170.00	38090.00	23.25	1046.25	0.001	0.025	0.025	23.27	1	9.4906	209.7795	0.0013	11.69	200.56	0.020	16	15	19.43
38090.00	38010.00	23.25	1162.50	0.001	0.025	0.025	23.27	1	9.4906	209.7795	0.0013	11.69	200.56	0.020	16	15	19.43
37581.00	37990.00	23.25	2325.00	0.001	0.025	0.025	23.27	1	9.4906	209.7795	0.0013	11.69	200.56	0.020	16	15	19.43
37481.00	37571.00	23.25	2092.50	0.001	0.025	0.025	23.27	1	9.4906	209.7795	0.0013	11.69	200.56	0.020	16	15	19.43
37231.00	37556.00	23.25	1441.50	0.001	0.025	0.025	23.27	1	9.4906	209.7795	0.0013	11.69	200.56	0.020	16	15	19.43

APPENDICE C
VERIFICHE ELEMENTI DI RACCOLTA MARGINALI:
APPENDICE C2 - CADITOIE

Da progr.	A Progr.	b	A	i long	i trasv	ieff	Leff	C	alfa	ta	qo	hmax	i	L fascia invasa	h	Q max bordo carreggiata	L assunto	qo scaricata
[m]	[m]	[m]	[mq]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]		[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]	[m]	[m]	[mc/s]	[m]	[l/(s)]
54231.00	54431.00	20.50	4100.00	0.001	0.037	0.037	20.51	1	11.5433	170.9562	0.0012	10.70	214.08	2.70	0.10	0.05	20	24.38
54031.00	54231.00	20.50	4100.00	0.007	0.025	0.026	21.18	1	9.6432	195.6286	0.0012	11.23	206.62	3.00	0.08	0.06	20	23.53
53281.00	53381.00	20.50	2050.00	0.001	0.025	0.025	20.52	1	9.4906	193.6558	0.0012	11.16	207.51	3.00	0.08	0.02	20	23.63
49831.00	49981.00	23.25	3487.50	0.012	0.025	0.028	25.98	1	10.0277	217.2454	0.0013	11.92	197.60	2.50	0.06	0.05	10	12.76
49981.00	50081.00	23.25	2325.00	0.012	0.025	0.028	25.98	1	10.0277	217.2454	0.0013	11.92	197.60	2.50	0.06	0.05	10	12.76
50046.00	50136.40	23.25	2101.80	0.012	0.025	0.028	25.98	1	10.0277	217.2454	0.0013	11.92	197.60	2.50	0.06	0.05	10	12.76
50163.50	50248.50	23.25	1976.25	0.002	0.025	0.025	23.32	1	9.5020	209.9388	0.0013	11.69	200.50	2.50	0.06	0.02	10	12.95
49581.00	49831.00	23.25	5812.50	0.006	0.025	0.026	24.02	1	9.6423	211.9035	0.0013	11.76	199.70	2.50	0.06	0.04	10	12.90
49831.00	50031.00	23.25	4650.00	0.010	0.025	0.027	25.16	1	9.8695	215.0627	0.0013	11.86	198.45	2.50	0.06	0.05	10	12.82
42881.00	42981.00	20.50	2152.50	0.002	0.046	0.046	20.52	1	12.8735	159.5523	0.0012	10.70	214.08	3.00	0.08	0.03	20	24.38
39881.00	39981.00	20.50	2050.00	0.005	0.069	0.069	20.56	1	15.7822	140.3576	0.0012	10.70	214.08	1.45	0.10	0.11	20	24.38

APPENDICE D
VERIFICHE ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO
APPENDICE D1 – TUBAZIONI IN SPARTITRAFFICO

Da progr.	A Progr.	i long (piat)	L	i long (tubo)	b	A	De	ri	f	A	P	R	Q	h	n	h/2ri	V	ta	tr	ta+tr	i	Q
[m]	[m]	[-]	[m]	[-]	[m]	[mq]	[mm]	[m]	[-]	[mq]	[m]	[m]	[m3/s]	[m]	[-]	[-]	[mm/s]	[sec]	[sec]	[sec]	[mm/h]	[m3/s]
54244.94	54289.00	0.0011	75	0.0068	20.5	1537.5	500	0.217	2.831	0.059	0.613	0.097	0.08	0.18	0.013	0.42	1.39	180.00	53.98	233.98	191.45	0.08
54289.00	54450.00	0.0005	85	0.0031	20.5	1742.5	630	0.268	3.198	0.116	0.856	0.136	0.14	0.28	0.013	0.51	1.18	180.00	72.05	305.56	170.87	0.14
			50	0.0031	20.5	1025.0	500	0.217	2.816	0.058	0.610	0.096	0.05	0.18	0.013	0.42	0.93	180.00	53.51	233.51	191.61	0.05
54450.00	54551.00	0.0007	51	0.0040	20.5	1045.5	500	0.217	3.462	0.089	0.750	0.118	0.11	0.25	0.013	0.58	1.21	180.00	42.08	270.76	179.91	0.11
			50	0.0040	20.5	1025.0	400	0.174	3.352	0.054	0.582	0.092	0.06	0.19	0.013	0.55	1.03	180.00	48.67	228.67	193.33	0.06
54551.00	54710.07	0.0002	59	0.0031	23.3	1371.8	630	0.268	3.601	0.145	0.963	0.150	0.18	0.33	0.013	0.61	1.27	180.00	46.55	322.24	167.05	0.18
			50	0.0031	23.3	1162.5	500	0.217	3.856	0.106	0.835	0.127	0.12	0.29	0.013	0.67	1.13	180.00	44.21	275.69	178.53	0.12
			50	0.0031	23.3	1162.5	500	0.217	2.937	0.064	0.636	0.101	0.06	0.19	0.013	0.45	0.97	180.00	51.48	231.48	192.33	0.06
52679.84	53022.00	0.0012	142	0.0018	20.5	2911.0	800	0.339	3.811	0.255	1.292	0.197	0.29	0.45	0.013	0.66	1.13	193.68	125.15	536.66	134.42	0.29
			150	0.0018	20.5	3075.0	630	0.268	4.207	0.182	1.125	0.162	0.18	0.40	0.013	0.75	0.99	193.68	150.94	411.51	150.52	0.18
			50	0.0018	20.5	1025.0	500	0.217	3.061	0.070	0.663	0.105	0.05	0.21	0.013	0.48	0.75	193.68	66.89	260.57	182.87	0.05
53022.00	53247.45	0.0007	125	0.0027	20.5	2562.5	630	0.268	4.026	0.172	1.077	0.159	0.21	0.38	0.013	0.71	1.21	193.68	103.00	394.56	153.24	0.21
			100	0.0027	20.5	2050.0	500	0.217	3.673	0.098	0.795	0.123	0.10	0.27	0.013	0.63	1.02	193.68	97.87	291.55	174.32	0.10
47000.85	47244.00	0.0014	156	0.0029	20.5	3198.0	630	0.268	4.316	0.187	1.154	0.162	0.24	0.42	0.013	0.78	1.28	180.00	122.13	404.31	151.66	0.24
			50	0.0029	20.5	1025.0	500	0.217	3.683	0.098	0.797	0.123	0.10	0.27	0.013	0.63	1.06	180.00	47.00	282.18	176.77	0.10
			50	0.0029	20.5	1025.0	500	0.217	2.842	0.060	0.615	0.097	0.05	0.18	0.013	0.43	0.91	180.00	55.18	235.18	191.03	0.05
47244.00	47274.00	0.0050	25	0.0100	20.5	512.5	400	0.174	2.324	0.024	0.403	0.060	0.03	0.10	0.013	0.30	1.22	180.00	20.50	200.50	204.47	0.03
47274.00	47364.06	0.0007	40	0.0033	20.5	820.0	500	0.217	3.423	0.087	0.741	0.117	0.10	0.25	0.013	0.57	1.10	180.00	36.21	268.43	180.57	0.10
			50	0.0033	20.5	1025.0	400	0.174	3.452	0.057	0.599	0.094	0.05	0.20	0.013	0.58	0.96	180.00	52.22	232.22	192.06	0.05

46109.91	46238.00	0.0031	80	0.0031	20.5	1640.0	500	0.217	4.099	0.115	0.888	0.130	0.13	0.32	0.013	0.73	1.15	180.00	69.79	303.24	171.43	0.13
			50	0.0031	20.5	1025.0	400	0.174	3.513	0.058	0.609	0.096	0.05	0.21	0.013	0.59	0.94	180.00	53.45	233.45	191.63	0.05
46238.00	46418.00	0.0022	130	0.0017	20.5	2665.0	630	0.268	4.066	0.174	1.088	0.160	0.17	0.39	0.013	0.72	0.96	180.00	135.05	382.98	155.20	0.17
			50	0.0017	20.5	1025.0	500	0.217	3.106	0.072	0.672	0.107	0.05	0.21	0.013	0.49	0.74	180.00	67.92	247.92	186.79	0.05
42597.21	42740.00	0.0048	140	0.0014	20.5	2870.0	630	0.268	3.700	0.151	0.990	0.153	0.13	0.34	0.013	0.64	0.86	180.00	163.53	343.53	162.56	0.13
42740.00	42840.00	0.0035	53	0.0020	20.5	1086.5	630	0.268	3.147	0.113	0.842	0.134	0.11	0.27	0.013	0.50	0.94	180.00	56.57	299.88	172.24	0.11
			50	0.0020	20.5	1025.0	500	0.217	3.015	0.068	0.653	0.104	0.05	0.20	0.013	0.47	0.79	180.00	63.31	243.31	188.29	0.05
42870.00	43031.00	0.0020	60	0.0019	20.5	1230.0	630	0.268	3.753	0.155	1.004	0.154	0.15	0.35	0.013	0.65	0.99	180.00	60.42	353.85	160.52	0.15
			100	0.0019	20.5	2050.0	500	0.217	4.021	0.112	0.870	0.129	0.10	0.31	0.013	0.71	0.88	180.00	113.43	293.43	173.85	0.10
43031.00	43281.00	0.0037	150	0.0008	20.5	3075.0	800	0.339	3.956	0.269	1.341	0.201	0.21	0.47	0.013	0.70	0.78	180.00	193.41	529.57	135.19	0.21
			100	0.0008	20.5	2050.0	630	0.268	3.613	0.145	0.966	0.151	0.09	0.33	0.013	0.62	0.64	180.00	156.16	336.16	164.06	0.09
39866.46	40539.99	0.0052	360	0.0045	20.5	7380.0	800	0.339	4.234	0.294	1.435	0.205	0.55	0.52	0.013	0.76	1.86	180.00	193.91	580.03	130.04	0.55
			200	0.0045	20.5	4100.0	630	0.268	4.121	0.177	1.102	0.161	0.28	0.39	0.013	0.74	1.58	180.00	126.73	386.12	154.66	0.28
			100	0.0045	20.5	2050.0	500	0.217	3.339	0.083	0.723	0.115	0.10	0.24	0.013	0.55	1.26	180.00	79.39	259.39	183.22	0.10
38374.07	38463.00	0.0020	49	0.0022	23.3	1139.3	500	0.217	4.196	0.119	0.908	0.131	0.12	0.33	0.013	0.75	0.98	180.00	50.15	289.99	174.72	0.12
			50	0.0022	23.3	1162.5	400	0.174	4.022	0.072	0.698	0.103	0.06	0.25	0.013	0.71	0.84	180.00	59.83	239.83	189.44	0.06
38463.00	38825.00	0.0003	210	0.0017	23.3	4882.5	800	0.339	4.386	0.306	1.487	0.206	0.35	0.54	0.013	0.79	1.14	180.00	184.79	533.88	134.72	0.35
			100	0.0017	23.3	2325.0	630	0.268	4.025	0.172	1.077	0.159	0.16	0.38	0.013	0.71	0.96	180.00	104.42	349.09	161.45	0.16
			50	0.0017	23.3	1162.5	500	0.217	3.375	0.085	0.731	0.116	0.07	0.24	0.013	0.56	0.77	180.00	64.67	244.67	187.84	0.06
38976.00	38825.00	0.0007	102	0.0020	20.5	2091.0	630	0.268	3.624	0.146	0.969	0.151	0.15	0.33	0.013	0.62	1.01	180.00	100.93	344.66	162.33	0.15
			50	0.0020	20.5	1025.0	500	0.217	3.001	0.067	0.650	0.103	0.05	0.20	0.013	0.46	0.78	180.00	63.73	243.73	188.15	0.05
38825.00	39130.81	0.0020	81	0.0020	20.5	1660.5	630	0.268	3.433	0.133	0.918	0.145	0.13	0.31	0.013	0.57	0.98	180.00	82.84	326.88	166.03	0.13
			50	0.0020	20.5	1025.0	500	0.217	3.007	0.067	0.651	0.103	0.05	0.20	0.013	0.47	0.78	180.00	64.04	244.04	188.05	0.05
37378.00	37490.00	0.0010	62	0.0013	20.5	2296.0	630	0.268	4.155	0.179	1.112	0.161	0.16	0.40	0.013	0.74	0.87	194.15	71.54	339.97	163.28	0.16
			50	0.0013	20.5	1025.0	500	0.217	3.201	0.076	0.693	0.110	0.05	0.22	0.013	0.51	0.67	194.15	74.28	268.43	180.57	0.05
37378.00	37081.00	0.0007	197	0.0015	20.5	4038.5	800	0.339	3.677	0.241	1.246	0.193	0.25	0.43	0.013	0.63	1.05	193.62	187.35	511.03	137.25	0.25

			50	0.0015	20.5	1025.0	630	0.268	3.214	0.118	0.860	0.137	0.10	0.28	0.013	0.52	0.84	193.68	59.82	323.68	166.73	0.10
			50	0.0015	20.5	1025.0	500	0.217	3.125	0.073	0.676	0.108	0.05	0.21	0.013	0.50	0.71	193.68	70.17	263.86	181.90	0.05
34138.89	34355.00	0.0032	116	0.0023	20.5	4430.2	630	0.268	3.943	0.167	1.055	0.158	0.19	0.37	0.013	0.70	1.13	180.00	103.09	395.04	153.16	0.19
			50	0.0023	20.5	1025.0	500	0.217	3.870	0.106	0.838	0.127	0.10	0.29	0.013	0.68	0.97	180.00	51.46	291.94	174.22	0.10
			50	0.0023	20.5	1025.0	400	0.174	3.725	0.064	0.646	0.100	0.05	0.22	0.013	0.64	0.83	180.00	60.48	240.48	189.23	0.05
34355.00	34627.38	0.0044	120	0.0037	20.5	2460.0	630	0.268	2.800	0.088	0.749	0.118	0.10	0.22	0.013	0.42	1.16	180.00	103.04	413.48	150.22	0.10
			100	0.0037	20.5	2050.0	500	0.217	4.261	0.121	0.922	0.131	0.15	0.33	0.013	0.77	1.25	180.00	79.94	310.44	169.72	0.15
			50	0.0037	20.5	1025.0	400	0.174	3.358	0.054	0.583	0.092	0.05	0.19	0.013	0.55	0.99	180.00	50.51	230.51	192.67	0.05
31223.81	31355.00	0.0004	82	0.0004	20.5	1681.0	800	0.339	3.542	0.226	1.201	0.188	0.12	0.41	0.013	0.60	0.51	180.00	159.89	461.31	143.37	0.12
			50	0.0004	20.5	1025.0	630	0.268	3.181	0.115	0.851	0.135	0.05	0.27	0.013	0.51	0.41	180.00	121.42	301.42	171.87	0.05
31355.00	31539.00	0.0005	134	0.0005	20.5	2747.0	800	0.339	3.767	0.250	1.277	0.196	0.16	0.44	0.013	0.65	0.63	180.00	213.06	491.22	139.59	0.16
			50	0.0005	20.5	1025.0	630	0.268	3.370	0.129	0.901	0.143	0.07	0.30	0.013	0.56	0.51	180.00	98.16	278.16	177.85	0.05
31539.00	31567.00	0.0036	28	0.0036	20.5	574.0	400	0.174	2.731	0.035	0.474	0.074	0.03	0.14	0.013	0.40	0.84	180.00	33.21	252.37	185.38	0.03
31567.00	31600.00	0.0030	33	0.0030	20.5	676.5	400	0.174	3.035	0.044	0.527	0.084	0.04	0.16	0.013	0.47	0.84	180.00	39.16	219.16	196.86	0.04
31600.00	31690.00	0.0033	96	0.0033	20.5	1968.0	500	0.217	3.290	0.081	0.712	0.113	0.09	0.23	0.013	0.54	1.08	180.00	88.87	361.16	159.13	0.09
31690.00	31788.00	0.0031	100	0.0031	20.5	2050.0	500	0.217	3.581	0.094	0.775	0.121	0.10	0.26	0.013	0.61	1.08	180.00	92.29	272.29	179.47	0.10

APPENDICE D
VERIFICHE ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO
APPENDICE D2 - TUBAZIONI MARGINALI

Da progr.	A Progr.	i long (piat)	L	i long (tubo)	b	A	De	ri	f	A	P	R	Q	h	n	h/2ri	V	ta	tr	ta+tr	i	Q
[m]	[m]	[-]	[m]	[-]	[m]	[mq]	0	[m]	[-]	[mq]	[m]	[m]	[m3/s]	[m]	[-]	[-]	[mm/s]	[sec]	[sec]	[sec]	[mm/h]	[m3/s]
54031.00	54231.00	0.0065	50	0.0065	20.5	1025.0	500	0.22	2.50	0.04	0.54	0.08	0.05	0.15	0.013	0.34	1.22	195.63	40.92	236.55	190.56	0.05
54231.00	54431.00	0.0009	50	0.0009	20.5	1025.0	500	0.22	3.50	0.09	0.76	0.12	0.05	0.25	0.013	0.59	0.58	180.00	86.09	266.09	181.24	0.05
53281.00	53381.00	0.0010	100	0.0004	20.5	2050.0	630	0.27	4.24	0.18	1.13	0.16	0.09	0.41	0.013	0.76	0.48	193.66	210.45	404.10	151.69	0.09
49831.00	49981.00	0.0125	150	0.0125	23.3	3487.5	500	0.22	3.30	0.08	0.71	0.11	0.17	0.23	0.013	0.54	2.09	217.25	71.70	288.94	174.99	0.17
49981.00	50081.00	0.0125	100	0.0125	23.3	2325.0	630	0.27	2.91	0.10	0.78	0.12	0.21	0.24	0.013	0.44	2.21	217.25	45.23	321.66	167.18	0.21
			50	0.0125	20.5	1025.0	500	0.22	2.77	0.06	0.60	0.09	0.10	0.18	0.013	0.41	1.85	217.25	27.09	276.43	178.32	0.10
			50	0.0125	20.5	1025.0	400	0.17	2.70	0.03	0.47	0.07	0.05	0.14	0.013	0.39	1.56	217.25	32.10	249.34	186.33	0.05
50046.00	50136.40	0.0125	90	0.0125	23.3	2092.5	400	0.17	3.46	0.06	0.60	0.09	0.11	0.20	0.013	0.58	1.85	217.25	48.54	265.78	181.33	0.11
50163.50	50248.50	0.0020	85	0.0020	23.3	1976.3	500	0.22	3.82	0.10	0.83	0.13	0.09	0.29	0.013	0.67	0.90	209.94	94.48	304.42	171.15	0.09
49581.00	49831.00	0.0065	50	0.0065	23.3	1162.5	500	0.22	2.58	0.05	0.56	0.09	0.06	0.16	0.013	0.36	1.25	211.90	39.92	251.82	185.55	0.06
49831.00	50031.00	0.0104	50	0.0104	23.3	1162.5	500	0.22	2.40	0.04	0.52	0.08	0.06	0.14	0.013	0.32	1.49	215.06	33.65	248.72	186.53	0.06
42881.00	42981.00	0.0018	105	0.0018	20.5	2152.5	630	0.27	3.18	0.12	0.85	0.14	0.10	0.27	0.013	0.51	0.90	180.00	117.31	297.31	172.88	0.10
39881.00	39981.00	0.0051	100	0.0051	20.5	2050.0	500	0.22	3.26	0.08	0.71	0.11	0.11	0.23	0.013	0.53	1.33	180.00	75.28	255.28	184.47	0.11
38231.00	38410.00	0.0012	105	0.0012	23.3	2441.3	630	0.27	4.43	0.19	1.19	0.16	0.16	0.43	0.013	0.80	0.83	209.80	127.11	412.53	150.36	0.16
			50	0.0012	23.3	1162.5	500	0.22	3.41	0.09	0.74	0.12	0.06	0.24	0.013	0.57	0.66	209.80	75.63	285.43	175.91	0.06
38059.00	38194.00	0.0010	85	0.0010	23.3	1976.3	630	0.27	4.26	0.18	1.14	0.16	0.14	0.41	0.013	0.77	0.75	209.80	113.05	404.03	151.70	0.14
			50	0.0010	23.3	1162.5	500	0.22	3.54	0.09	0.77	0.12	0.06	0.26	0.013	0.60	0.62	209.80	81.18	290.98	174.47	0.06
38197.00	38282.00	0.0010	60	0.0010	23.3	1395.0	500	0.22	3.82	0.10	0.83	0.13	0.07	0.29	0.013	0.67	0.64	209.80	94.34	304.14	171.21	0.07
38170.00	38090.00	0.0010	45	0.0010	23.3	1046.3	630	0.27	3.59	0.14	0.96	0.15	0.10	0.33	0.013	0.61	0.71	209.80	63.01	354.10	160.47	0.10
38090.00	38010.00	0.0010	50	0.0010	23.3	1162.5	500	0.22	3.53	0.09	0.76	0.12	0.06	0.26	0.013	0.60	0.62	209.80	81.28	291.09	174.44	0.06

37581.00	37990.00	0.0010	100	0.0010	23.3	2325.0	630	0.27	3.61	0.15	0.97	0.15	0.10	0.33	0.013	0.62	0.72	209.80	139.66	349.46	161.37	0.10
37481.00	37571.00	0.0010	90	0.0010	23.3	2092.5	630	0.27	3.47	0.14	0.93	0.15	0.10	0.31	0.013	0.58	0.70	209.80	128.24	338.04	163.68	0.10
37231.00	37556.00	0.0010	62	0.0010	23.3	1441.5	800	0.34	3.37	0.21	1.14	0.18	0.17	0.38	0.013	0.56	0.81	209.80	76.68	437.12	146.70	0.17
38090.00	38010.00	0.0000	50	0.0010	23.3	1162.5	630	0.27	3.67	0.15	0.98	0.15	0.11	0.34	0.013	0.63	0.72	209.80	69.35	360.44	159.26	0.11
38090.00	38010.00	0.0000	50	0.0010	23.3	1162.5	500	0.22	3.53	0.09	0.76	0.12	0.06	0.26	0.013	0.60	0.62	209.80	81.28	291.09	174.44	0.06

APPENDICE E
VERIFICHE ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO IN TRINCEA

Da progr.	A Progr.	i long (piat)	L	i long (tubo)	b	A	De	ri	f	A	P	R	Q	h	n	h/2ri	V	ta	tr	ta+tr	i	Q
[m]	[m]	[-]	[m]	[-]	[m]	[mq]	0	[m]	[-]	[mq]	[m]	[m]	[m ³ /s]	[m]	[-]	[-]	[mm/s]	[sec]	[sec]	[sec]	[mm/h]	[m ³ /s]
40081.00	40481.00	0.0048	200	0.0048	20.5	4100.0	630	0.27	4.41	0.19	1.18	0.16	0.32	0.43	0.013	0.80	1.66	193.91	120.45	430.50	147.66	0.32
		0.0048	100	0.0048	20.5	2050.0	500	0.22	3.89	0.11	0.84	0.13	0.15	0.30	0.013	0.68	1.41	193.91	70.95	310.05	169.81	0.15
		0.0048	50	0.0048	20.5	1025.0	400	0.17	3.21	0.05	0.56	0.09	0.05	0.18	0.013	0.52	1.11	193.91	45.19	239.10	189.69	0.05

VERIFICHE ELEMENTI DI RACCOLTA IN TRINCEA

Da progr.	A Progr.	b	A	i long	i trasv	ieff	Leff	C	alfa	ta	qo	hmax	i	Q elemento	Qelem/qo	passo scarichi assunto	qo scaricata
[m]	[m]	[m]	[mq]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]		[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]	[mc/(s)]	[m]	[m]	[l/(s)]
40081.00	40481.00	20.50	8200.00	0.005	0.069	0.025	20.55	1	9.4868	193.9099	0.0012	11.17	207.40	0.02	19.35	20.00	0.02

**APPENDICE F
VERIFICHE DEI FOSSI DI GUARDIA**

Canali artificiali DA PK 47+698.36 A PK 56+479.69

PK IN	PK OUT	ASSE	L DRENATA [m]	A DRENATA [mc]	L [m] fosso	Qe [l/s]	Qu [l/s]	V LAMINAZIONE [mc]	V LIMITE QUANTITATIVO [mc]	RIEMPIMENTO %	TIPOLOGIA FOSSI	RECAPITO	NOME RECAPITO	Qscarico [l/s]	Q manufatto controllo [l/s]
56381	56194	NORD	185	3793	185	114	48	69	116	80	FI1B	56194.08	VIA LUNGA O CONDOTTELLO DI BAGNARA	47.81	47.81
55358	56016	SUD	655	15229	655	456	171	292	475	52	FI2	56016.67	FOSSO 45	171.23	NO
56152	56016	SUD	135	2768	135	83	35	50	84	80	FI1B	56016.67	FOSSO 45	34.89	NO
55353	56151	NORD	790	18368	790	550	207	353	573	52	FI2	56194.08	VIA LUNGA O CONDOTTELLO DI BAGNARA	206.52	412.63
54620	54750	NORD	120	2790	120	84	31	54	87	64	FR2	54783.73	FOSSO 42	31.37	31.37
54981	54784	NORD	200	4100	365	123	52	75	125	30	FR2	54783.73	FOSSO 42	51.68	51.68
53255	52640	SUD	610	12505	610	375	158	227	381	80	FI1B	52639.97	SCOLO ZANIOLO	157.63	157.63
53022	52640	NORD	607	12444	220	373	157	226	379	80	FI2	52639.97	SCOLO ZANIOLO	156.87	156.87
52596	52266	NORD	340	6970	340	209	88	127	213	80	FI1B	52639.97	SCOLO ZANIOLO	87.86	333.35
52096	52266	NORD/SUD	165	3383	165	101	43	61	103	80	FI1B	52639.97	SCOLO ZANIOLO	42.64	NO
51962	52096	NORD/SUD	140	2870	140	86	36	52	88	80	FI1B	52639.97	SCOLO ZANIOLO	36.18	NO
51506	51921	SUD/NORD	415	8510	415	255	107	155	259	80	FI1B	51920.65	SCOLO COLOMBARA	107.27	107.27
51506	51263	SUD/NORD	250	5125	250	154	65	93	156	80	FI1B	51236.48	FOSSO 36	64.60	64.60
51219	51057	NORD/SUD	162	3322	162	100	42	60	101	80	FI1B	51056.90	SCOLO CANALETTA INFLUENTE NEL MAESTA'	41.88	41.88

51057	50522	NORD/SUD	535	10967	535	329	138	199	334	80	FI1B	50521.93	FOSSA INFLUENTE NEL MAESTA'	138.24	138.24
49832	50049	NORD	217	4454	217	151	56	81	136	48	FR2	50125.25	FOSSO 35	56.15	56.15
50249	50454	NORD	290	5945	205	202	75	108	181	60	FI2	50521.93	FOSSA INFLUENTE NEL MAESTA'	74.94	123.01
50181	50454	SUD	638	14839	273	445	165	286	399	80	FI3	50521.93	FOSSA INFLUENTE NEL MAESTA'	164.93	196.98
49320	49809	SUD	490	11393	490	341	127	220	306	53	FR2	49815.00	SCOLO MOLINI	126.62	126.62
49814	49265	NORD	550	11275	550	383	142	205	344	53	FR2	49815.00	SCOLO MOLINI	142.13	142.13
49320	49131	SUD	185	3793	185	114	48	69	116	56	FR2	49128.46	SCOLO CONSORZIALE GAMBELLARA	47.81	47.81
49131	49256	NORD	125	2563	125	77	32	47	78	56	FR2	49128.46	SCOLO CONSORZIALE GAMBELLARA	32.30	32.30
49128	48633	SUD	495	10156	495	304	128	185	310	56	FR2	49128.46	SCOLO CONSORZIALE GAMBELLARA	128.02	128.02
49128	48633	NORD	495	10156	495	304	128	185	310	56	FR2	49128.46	SCOLO CONSORZIALE GAMBELLARA	128.02	128.02
47698	48043	NORD	340	6970	340	209	88	127	213	56	FR2	48042.50	FOSSO 34	87.86	87.86
48043	48633	NORD	590	12095	590	362	152	220	369	56	FR2	48633.06	SCOLO CORRECCHIELLO	152.46	152.46
47698	48043	SUD	340	6970	340	209	88	127	213	56	FR2	48042.50	FOSSO 34	87.86	87.86
48043	48633	SUD	585	11993	585	359	151	218	366	56	FR2	48633.06	SCOLO CORRECCHIELLO	151.17	151.17

Svincolo di Imola

PK IN	PK OUT	ASSE	L rampa mono [m]	L rampa bidirez [m]	L A14 [m]	L [m] fosso	Qe [l/s]	Qu [l/s]	V LAMINAZIONE [mc]	V LIMITE QUANTITATIVO [mc]	RIEMPIMENTO %	TIPOLOGIA FOSSI	RECAPITO	NOME RECAPITO	Qscarico [l/s]	Q manufatto controllo [l/s]
0.00	161.70	svincolo Imola - rampa A	120	30	90	100	120	77	46	56	75	F11B	50125.25	FOSSO 35	76.99	76.99
0.00	190.42	svincolo Imola - rampa B	150					48					50521.93	FOSSA INFLUENTE NEL MAESTA'	48.07	NO
0.00	192.44	svincolo Imola - rampa D	100					32					50521.93	FOSSA INFLUENTE NEL MAESTA'	32.05	NO

Canali naturali DA PK 47+698.36 A PK 56+479.69

PK IN	PK OUT	ASSE	L DRENATA[m]	A DRENATA [mc]	L [m] fosso	Qe [l/s]	Qu [l/s]	V LIMITE QUANTITATIVO [mc]	h tirante [m]	RIEMPIMENTO %	TIPOLOGIA FOSSI	RECAPITO	NOME RECAPITO	Qscarico [l/s]
54750	54448	SUD	50	1025	290	31	31	11	0.09	18	FR1	54430.00	RIO SANGUINARIO	30.71
54551	54448	NORD	365	7483	105	224	224	82	0.26	35	FR2	54430.00	RIO SANGUINARIO	224.16
54046	54289	SUD	250	5125	250	154	154	56	0.26	52	FR1	0.00	FOSSO 4	153.53
54289	54430	NORD	1199	24580	140	736	736	237	0.50	67	FR2	54430.00	RIO SANGUINARIO	736.35
53321	53992	SUD	793	16257	600	487	487	178	0.37	50	FR2	54289.22	FIUME SANTERNO	487.01
53321	53992	NORD	710	14555	710	436	436	160	0.42	80	FR1	54289.22	FIUME SANTERNO	436.04

Canali artificiali DA PK 29+817.92 A PK 47+698.36

PK IN	PK OUT	ASSE	L DRENATA[m]	A DRENATA [mc]	L [m] fosso	Qe [l/s]	Qu [l/s]	V LAMINAZIONE [mc]	V LIMITE QUANTITATIVO [mc]	RIEMPIMENTO %	TIPOLOGIA FOSSI	RECAPITO	NOME RECAPITO	Qscarico [l/s]	Q manufatto di controllo [l/s]
47392	47691	SUD	295	6048	295	181	142	45	66	63	FR1	47698.36	SCOLO CONSORZIALE CORRECCHIO	142.46	142.46
47696	47393	NORD	300	6150	300	184	145	46	68	65	FR2	47698.36	SCOLO CONSORZIALE CORRECCHIO	144.88	144.88
47390	47275	SUD	50	1025	110	31	24	8	11	43	FR1	47273.59	FOSSO 33	24.15	24.15
47390	47275	NORD	210	4305	120	129	101	32	47	57	FR2	47273.59	FOSSO 33	101.41	101.41
47268	46784	NORD	718	14719	475	441	347	111	162	43	FR2	46784.27	SCOLO CONSORZIALE PRATI CUPI	346.74	346.74
46982	46797	SUD	195	3998	195	120	94	30	44	55	FR1	46784.27	SCOLO CONSORZIALE PRATI CUPI	94.17	94.17
46419	46787	SUD	365	7483	365	224	176	56	82	57	FR1	46784.27	SCOLO CONSORZIALE PRATI CUPI	176.27	176.27
46489	46778	NORD	365	7483	365	224	176	56	82	55	FR1	46784.27	SCOLO CONSORZIALE PRATI CUPI	176.27	176.27
46110	46418	NORD	310	6355	180	264	207	31	70	55	FI1A	46417.70	FOSSO 31	206.78	206.78
45997	46417	SUD	415	8508	415	255	200	64	93	78	FI1A	45998.33	FOSSA DELLE BRUNELLE	200.42	200.42
46003	46163	NORD	160	3280	160	98	77	25	36	51	FI1A	45998.33	FOSSA DELLE BRUNELLE	77.27	77.27
45571	45997	SUD	425	8713	425	261	205	65	96	75	FI1A	45998.33	FOSSA DELLE BRUNELLE	205.24	205.24
45336	45763	NORD	425	8713	425	261	205	65	96	74	FI1A	45998.33	FOSSA DELLE BRUNELLE	205.24	205.24
45345	45570	SUD	225	4613	225	138	109	35	51	58	FI1A	45571.10	FOSSO 30	108.66	108.66
45336	45568	NORD	205	4203	205	126	99	32	46	55	FI1A	45571.10	FOSSO 30	99.00	99.00
45345	45169	SUD	180	3690	180	111	87	28	41	49	FR1	45174.95	SCOLO CONSORZIALE LADELLO	86.93	86.93

45200	45365	NORD	165	3383	165	101	80	25	37	55	FR1	45174.95	SCOLO CONSORZIALE LADELLO	79.68	79.68
45051	45154	SUD	100	2050	100	61	48	15	23	48	FR1	45174.95	SCOLO CONSORZIALE LADELLO	48.29	48.29
45051	45196	NORD	115	2358	115	71	56	18	26	50	FR1	45174.95	SCOLO CONSORZIALE LADELLO	55.54	55.54
45052	44861	SUD	190	3895	190	117	92	29	43	74	FI1A	44859.68	SCOLO FOSSATONE	91.76	91.76
45048	44861	NORD	215	4408	215	132	104	33	48	69	FI1B	44859.68	SCOLO FOSSATONE	103.83	103.83
44532	44859	SUD	328	6724	328	201	158	51	74	44	FI2	44859.68	SCOLO FOSSATONE	158.40	158.40
44532	44859	NORD	328	6724	328	201	158	51	74	44	FI2	44859.68	SCOLO FOSSATONE	158.40	158.40
44231	44530	SUD	297	6089	297	182	143	46	67	42	FI2	44531.27	FOSSO 29	143.43	143.43
44159	44530	NORD	367	7524	367	225	177	57	83	68	FI1A	44531.27	FOSSO 29	177.23	177.23
44159	44231	SUD	75	1538	75	46	36	12	17	45	FI1A	44157.82	FOSSO 28	36.22	36.22
44063	44157	SUD	95	1948	95	58	46	15	21	39	FI1A	44157.82	FOSSO 28	45.88	45.88
44018	44157	NORD	140	2870	140	86	68	22	32	43	FI1A	44157.82	FOSSO 28	67.61	67.61
44063	43840	SUD	220	4510	220	135	106	34	50	68	FI1A	43839.47	FOSSO 27	106.24	106.24
43434	43838	SUD	405	8303	405	249	196	62	91	82	FI2	43839.47	FOSSO 27	195.59	195.59
44014	43840	NORD	175	3588	175	107	85	27	39	60	FI1A	44157.82	FOSSO 27	84.51	84.51
43434	43838	NORD	405	8303	405	249	196	62	91	80	FI2	44157.82	FOSSO 27	195.59	195.59
43279	43431	NORD	152	3116	152	93	73	23	34	50	FI1A	43432.49	FOSSO 26	73.41	73.41
43046	43431	SUD	395	8098	395	243	191	61	89	76	FI1A	43432.49	FOSSO 26	190.76	190.76
38282	38975	SUD	685	15926	685	421	331	142	154	54	FI2	38976.29	SCOLO MENATA SELLARO	330.81	330.81
38369	38975	NORD	625	12813	625	384	302	96	141	43	FI2	38976.29	SCOLO MENATA SELLARO	301.83	301.83
38410	38050	NORD	360	7380	600	221	174	55	81	61	FR1	37990.46	CANALE DI MEDICINA	173.85	173.85
38100	38196	SUD	120	2460	120	74	58	18	27	27	FR1	38197.00	FOSSO 23	57.95	57.95
38198	38257	SUD	60	1230	60	37	29	9	14	32	FR1	38197.00	FOSSO 23	28.98	28.98
37481	37983	SUD	502	10282	400	308	242	77	113	63	FR1	37990.46	CANALE DI MEDICINA	242.22	242.22
37231	37981	NORD	862	17671	475	529	416	133	194	53	FR2	37990.46	CANALE DI MEDICINA	416.28	416.28

36405	37221	NORD	1113	22823	810	684	538	172	250	46	FI2	36308.31	FOSSO 21	537.65	537.65
36402	37201	SUD	799	16376	600	491	386	123	180	40	FI2	36308.31	FOSSO 21	385.77	385.77
35704	36309	SUD	595	12198	595	365	287	92	134	42	FI2	35702.13	SCOLO LAGHETTO	287.34	287.34
35704	36402	NORD	610	12505	610	375	295	94	137	38	FI2	35702.13	SCOLO LAGHETTO	294.59	294.59
35566	35700	SUD	125	2563	125	77	60	19	28	45	FI1B	35702.13	SCOLO LAGHETTO	60.37	60.37
35566	35700	NORD	140	2870	140	86	68	22	32	47	FI1B	35702.13	SCOLO LAGHETTO	67.61	67.61
32922	33698	SUD	770	15785	770	473	372	119	173	47	FI2	32920.67	FOSSO GALISANO	371.85	371.85
32922	33698	NORD	775	15888	775	476	374	119	174	48	FI2	32920.67	FOSSO GALISANO	374.27	374.27
32920	32780	SUD	140	2870	140	86	68	22	32	65	FI1A	32920.67	FOSSO GALISANO	67.61	67.61
32920	32785	NORD	135	2768	135	83	65	21	30	63	FI1A	32920.67	FOSSO GALISANO	65.20	65.20
0	0	SUD	155	3178	155	95	75	24	35	68	FI1A	32617.94	FOSSA GRANDE	74.85	74.85
0	0	NORD	160	3280	160	98	77	25	36	69	FI1A	32617.94	FOSSA GRANDE	77.27	77.27
32425	32617	SUD	195	3998	195	120	94	30	44	75	FI1A	32617.94	FOSSA GRANDE	94.17	94.17
32422	32617	NORD	195	3998	195	120	94	30	44	75	FI1A	32617.94	FOSSA GRANDE	94.17	94.17
32417	32037	SUD	305	6253	305	187	147	47	69	43	FI2	32418.35	SCOLO FOSSA BARCHETTA	147.29	147.29
32417	32037	NORD	305	6253	305	187	147	47	69	43	FI2	32418.35	SCOLO FOSSA BARCHETTA	147.29	147.29
31812	32100	SUD	288	5904	288	177	139	44	65	41	FI2	31811.71	FOSSO 11	139.08	139.08
31812	32111	NORD	289	5925	289	177	140	45	65	42	FI2	31811.71	FOSSO 11	139.57	139.57
31569	31811	SUD	242	4954	242	148	117	37	54	38	FI2	31567.88	FOSSA DI MEZZO	116.71	116.71
31569	31811	NORD	196	4018	155	120	95	30	44	63	FI1A	31567.88	FOSSA DI MEZZO	94.65	94.65
31357	31538	SUD	185	3793	185	114	89	29	42	74	FI1A	31355.54	SCOLO FOSSADONE	89.34	89.34
31357	31538	NORD	182	3731	183	112	88	28	41	48	FI1A	31355.54	SCOLO FOSSADONE	87.89	87.89
31169	31355	SUD	175	3588	175	107	85	27	39	72	FI1A	31355.54	SCOLO FOSSADONE	84.51	84.51
31169	31355	NORD	182	3731	193	112	88	28	41	47	FI1A	31355.54	SCOLO FOSSADONE	87.89	87.89
30796	30948	SUD	150	3075	150	92	72	23	34	57	FI1A	30694.75	FOSSO 9	72.44	72.44
30796	30948	NORD	155	3178	155	95	75	24	35	57	FI1A	30694.75	FOSSO 9	74.85	74.85

30696	30794	SUD	98	2006	110	60	47	15	22	47	FI1A	30694.75	FOSSO 9	47.26	47.26
30696	30794	NORD	98	2006	100	60	47	15	22	48	FI1A	30694.75	FOSSO 9	47.25	47.25
30464	30694	SUD	230	4714	230	141	111	35	52	69	FI1A	30123.70	FOSSO 8	111.05	111.05
30464	30694	NORD	230	4715	230	141	111	35	52	69	FI1A	30123.70	FOSSO 8	111.07	111.07
30125	30462	SUD	340	6970	340	209	164	52	77	45	FI2	30123.70	FOSSO 8	164.20	164.20
30125	30462	NORD	335	6868	335	206	162	52	75	45	FI2	30123.70	FOSSO 8	161.78	161.78
29819	30123	SUD	305	6253	305	187	147	47	69	43	FI2	29817.92	FOSSO 7	147.29	147.29
29819	30123	NORD	310	6355	310	190	150	48	70	43	FI2	29817.92	FOSSO 7	149.71	149.71
29515	29817	SUD	310	6355	310	190	150	48	70	36	FI2	29817.92	FOSSO 7	149.71	149.71
29515	29817	NORD	300	6150	300	184	145	46	68	35	FI2	29817.92	FOSSO 7	144.88	144.88
29409	29513	SUD	105	2153	105	64	51	16	24	39	FI1A	29817.92	FOSSO 7	50.71	50.71
29409	29513	NORD	105	2153	105	64	51	16	24	39	FI1A	29817.92	FOSSO 7	50.71	50.71

Canali naturali DA PK 29+817.92 A PK 47+698.36

PK IN	PK OUT	ASSE	L DRENATA[m]	A DRENATA [mc]	L [m] fosso	Qe [l/s]	Qu [l/s]	V LIMITE QUANTITATIVO [mc]	h tirante [m]	RIEMPIMENTO %	TIPOLOGIA FOSSI	RECAPITO	NOME RECAPITO	Qscarico [l/s]
42951	43031	SUD	180	12095	180	362	362	133	0.41	55	FR2	42866.00	TORRENTE SELLUSTRA	362.34
42821	42739	SUD	85	1743	85	52	52	19	0.10	21	FR1	42866.00	TORRENTE SELLUSTRA	52.20
42597	42840	NORD				240	240	55				42737.66	FOSSO 25	240.00
42737	41964	SUD	773	15847	773	475	475	174	0.35	47	FR2	41972.02	RIO SABBIOSO	474.73
42597	42001	NORD	596	12218	596	366	366	134	0.32	64	FR1	41972.02	RIO SABBIOSO	366.03
41315	41958	SUD	640	13120	640	393	393	144	0.36	48	FR2	41972.02	RIO SABBIOSO	393.05
41320	41995	NORD	665	13633	665	408	408	150	0.36	48	FR2	41972.02	RIO SABBIOSO	408.40
41042	41313	SUD	270	5535	270	166	166	61	0.32	65	FR1	41316.56	RIO TOSCANELLA	165.82
41055	41318	NORD	260	5330	260	160	160	59	0.32	63	FR1	41316.56	RIO TOSCANELLA	159.68
40698	41039	SUD	350	7175	350	215	215	79	0.37	75	FR1	41047.89	RIO ROSSO	214.95
40698	41051	NORD	340	6970	340	209	209	77	0.36	72	FR1	41047.89	RIO ROSSO	208.81
40531	40681	SUD	125	2563	125	77	77	28	0.16	31	FR1	40697.25	FOSSO 24	76.77
40146	39881	NORD	280	5740	280	172	172	63	0.16	33	FR1	39820.00	TORRENTE SILLARO	171.96
40516	40696	NORD	180	25420	180	762	762	279	0.62	62	FR3	40697.25	FOSSO 24	761.53
0	0	SUD	810	19291	810	578	578	212	0.34	46	FR2	39820.00	TORRENTE SILLARO	577.90
0	0	NORD	660	13530	810	405	405	149	0.28	38	FR2	39820.00	TORRENTE SILLARO	405.33
35411	35564	NORD	160	3280	160	98	98	36	0.25	49	FR1	35408.07	RIO MAGIONE	98.26

35411	35564	SUD	145	2973	145	89	89	33	0.23	46	FR1	35408.07	RIO MAGIONE	89.05
35094	35405	SUD	325	6663	325	200	200	73	0.29	58	FI1	35094.52	SCOLO FOSSAZZA	199.60
35096	35405	NORD	290	5945	290	178	178	65	0.34	67	FI1	35094.52	SCOLO FOSSAZZA	178.10
34794	34999	SUD	300	6150	300	184	184	68	0.36	72	FI1	34792.93	FOSSO 17	184.24
34794	35094	NORD	295	6048	295	181	181	66	0.35	70	FI1	34792.93	FOSSO 17	181.17
34793	34573	SUD	220	4510	220	135	135	50	0.33	65	FI1	34792.93	FOSSO 17	135.11
34792	34065	NORD	715	24621	715	738	738	270	0.55	74	FI3	34792.93	FOSSO 17	737.58
34065	34165	SUD	100	2050	100	61	61	23	0.19	38	FR1	34062.40	TORRENTE GAIANA	61.41
33976	34059	SUD	80	1640	80	49	49	18	0.16	33	FR1	34062.40	TORRENTE GAIANA	49.13
33976	34059	NORD	80	1640	80	49	49	18	0.16	33	FR1	34062.40	TORRENTE GAIANA	49.13
33704	33974	SUD	270	5535	270	166	166	61	0.29	57	FR1	33700.95	RIO ROSSO	165.82
33704	33974	NORD	270	5535	270	166	166	61	0.26	53	FR1	33700.95	RIO ROSSO	165.82

APPENDICE G
NUOVO SVINCOLO DI SOLAROLO
VERIFICHE ELEMENTI DI RACCOLTA MARGINALI

	PK in	PK out	b	i long	i trasv	ieff	Leff	C	alfa	tpc	qo	hmax	p	L fascia invasa	h	Q max bordo carreggiata	L assunto
			[m]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]		[sec]	[mc/(s*m)]	[mm]	[mm/ora]	[m]	[m]	[mc/s]	[m]
RAMPA A	125.00	250.06	10.50	0.047	0.025	0.05	22.48	1	16.196	146.161	0.0006	10.704	214.080	1.50	0.037	0.025	15
RAMPA A	325.06	550.00	10.50	0.039	0.025	0.05	19.34	1	15.022	139.337	0.0006	10.704	214.080	1.50	0.037	0.022	15
RAMPA A	550.00	665.00	8.00	0.006	0.025	0.03	8.20	1	11.203	97.295	0.0005	10.704	214.080	2.50	0.063	0.035	15
RAMPA B	50.00	150.00	8.00	0.006	0.025	0.03	8.22	1	11.219	97.385	0.0005	10.704	214.080	2.50	0.063	0.036	15
RAMPA B	150.00	237.65	8.00	0.017	0.025	0.03	9.63	1	12.145	102.420	0.0005	10.704	214.080	1.50	0.037	0.015	15
RAMPA C	0.00	67.42	8.00	0.042	0.025	0.05	15.67	1	15.493	119.549	0.0005	10.704	214.080	2.50	0.063	0.096	15
RAMPA C	67.42	191.39	8.00	0.038	0.025	0.05	14.66	1	14.984	117.038	0.0005	10.704	214.080	2.50	0.063	0.092	15
RAMPA C	191.39	225.00	8.00	0.001	0.025	0.03	8.01	1	11.078	96.604	0.0005	10.704	214.080	2.50	0.063	0.018	15
RAMPA D	49.00	200.00	8.00	0.028	0.025	0.04	11.98	1	13.546	109.774	0.0005	10.704	214.080	2.50	0.063	0.078	15
RAMPA D	200.00	291.91	8.00	0.032	0.025	0.04	12.94	1	14.075	112.476	0.0005	10.704	214.080	1.50	0.037	0.020	15

VERIFICHE DEI FOSSI DI GUARDIA

ASSE	Qe	Qu	V LAMINAZIONE	A DRENATA	A PIAZZALE	V LIMITE QUANTITATIVO	L1 fosso	L2 fosso	FOSSO1	FOSSO2	RIEMPIMENTO	RECAPITO		Q manufatto di controllo [l/s]
	[l/s]	[l/s]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]	[m]	[m]			%			[l/s]
SUD - RAMPA D	219.44	60.83	162.35	7325.00	0.00	270.00	275.00	185.00	FR2	FR1	67	54793.73	FOSSO 42	60.83
SUD - RAMO OVEST	349.32	85.45	274.25	11660.28	0.00	451.76	0.00	315.00		FR3	72	55352.96	SCOLO CASTELNUOVO	85.45
SUD - RAMO OVEST	470.00	17.55	584.53	11700.00	11700.00	585.00	200.00	0.00	FR1	vasca	75	55352.96	SCOLO CASTELNUOVO	17.55
NORD - RAMO A	139.30	52.28	89.25	4650.00	0.00	145.00	200.00	0.00	FR2		64	54793.73	FOSSO 42	52.28
NORD - RAMO B	408.48	88.41	339.88	13635.00	0.00	550.50	635.00	0.00	FR2		77	55352.96	SCOLO CASTELNUOVO	88.41